

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.02.02  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Анализ и прогноз режимов электропотребления**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)  
Энергосбережение и энергоэффективность

Форма обучения: заочная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 6 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	3	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные	4	4
Практические	4	4
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	12,25	12,25
Самостоятельная работа	200	200
Контроль	3,75	3,75
<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>216</b>

Рабочую программу составил(и):

доцент кафедры «Электроснабжение и электротехника», к.т.н., Романов В.С.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

доцент кафедры «Электроснабжение и электротехника», к.т.н., Кретов Д.А.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана  
направления подготовки

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» мая 2026 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 3 от «20» сентября 2022 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – сформировать у обучающихся знания о вопросах и практических методах прогнозирования электропотребления распределенными объектами региональной электроэнергетики, современными методами краткосрочного и долгосрочного прогнозирования, регулирования и лимитирования нагрузки потребителей

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Управление качеством электроэнергии систем электроснабжения», «Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике», «Энергоменеджмент и энергомониторинг на предприятиях 1», «Энергоменеджмент и энергомониторинг на предприятиях 2».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Производственная практика (научно-исследовательская работа) 4», «Производственная практика (проектная практика)», выпускная квалификационная работа.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-3. Способен организовывать и координировать работы, направленные на повышение энергетической эффективности предприятия	ПК-3.1. Демонстрирует знание режимов управления энергопотреблением, умение использовать методы прогнозирования и моделирования энергопотреблением в энергосистеме для подготовки вариантов проектов энергоэффективных технических решений, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности объектов ПД	Знать: математические модели и программные среды для численного анализа физических процессов в электрических системах; современные подходы анализа режимов в электрических системах; современные тенденции развития технического прогресса в области электроэнергетики; основные способы и средства регулирования электрических режимов
		Уметь: применять методы прогнозирования и моделирования энергопотребления для объектов ПД
		Владеть: базовыми навыками при реализации методов компьютерного и математического моделирования электроэнергетических процессов на объектах ПД

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 1. Проблема управления электропот реблением	Лек.	Необходимость управления электропотреблением Электропотребление как объект управления Классификация методов управления электропотреблением	3	0,5	-	-	-
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебной литературе, анализ лекционного материала, подготовка к практическим занятиям (подготовка доклада)	3	10	-	-	-
	Пр.	Необходимость управления электропотреблением Электропотребление как объект управления. Классификация методов управления электропотреблением	3	0,5	-	-	Устный опрос по лекционному материалу. Темы докладов. Решение практических задач
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебной литературе, анализ лекционного материала, подготовка к практическим занятиям (подготовка доклада)	3	10	-	-	-
Раздел 2. Взаимоотн ошения производит елей и потребител ей	Лек.	Правовые, режимные, экономические взаимоотношения производителей и потребителей электроэнергии. Вертикальное и горизонтальное маневрирование.	3	0,5	-	-	Темы докладов
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебной литературе, анализ лекционного материала, подготовка к	3	10	-	-	-

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
электроэнергии. Встречное регулирование электропотребления. Маневрирование электропотреблением		практическим занятиям (подготовка доклада)					
	Пр.	Правовые, режимные, экономические взаимоотношения производителей и потребителей электроэнергии. Вертикальное и горизонтальное маневрирование электропотреблением	3	0,5	-	-	Устный опрос по лекционному материалу. Темы докладов
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебной литературе, анализ лекционного материала, подготовка к практическим занятиям (подготовка доклада)	3	10	-	-	-
Раздел 3. Основы интеллектуальных моделей для анализа и управления режимами электрических систем	Лаб.	Использование матричного аппарата для моделирования соединений ветвей в узлы и контуры на примере схем замещения электрических сетей	3	0,5	-	-	Перечень лабораторных работ
	Лаб.	Исследование метода нулевого порядка для узлового уравнения в форме баланса токов в прямоугольной системе координат	3	0,5	-	-	Перечень лабораторных работ
	Лаб.	Исследование двушаговой модели для узлового уравнения в форме баланса токов в прямоугольной системе координат	3	0,5	-	-	Перечень лабораторных работ
	Лаб.	Исследование сходимости моделей узловых уравнений при изменении схемных и режимных параметров	3	0,5	-	-	Перечень лабораторных работ
	Ср.	Оформление и подготовка к защите лабораторных работ	3	30	-	-	-

