

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Системные аспекты управления ЭЭС**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецов О.Н.
	Идентификатор	Rf1ad9303-KuznetsovON-34bc149f

(подпись)

О.Н.

Кузнецов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецов О.Н.
	Идентификатор	Rf1ad9303-KuznetsovON-34bc149f

(подпись)

О.Н.

Кузнецов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905b1

(подпись)

Ю.В. Шаров

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен участвовать в научно-исследовательской деятельности в сфере электроэнергетики

ИД-2 Умеет критически анализировать характеристики режимов современных электроэнергетических систем и сетей и возможности методов и средств их исследования

2. ПК-2 Способен участвовать в реализации технологических процессов объектов профессиональной деятельности

ИД-3 Владеет методами моделирования, расчёта, оптимизации и управления электроэнергетическими системами и сетями

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Свойства ЭЭС как объекта управления и характеристики электропотребления (Тестирование)

2. Структура генерирующей мощности ЭЭС и оптимизация режимов энергосистем (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Энергетическая характеристика электростанции (Контрольная работа)

2. Энергетический баланс ЭЭС (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	14
Энергетическая система					
Энергетическая система. Свойства ЭС как объекта управления.	+				
Характеристики электропотребления в энергосистеме					
Характеристики электропотребления в энергосистеме. Графики нагрузки ЭЭС.	+				
Режимные свойства электрических станций					

Режимные свойства электрических станций	+		+	+
Режимные свойства энергосистем				
Режимные свойства энергосистем	+			
Балансы мощности и энергии в ЭЭС				
Балансы мощности и энергии в ЭЭС			+	+
Оптимизация энергетических режимов энергосистем				
Оптимизация энергетических режимов энергосистем		+		
Состав генерирующих агрегатов энергосистемы				
Состав генерирующих агрегатов энергосистемы		+		
Энергетическая безопасность				
Энергетическая безопасность			+	+
Вес КМ:	20	20	30	30

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-2ПК-1 Умеет критически анализировать характеристики режимов современных электроэнергетических систем и сетей и возможности методов и средств их исследования	Знать: свойства энергосистемы как объекта управления, характеристики электропотребления в энергосистеме и режимные свойства электростанций и энергосистем	Свойства ЭЭС как объекта управления и характеристики электропотребления (Тестирование)
ПК-2	ИД-3ПК-2 Владеет методами моделирования, расчёта, оптимизации и управления электроэнергетическими системами и сетями	Знать: принципы выбора структуры генерирующей мощности энергосистемы и способы оптимизации энергетических режимов энергосистем Уметь: составлять энергетические балансы энергосистем	Структура генерирующей мощности ЭЭС и оптимизация режимов энергосистем (Тестирование) Энергетическая характеристика электростанции (Контрольная работа) Энергетический баланс ЭЭС (Контрольная работа)

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

### КМ-1. Свойства ЭЭС как объекта управления и характеристики электропотребления

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** СДО "Прометей"

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы теста

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: свойства энергосистемы как объекта управления, характеристики электропотребления в энергосистеме и режимные свойства электростанций и энергосистем	<ol style="list-style-type: none"><li>1. При построении системы управления электроэнергетической системой применяют принципы:</li><li>2. Функция технологической автоматики:</li><li>3. АСУ ЭЭС это:</li><li>4. В установившихся режимах частота электрического тока в синхронно работающих частях ЭЭС:</li><li>5. Потребитель электрической энергии это:</li><li>6. Время максимальной нагрузки для одноменного производства находится в интервале:</li><li>7. Плотность графика нагрузки это:</li></ol>
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ, на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный и полный ответ

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ, на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* даны правильные ответы не менее чем на 50% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ, на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал непротиворечивый ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты

## КМ-2. Структура генерирующей мощности ЭЭС и оптимизация режимов энергосистем

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** СДО "Прометей"

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы теста

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: принципы выбора структуры генерирующей мощности энергосистемы и способы оптимизации энергетических режимов энергосистем	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Задача выбора состава агрегатов системы, состоящей из станций, содержащих по агрегатов, имеет количество вариантов равное:</li><li>2. Самые экономичные станции для обеспечения экономичного электроснабжения потребителей «размещают» в:</li><li>3. В структуре генерирующих мощностей ЕЭС России преобладают:</li><li>4. На этапе долгосрочного планирования:</li><li>5. Метод Лагранжа применяют для:</li><li>6. Режим системы считается оптимальным если удовлетворяет требованию:</li></ol>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ, на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный и полный ответ

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ, на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* даны правильные ответы не менее чем на 50% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ, на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал непротиворечивый ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты

## КМ-3. Энергетическая характеристика электростанции

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выдача задания на контрольную работу. Написание контрольной работы.