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 4. Основы реализации искусствен ных нейронных сетей с элементами прогнози рования режимных параметров	Лаб.	Использование матричного аппарата с целью создания однослойной нейронной сети для прогнозирования режимных параметров.	3	0,5	-	-	Перечень лабораторных работ
	Лаб.	Разработка двухслойной нейронной сети.	3	0,5	-	-	Перечень лабораторных работ
	Лаб.	Изучение алгоритма обратного распространения ошибки на примере однослойной нейронной сети.	3	0,5	-	-	Перечень лабораторных работ
	Лаб.	Расчет параметров асинхронной машины и задание параметров имитационной модели.	3	0,5	-	-	Перечень лабораторных работ
	Ср.	Оформление и подготовка к защите лабораторных работ	3	30	-	-	
Раздел 5. Методы прогнози рования электропот ребления. Многофак торные модели электропот ребления	Лек.	Виды прогнозов и порядок их разработки. Методы составления математических моделей. Показатели ряда динамики и методы их исчисления. Выявление и характеристика основной тенденции. Многофакторные модели электропотребления	3	1	-	-	Темы докладов, комплект задач
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебной литературе, анализ лекционного материала, подготовка к практическим занятиям (подготовка доклада)	3	15	-	-	-
	Пр.	Виды прогнозов и порядок их разработки. Методы составления математических моделей.	3	0,5	-	-	Устный опрос по лекционному

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
							материалу. Темы докладов
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебной литературе, анализ лекционного материала, подготовка к практическим занятиям (подготовка доклада)	3	15	-	-	-
	Пр.	Показатели ряда динамики и методы их исчисления. Выявление и характеристика основной тенденции. Многофакторные модели электропотребления	3	0,5	-	-	Решение практических задач
Раздел 6. Применение регрессионных моделей для прогнозирования параметров объектов ПД	Лек.	Общие понятия моделей и методов регрессионного анализа. Проблема оценки наилучшей формы регрессионной модели. Оценка параметров уравнения регрессии. Пример построения наилучшей регрессионной модели. Доверительные интервалы регрессии	3	1	-	-	Темы докладов, комплект задач
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебной литературе, анализ лекционного материала, подготовка к практическим занятиям (подготовка доклада)	3	15	-	-	-
	Пр.	Общие понятия моделей и методов регрессионного анализа. Проблема оценки наилучшей формы регрессионной модели. Алгоритмизация прогнозирования	3	0,5	-	-	Устный опрос по лекционному материалу. Темы докладов

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		случайных процессов, точности и надежности прогноза					
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебной литературе, анализ лекционного материала, подготовка к практическим занятиям (подготовка доклада)	3	15	-	-	-
	Пр.	Оценка параметров уравнения регрессии. Пример построения наилучшей регрессионной модели. Доверительные интервалы регрессии	3	0,5	-	-	Решение практических задач
Раздел 7. Методика прогнози- рования графиков энергопотре- бления для технологий краткосроч- ного планирован- ия СО ЕЭС	Лек.	Общие положения методики прогнозирования. Использование регрессионных зависимостей для прогнозирования. Применение моделей, представленных периодическим рядом Фурье. Использование аддитивных функций, включающих наборы элементарных функций	3	0,5	-	-	Комплект задач
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебной литературе, анализ лекционного материала, подготовка к практическим занятиям (подготовка доклада)	3	10	-	-	-
	Пр.	Использование регрессионных зависимостей для краткосрочного планирования в региональной энергосистеме. Применение моделей,	3	0,5	-	-	Решение практических задач

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		представленных периодическим рядом Фурье для прогнозирования энергопотребления. Использование аддитивных функций, включающих наборы элементарных функций для прогнозирования графиков энергопотребления.					
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебной литературе, анализ лекционного материала, подготовка к практическим занятиям (подготовка доклада)	3	10	-	-	-
Раздел 8. Управление нормальны м электроэнер гетическим режимом энергосисте мы региона	Лек.	Методика расчета установившегося, оптимального режима электрической сети. Методика расчета эквивалентных характеристик электрических сетей. Методика оптимизации краткосрочных режимов энергосистем по активной мощности	3	0,5	-	-	Комплект задач
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебной литературе, анализ лекционного материала, подготовка к практическим занятиям (подготовка доклада)	3	10	-	-	-
	Пр.	Методика расчета установившегося, оптимального режима электрической сети. Методика расчета эквивалентных характеристик электрических сетей.	3	0,5	-	-	Решение практических задач

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Методика оптимизации краткосрочных режимов энергосистем по активной мощности					
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебной литературе, анализ лекционного материала, подготовка к практическим занятиям (подготовка доклада)	3	14	-	-	-
	ПА	Промежуточная аттестация	3	3,75	-	-	-
	Контроль	Сдача зачета	3	0,25	-	-	Вопросы к зачету
<b>Итого:</b>				<b>216</b>	-		

## **5. Образовательные технологии**

Для оценки знаний, умений и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Анализ и прогноз режимов электропотребления», используются технологии обучения:

- вводная видеолекция;
- лекции в форме вебинаров;
- лабораторные занятия;
- практические занятия;
- выполнение практических заданий, которые позволяют приобрести практические знания и навыки решения задачи и работы с нормативной, методической, научно-технической и справочной литературой;

проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лекционным и практическим занятиям.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания по подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям. Поэтому изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Обучающимся необходимо: перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, ее основные вопросы, рекомендуемую литературу, что позволит сэкономить время на освоение темы на аудиторном занятии; перед очередной лекцией необходимо просмотреть/повторить материалы предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам.

6.3. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

В ходе практических занятий углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов. На практических занятиях развиваются способности использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных продуктов. При подготовке к практическим занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить рекомендованную литературу;
- изучить материалы лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме;
- выполнить домашнее задание, рекомендованное преподавателем при изучении каждой темы занятия.

В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут воспользоваться консультациями преподавателя.

6.4. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

В ходе лабораторных занятий происходит обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплины. У обучающегося формируется умение применять полученные знания на практике, происходит реализация единства интеллектуальной и практической деятельности. Среди основных целей проведения лабораторных занятий можно выделить наиболее значимые: -развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов - аналитических, проектировочных,

конструктивных и др.; -выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Процесс подготовки к лабораторным работам включает изучение нормативных документов, обязательной и дополнительной литературы по рассматриваемому вопросу. Непосредственное проведение лабораторной работы предполагает:

- изучение теоретического материала по теме лабораторной работы (по вопросам изучаемой темы);
- выполнение необходимых расчетов и экспериментов;
- оформление отчета с заполнением необходимых таблиц, построением графиков, подготовкой выводов по проделанным экспериментам и теоретическим расчетам;
- по каждой лабораторной работе проводится контроль: проверяется содержание отчета, проверяется усвоение теоретического материала. Контроль усвоения теоретического материала является индивидуальным.

В процессе подготовки к лабораторным занятиям обучающиеся могут воспользоваться консультациями преподавателя.

6.5. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой курса осуществляется в ходе практических занятий (устный опрос, решение задач, тестирование).

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ПК-3 (ПК-3.1)	Задачи № 1-4 Отчет по лабораторным работам №1 – №8. Устный опрос. Вопросы № 1-31. Темы докладов № 1-40. Вопросы к зачету № 1-60.

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Практические задачи

##### Типовой пример задачи

Представлен индивидуальный график нагрузки (Таблица). Он задается аналитической функцией и описывает электропотребление в течение суток.

Задание

Рассчитать суточное электропотребление нагрузки. Для этого:

- построить суточный график нагрузки, заданный аналитическим способом;
- определить количество электроэнергии, потребленной за сутки;
- найти значение средней нагрузки;
- определить показатели неравномерности электропотребления;
- найти показатели плотности электропотребления.