### Краткое содержание задания:

Определить параметры баланса мощности в генерирующем агрегате, энергетические показатели которого заданы зависимостями

$$P_{ЭН} = P_{ЭН} (P_{\text{подв.}})$$

$$P_{\text{пд}} = P_{\text{пд}} (P_{ЭН})$$

$$P_{Г} = P_{Г} (P_{ЭН})$$

### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: энергетические энергосистем	составлять балансы	1. Как рассчитать потери мощности в генерирующем агрегате при заданных паспортных значения параметров? 2. Составьте алгоритм расчёта полезного отпуска электроэнергии с шин генерирующего агрегата.
--	-----------------------	--

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено



## КМ-4. Энергетический баланс ЭЭС

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выдача задания на контрольную работу. Написание контрольной работы.

### Краткое содержание задания:

Составить энергетический баланс ЭЭС, содержащей станции: ГЭС, ТЭС-1, ТЭС-2, ТЭС-3, ТЭЦ. Заданы графики нагрузки ЭЭС, графики возможной выдачи мощности станциями.

### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: энергетические энергосистем	составлять балансы	1. Как рассчитать график возможной выдачи мощности электростанций при известном графике нагрузки энергосистемы? 2. Как по известному графику тепловой нагрузки рассчитать график выдачи электроэнергии ТЭЦ?
--	-----------------------	--

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 2 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

МЭИ	ЗАЧЁТНЫЙ БИЛЕТ № 2	Утверждаю: Зав. кафедрой
	Кафедра ЭЭС	
	Дисциплина: «Системные аспекты управления ЭЭС»	
Институт электроэнергетики		
1. Эксплуатационные свойства электростанций.		
2. Структура балансов мощности и энергии системы.		
3. Практическое задание.		

### Процедура проведения

Выдача зачётных заданий. Письменная подготовка ответов. Устный опрос.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-1</sub> Умеет критически анализировать характеристики режимов современных электроэнергетических систем и сетей и возможности методов и средств их исследования

### Вопросы, задания

1. Нормативное регулирование в области ЭС.
2. Иерархическая система управления ЭС. Средства и системы управления энергообъектами.
3. Автоматизированные системы управления. Диспетчерское управление ЭЭС.
4. Электроприёмники промышленных предприятий и их характеристики.
5. Графики нагрузки потребителей.
6. Показатели электропотребления и мощности потребителей.
7. Нагрузка энергосистемы.
8. Прогнозирование электропотребления и графиков нагрузки.
9. Категории мощности агрегатов и электрических станций.
10. Эксплуатационные свойства электростанций.
11. Экономические оценки различных категорий мощности и выработки электроэнергии.
12. Роль ГЭС в повышении экономичности и надёжности энергосистемы.
13. Энергетические характеристики станций.
14. Энергетические характеристики тепловых электростанций.
15. Способы получения энергетических характеристик станций.
16. Статические характеристики станций.
17. Эквивалентные характеристики станций.
18. Пропускная способность сетей разных классов номинального напряжения.
19. Ограничения пропускной способности электрической сети по статической и динамической устойчивости энергосистемы.
20. Влияние ограничений пропускной способности электрической сети на режимы энергосистемы.
21. Требования к энергосистеме как инфраструктурной отрасли экономики России.

22. Требования энергетической безопасности к электростанциям.  
23. Требования энергетической безопасности к электрической сети.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. При построении системы управления электроэнергетической системой применяют принципы:

Ответы:

- а) иерархического управления;
- б) одноуровневой системы управления;
- в) децентрализованного управления;
- г) распределённого управления.

Верный ответ: а)

2. Функция технологической автоматики:

Ответы:

- а) противоаварийное управление ЭЭС;
- б) отключение элементов электрической сети при асинхронном ходе ЭЭС;
- в) распределение нагрузки станции между агрегатами;
- г) управление потоками мощности в ЭЭС.