Таблица - Суточный режим потребления приемником электрической энергии

№ варианта	Аналитическая функция (кВт·ч)
1	$P(t) = \begin{cases} t + 2, & \text{при } t = 0 \dots 6; \\ 8, & \text{при } t = 6 \dots 18; \\ 26 - 1t, & \text{при } t = 18 \dots 24. \end{cases}$
2	$P(t) = \begin{cases} 12, & \text{при } t = 0 \dots 2; \\ 3, & \text{при } t = 2 \dots 10; \\ -12 + 1,5t, & \text{при } t = 10 \dots 16; \\ 12, & \text{при } t = 16 \dots 24. \end{cases}$
3	$P(t) = \begin{cases} 5, & \text{при } t = 0 \dots 2; \\ 2 + 1,5t, & \text{при } t = 2 \dots 12; \\ 20, & \text{при } t = 12 \dots 24. \end{cases}$
4	$P(t) = \begin{cases} 3, & \text{при } t = 0 \dots 7; \\ 18, & \text{при } t = 7 \dots 16; \\ 6, & \text{при } t = 16 \dots 24. \end{cases}$
5	$P(t) = \begin{cases} 7t + 5, & \text{при } t = 0 \dots 10; \\ 0,2t + 20, & \text{при } t = 10 \dots 22; \\ 6,3(t - 24)^2, & \text{при } t = 22 \dots 24. \end{cases}$
6	$P(t) = \begin{cases} 1t + 10, & \text{при } t = 0 \dots 6; \\ -0,5t + 50, & \text{при } t = 6 \dots 20; \\ 2,5(t - 24)^2, & \text{при } t = 20 \dots 24. \end{cases}$

7	$P(t)= \begin{cases} 6,7t + 40, \text{ при } t = 0...8; \\ 5t + 90, \text{ при } t = 8...21; \\ 310-10t, \text{ при } t = 21...24. \end{cases}$
8	$P(t)= \begin{cases} 5,7t + 10, \text{ при } t = 0...7; \\ 50, \text{ при } t = 7...15; \\ 10, \text{ при } t = 15...16; \\ 45, \text{ при } t = 16...24. \end{cases}$
9	$P(t)= \begin{cases} 3t \text{ при } t = 0...6; \\ 18, \text{ при } t = 6...19; \\ 0,73(t - 24)^2, \text{ при } t = 19...24. \end{cases}$

### **Краткое описание и регламент выполнения**

Задание выполняется письменно во время практического занятия. Оценивается правильность выполнения задания и количество допущенных при выполнении задания ошибок.

### **Критерии оценки:**

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если задача решена правильно или решена с незначительными ошибками;
- отметка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если задача не решена и/или допущены грубые ошибки.

### **7.2.2. Комплект отчетов по лабораторным работам**

Лабораторная работа № 1. Использование матричного аппарата для моделирования соединений ветвей в узлы и контуры на примере схем замещения электрических сетей.

Лабораторная работа № 2. Исследование метода нулевого порядка для узлового уравнения в форме баланса токов в прямоугольной системе координат.

Лабораторная работа № 3. Исследование двушаговой модели для узлового уравнения в форме баланса токов в прямоугольной системе координат.

Лабораторная работа № 4. Исследование сходимости моделей узловых уравнений при изменении схемных и режимных параметров.

Лабораторная работа № 5. Использование матричного аппарата с целью создания однослойной нейронной сети для прогнозирования режимных параметров.

Лабораторная работа № 6. Разработка двухслойной нейронной сети.

Лабораторная работа № 7. Изучение алгоритма обратного распространения ошибки на примере однослойной нейронной сети.

Лабораторная работа № 8. Расчет параметров асинхронной машины и задание параметров имитационной модели.

### **Типовой пример отчета по лабораторной работе**

1. Титульный лист.
  2. Цель работы.
  3. Программа работы.
  4. Результаты работы.
  5. Выводы (обобщение полученных результатов).
- Список используемых источников.

### **Краткое описание и регламент выполнения**

Для выполнения лабораторных работ формируются команды (бригады). Каждая команда (бригада) выполняет лабораторную работу для своего варианта, задаваемого преподавателем.

Отчет по лабораторной работе выполняется каждым обучающимся индивидуально. Оформляется в печатной форме на листах формата А4.

К защите допускаются обучающиеся, представившие распечатанный отчет по лабораторной работе.