Верный ответ: в)

3. Автоматика нормального режима обеспечивает:

Ответы:

- а) вывод элементов ЭЭС в ремонт;
- б) непрерывное соответствие между генерацией и потреблением электроэнергии;
- в) пуск генерирующих агрегатов;
- г) разработку графиков выдачи мощности станций.

Верный ответ: б)

4. Дискретность месячного графика нагрузки составляет:

Ответы:

- а) сутки;
- б) десятки минут;
- в) часы;
- г) десятки секунд.

Верный ответ: а)

5. Время максимальной нагрузки для односменного производства находится в интервале:

Ответы:

- а) (4500...6000) ч/год;
- б) (6000...8000) ч/год;
- в) (2000...3000) ч/год;
- г) (3000...4500) ч/год.

Верный ответ: в)

6. Время максимальной нагрузки для химической промышленности находится в интервале:

Ответы:

- а) (6200...8000) ч/год;
- б) (2000...5000) ч/год;
- в) (5000...6200) ч/год;
- г) (1000...8000) ч/год.

Верный ответ: а)

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-ЗПК-2 Владеет методами моделирования, расчёта, оптимизации и управления электроэнергетическими системами и сетями

### **Вопросы, задания**

1. Определение энергетической и электроэнергетической системы. Свойства ЭС и ЭЭС как объекта управления.
2. Структура балансов мощности и энергии системы.
3. Участие станций в энергетических балансах системы.
4. Особенности составления балансов мощности.
5. Особенности составления баланса электроэнергии.
6. ГЭС в энергетических балансах ЭЭС.
7. Баланс реактивной мощности. Резервы мощности.
8. Оптимальное управление режимами энергосистемы.
9. Задачи оптимизации режимов.
10. Математическая модель управления режимами.
11. Задачи оптимального распределения нагрузки.
12. Оптимальное распределение нагрузки между ТЭС в энергосистеме.
13. Распределение нагрузки в энергосистеме с ТЭС и ГЭС.
14. Распределение нагрузки между агрегатами электростанций.
15. Распределение реактивных нагрузок между агрегатами электростанции.
16. Реализация распределения нагрузки при эксплуатации электростанций и энергосистем.
17. Комплексная оптимизация режимов энергосистем.
18. Характеристика задачи выбора состава агрегатов в энергосистеме.
19. Выбор состава агрегатов в системе с ТЭС.
20. Особенности выбора состава агрегатов с учётом ГЭС.

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

1. На этапе долгосрочного планирования:  
Ответы:  
а) планируют режимы оборудования;  
б) проводят дооптимизацию режима с учётом изменения нагрузок;  
в) планируют аварийные режимы;  
г) определяют последовательность оперативных переключений в электрической сети.  
Верный ответ: а)
2. Режим системы считается оптимальным если удовлетворяет требованию:  
Ответы:  
а) критерия оптимальности;  
б) равенства нулю зависимых переменных;  
в) увеличенной скорости вращения ротора генерирующего агрегата;  
г) отключения части нагрузки.  
Верный ответ: а)
3. При решении задачи оптимального распределения нагрузки между станциями системы выполнение баланса мощности обеспечивается наличием:  
Ответы:  
а) целевой функции;  
б) функцией ограничения в виде равенства;  
в) функцией ограничения в виде неравенства;  
г) неопределённых множителей Лагранжа.  
Верный ответ: б)
4. Декомпозиция задачи выбора состава агрегатов проводится по признакам:  
Ответы:

- а) временному, ситуативному и функциональному;
- б) временному, ситуативному и синоптическому;
- в) дискретному, ситуативному и функциональному;
- г) временному, ситуативному и режимному.

Верный ответ: г)

5. Самые экономичные станции для обеспечения экономичного электроснабжения потребителей «размещают» в:

Ответы:

- а) пиковой части графика нагрузки;
- б) полупиковой части графика нагрузки;
- в) средней части графика нагрузки;
- г) базовой части графика нагрузки.

Верный ответ: г)

6. В структуре генерирующих мощностей ЕЭС России преобладают:

Ответы:

- а) станции на возобновляемых источниках энергии;
- б) гидроэлектростанции;
- в) атомные электрические станции;
- г) тепловые электрические станции.

Верный ответ: г)

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

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

В соответствии с положением о БАРС