Защита отчета по лабораторной работе производится всеми членами команды (бригады) одновременно. Преподаватель оценивает качество выполнения отчета по лабораторной работе (содержание и форму), представленного каждым из обучающихся членов команды (бригады).

Преподаватель задает вопросы по теме лабораторной работы и оценивает знание учебного материала, продемонстрированное обучающимися при ответе на вопросы и обсуждении полученных результатов исследования.

### **Критерии оценки**

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся за всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, проявившему творческие способности в понимании и изложении вопросов.

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в изложении вопросов.

### **7.2.3. Опрос на практических занятиях по теоретическому материалу**

#### **Контрольные вопросы:**

1. Какие задачи и проблемы решает управление электропотреблением?
2. В чем сущность основного режимного противоречия между производством и потреблением электроэнергии и чем оно обусловлено?
3. Какие особенности электроэнергетики необходимо учитывать при управлении электропотреблением?
4. Что порождает неравномерность графика электрической нагрузки и какие отрицательные последствия для энергосистемы в связи с этим возникают?
5. Чем обусловлены режимные затраты топлива в энергосистеме?
6. Какая характеристика электропотребления является объектом управления?
7. Поясните следующие понятия: «управление», «управляющее воздействие», «объект управления», «субъект управления».
8. Как классифицируются методы управления электропотреблением?
9. Чем отличается уплотнение от выравнивания графика электрической нагрузки?
10. Назовите косвенные методы управления электропотреблением.
11. Как классифицируются прогнозы по срокам предсказания?
12. Каковы основные этапы составления прогноза?
13. Какой метод лежит в основе прогнозирования?
14. Что является основой для расчета прогнозных показателей электропотребления?
15. Что понимается под рядом динамики?
16. Из каких двух составляющих состоит аналитическое выражение для развития процесса во времени?
17. Назовите показатели ряда динамики. Как они определяются?
18. Чем отличаются цепные показатели ряда динамики от базисных?
19. Как определяются средние показатели ряда динамики?
20. Для чего осуществляется сглаживание ряда динамики и какими методами его выполняют?

21. Что такое «доверительный интервал», от чего он зависит и как определяется?
22. Какие ограничения должны соблюдаться при аналитическом выравнивании ряда динамики?
23. Как записывается аналитическое выражение для линейной многофакторной модели электропотребления?
24. Какие факторы оказывают влияние на электропотребление промышленного предприятия?
25. Как выполняется расчет коэффициентов множественной регрессии по методу наименьших квадратов?
26. Какой показатель характеризует тесноту взаимосвязи электропотребления с факторами, учтенными в модели электропотребления?
27. Что показывает коэффициент множественной корреляции и какие значения он принимает?
28. Как оценивается взаимосвязь факторов, влияющих на электропотребление, между собой?
29. Как оценивается правомерность выбора линейной модели электропотребления?
30. Что характеризует частный коэффициент корреляции?
31. Какой коэффициент характеризует пригодность математической модели для прогнозирования?

#### **Краткое описание и регламент выполнения**

Устный опрос на практическом занятии, направленный на закрепление пройденного материала. Опрос проводится как правило в начале практического занятия, обучающимся задаются вопросы по пройденному материалу.

#### **Критерии оценки:**

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся ответил больше чем на половину контрольных вопросов;
- отметка «не зачтено» - если обучающийся ответил на половину или меньше контрольных вопросов.

#### **7.2.4. Темы докладов**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы</b>
1	Цель и задачи прогнозирования параметров электроэнергетических объектов
2	Взаимоотношения потребителя и энергоснабжающей организации
3	Нормы расхода электроэнергии по уровням производства
4	Методы прогнозирования электропотребления
5	Сезонные и метеорологические факторы, влияющие на электропотребление
6	Принципы статистического прогнозирования
7	Обобщенная модель прогнозирования случайных процессов
8	Модель тренда и его физический смысл
9	Модель периодической составляющей
10	Преобразование случайного процесса в разностный ряд
11	Модель авторегрессии
12	Принципы построения модели прогнозирования случайных процессов
13	Понятия точности и надежности прогноза, оценка доверительного интервала
14	Задачи регрессионного анализа
15	Оценка наилучшей формы регрессионной модели
16	Оценка параметров уравнения регрессии
17	Доверительные интервалы регрессии

№ п/п	Темы
18	Задача и модель факторного анализа
19	Факторные решения
20	Геометрическое представление факторного решения
21	Измерение факторов
22	Интерпретация факторов
23	Принципы использования моделей факторного анализа при прогнозировании системы взаимосвязанных параметров
24	Принципы прогнозирования случайных процессов
25	Алгоритмизация прогнозирования случайных процессов
26	Примеры прогнозирования электрической нагрузки
27	Погрешности измерений при анализе режимов систем электроснабжения
28	Факторы, оказывающие влияние на режимы работы электроэнергетических систем
29	Погрешности нагрузок потребителей
30	Методы расчета нагрузок потребителей
31	Погрешности моделей электроэнергетической системы при оценке режимов работы
32	Погрешности при реализации режимов электроэнергетических систем
33	Модели установившихся режимов в детерминированной постановке
34	Понятие вектора состояния и базис установившегося режима
35	Модели установившихся режимов в вероятностной постановке
36	Методы расчета установившихся режимов в вероятностной постановке
37	Алгоритм формирования модели текущего состояния электроэнергетической системы
38	Формирование топологии электрической сети
39	Оценивание состояния электроэнергетической системы
40	Статическое оценивание состояния электроэнергетической системы

### **Краткое описание и регламент выполнения**

Доклад представляет собой публичное выступление по изучаемому разделу дисциплины «Анализ и прогноз режимов электропотребления». При подготовке доклада, презентации обучающийся должен отобрать не менее 10 наименований литературы (книг, статей, сборников, нормативно-правовых актов). Предпочтение следует отдавать литературе, опубликованной в течение последних 5 лет. Допускается обращение к Интернет-сайтам. Изложение текста доклада должно быть четким, аргументированным.

В заключение доклада обучающийся должен сделать выводы по теме.

Продолжительность доклада не более 7 минут. Для получения положительной отметки наличие компьютерной презентации обязательно. Минимальное количество слайдов – 5. Презентация должна быть информативна, соответствовать теме доклада.

### **Критерии оценки:**

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил материал грамотно, содержание ответа соответствует содержанию вопроса, тема вопроса полностью раскрыта; подготовлена презентация с требуемым количеством слайдов.

- отметка «не зачтено», если обучающийся не раскрыл содержание вопроса или отклонился от заданной темы, отсутствует презентация или презентация не содержит требуемого количества слайдов, не информативна и не соответствует теме доклада.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 3

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Управление электропотреблением: цели, задачи
2	В чем сущность основного режимного противоречия между производством и потреблением электроэнергии и чем оно обусловлено
3	Причины неравномерности графика электрической нагрузки, отрицательные последствия для энергосистемы
4	Чем обусловлены режимные затраты топлива в энергосистеме
5	Поясните следующие понятия: «управление», «управляющее воздействие», «объект управления», «субъект управления»
6	Классификация методов управления электропотреблением
7	Косвенные методы управления электропотреблением
8	Классификация мероприятий по выравниванию электрических нагрузок
9	Принципы встречного регулирования нагрузки
10	Вертикальное и горизонтальное маневрирование электропотреблением
11	Оптовый рынок электроэнергии: инфраструктура, иерархия управления, участники
12	Розничный рынок электроэнергии: инфраструктура, иерархия управления, участники
13	Коммерческий и технический учет электроэнергии, активной и реактивной мощности
14	Автоматизация учета потребления энергоресурсов на ПП
15	Автоматизация учета электроэнергии в рыночных условиях
16	Режимы работы электроэнергетических систем
17	Математическая формулировка задачи оптимизации. Понятие целевой функции, граничных условий, ограничений. Учет ограничений в виде систем неравенств и уравнений. Допустимое множество решений
18	Прямой метод оптимизации. Функция Лагранжа. Метод Лагранжа. Градиентный метод решения оптимизационных задач
19	Методы математического программирования в электроэнергетике
20	Методы экспертных оценок, области их применения. Применение метода экспертных оценок для прогнозирования электропотребления
21	Линейная многофакторная модель электропотребления
22	Факторы, оказывающие влияние на электропотребление промышленного предприятия
23	Расчет коэффициентов множественной регрессии по методу наименьших квадратов
24	Показатели, характеризующие тесноту взаимосвязи электропотребления с факторами, учтенными в модели электропотребления
25	Коэффициент множественной корреляции
26	Оценка взаимосвязи факторов, влияющих на электропотребление, между собой
27	Оценка правомерности выбора линейной модели электропотребления
28	Частный коэффициент корреляции
29	Характеристики пригодности математической модели для прогнозирования
30	Классификация прогнозов по срокам предсказания
31	Основные этапы составления прогнозов электропотребления

№ п/п	Вопросы к зачету
32	Основа для расчета прогнозных показателей электропотребления
33	Что понимается под рядом динамики. Показатели ряда динамики и их определение
34	Основные отличия цепных показатели ряда динамики от базисных
35	Определение средних показателей ряда динамики
36	Основное назначение сглаживания ряда динамики и методы его осуществления
37	Что такое «доверительный интервал», от чего он зависит и как определяется
38	Задачи регрессионного анализа
39	Оценка наилучшей формы регрессионной модели
40	Оценка параметров уравнения регрессии
41	Доверительные интервалы регрессии
42	Задача и модель факторного анализа
43	Факторные решения
44	Геометрическое представление факторного решения
45	Измерение факторов
46	Интерпретация факторов
47	Принципы использования моделей факторного анализа при прогнозировании системы взаимосвязанных параметров
48	Принципы прогнозирования случайных процессов;
49	Алгоритмизация прогнозирования случайных процессов;
50	Модели установившихся режимов в детерминированной постановке
51	Понятие вектора состояния и базис установившегося режима
52	Модели установившихся режимов в вероятностной постановке
53	Алгоритм формирования модели текущего состояния электроэнергетической системы
54	Формирование топологии электрической сети
55	Средства сбора, передачи и обработки информации
56	Дистанционное и телемеханическое управление
57	Задачи автоматизации учёта электроэнергии
58	Требования, предъявляемые к автоматизированным системам учета электроэнергии
59	Причины возникновения аварийных режимов в энергосистеме
60	Устройства для выявления аварийных возмущений в энергосистеме

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	зачет (по накопительному рейтингу)	«зачтено»	выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг составляет 55-100 баллов
		«не зачтено»	выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг составляет 0-54 баллов

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Мастепаненко М.А., Воротников И.Н., Шарипов И.К., Аникуев С.В.	Моделирование в электроэнергетике.	Учебное пособие	2018	ЭБС «IPRBooks»
2	Любченко В.Я., Родыгина С.В.	Применение математического моделирования в задачах электроэнергетики	Учебное пособие	2018	ЭБС «IPRBooks»
3	F. Shahnia, A. Arefi, G. Ledwich	Electric Distribution Network Planning	Book	2018	ЭБС «Springer»
4	H. Seifi, H. Delkhosh	Model Validation for Power System Frequency Analysis	Book	2019	ЭБС «Springer»

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	R. Idema, D. J.P. Lahaye	Computational Methods in Power System Analysis	Book	2014	ЭБС «Springer»
2	H. Seifi, M.S. Sepasian	Electric Power System Planning	Book	2011	ЭБС «Springer»
3	F.M. Bianchi, E. Maiorino, M.C. Kampffmeyer, A. Rizzi, R. Jenssen	Recurrent Neural Networks for Short-Term Load Forecasting	Book	2017	ЭБС «Springer»

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
4	S. Bellucci, B. N. Tiwari, N. Gupta	Geometrical Methods for Power Network Analysis	Book	2013	ЭБС «Springer»

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2016. – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
3	Mirapolis Human Capital Management	Лицензионный договор № 614 от 20.06.2023, срок действия до 31.12.2023 включительно

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Аудитория веб-конференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.	Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет

№ п/п	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
	Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-705)	
2	Аудитория веб-конференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Э-405)	Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет.
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-916)	Столы, стулья, компьютеры