

**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  
Специальные вопросы проектирования магистральных электропередач  
СВН**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

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

О.Н.  
Кузнецов

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

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

О.Н.  
Кузнецов

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905bf	

Ю.В. Шаров

## 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-4 Умеет проводить технико-экономическое обоснование схемно-технических решений

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Проверка качества оформления задания

1. Алгоритм определения оптимального перепада напряжений (Расчетно-графическая работа)

2. Алгоритм расчёта предела апериодической статической устойчивости (Расчетно-графическая работа)

3. Особенности появления самовозбуждения генераторов (Расчетно-графическая работа)

4. Расчёт балансов реактивной мощности на промежуточной подстанции (Расчетно-графическая работа)

## БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Методический подход к разработке конкурентно способных вариантов проектируемых электропередач СВН					
Разработка конкурентно способных вариантов проектируемых электропередач СВН. Раздел №1.	+				
Балансирование генерируемой и потребляемой реактивной мощности в узловых точках электропередачи.					
Балансирование генерируемой и потребляемой реактивной мощности в узловых точках электропередачи. Раздел №2.	+				
Обеспечение пропускной способности электропередачи.					

Проверка обеспечения нормированного уровня апериодической статической устойчивости электропередачи. Раздел №3.		+	+	
Выбор схем электрических соединений и параметров основного электротехнического оборудования.				
Выбор схем электрических соединений и параметров основного электротехнического оборудования. Раздел №4.		+	+	
Методы расчетов характерных нормальных режимов работы.				
Расчёты основных нормальных режимов электропередачи при наибольшей и наименьшей передаваемых мощностях. Раздел №5.		+	+	
Потери активной мощности в электропередачах СВН и их оптимизация.				
Нагрузочные потери активной мощности и электроэнергии. Раздел №5.		+	+	
Послеаварийные и особые режимы работы протяжённых электропередач.				
Расчёты послеаварийных и синхронизационных режимов работы электропередачи. Раздел №6.		+	+	
Определение основных технико-экономических показателей спроектированной электропередачи.				
Определение основных технико-экономических показателей спроектированной электропередачи. Раздел №7.				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

### БРС курсовой работы/проекта

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Разработка конкурентно способных вариантов проектируемых электропередач СВН		+			
Балансирование генерируемой и потребляемой реактивной мощности в узловых точках электропередачи		+			
Обеспечение пропускной способности электропередачи			+		
Выбор схем электрических соединений и параметров основного электротехнического оборудования			+		
Расчет характерных нормальных режимов работы				+	+
Расчет потерь активной мощности в электропередачах СВН и их оптимизация				+	
Расчет послеаварийных и особых режимов работы протяжённых электропередач					+
Определение основных технико-экономических показателей спроектированной электропередачи					+
Вес КМ:	25	25	25	25	25

## 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-2 <sub>ПК-1</sub> Умеет критически анализировать характеристики режимов современных электроэнергетических систем и сетей и возможности методов и средств их исследования	Знать: физические основы, определяющие конкретную математическую модель формирование моделей элементов ЭЭС, их различие и область применения	Расчёт балансов реактивной мощности на промежуточной подстанции (Расчетно-графическая работа) Алгоритм расчёта предела апериодической статической устойчивости (Расчетно-графическая работа) Алгоритм определения оптимального перепада напряжений (Расчетно-графическая работа)
ПК-2	ИД-4 <sub>ПК-2</sub> Умеет проводить технико-экономическое обоснование схемно-технических решений	Знать: создание математических моделей объектов	Особенности появления самовозбуждения генераторов (Расчетно-графическая работа)

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

### КМ-1. Расчёт балансов реактивной мощности на промежуточной подстанции

**Формы реализации:** Проверка качества оформления задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится путем проверки выполнения 1-го и 2-го разделов КП.

#### Краткое содержание задания:

Расчёт балансов реактивной мощности на промежуточной подстанции.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: формирование моделей элементов ЭЭС, их различие и область применения	1. На чем основывается баланс реактивной мощности на промежуточной подстанции?
---	--

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Решение получено правильно.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Решение получено с небольшими ошибками.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Формулы записаны правильно, но имеются ошибки при расчете.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Нет решения или формулы записаны неверно.

### КМ-2. Алгоритм расчёта предела апериодической статической устойчивости

**Формы реализации:** Проверка качества оформления задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится путем проверки выполнения 3-го и 4-го разделов КП.

#### Краткое содержание задания:

Алгоритм расчёта предела статической устойчивости.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: физические основы, определяющие конкретную математическую модель	1. Что такое “предел статической устойчивости электропередачи СВН”?
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Решение получено правильно.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Решение получено с небольшими ошибками.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Формулы записаны правильно, но имеются ошибки при расчете.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Нет решения или формулы записаны неверно.

**КМ-3. Алгоритм определения оптимального перепада напряжений**

**Формы реализации:** Проверка качества оформления задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится путем проверки выполнения 5-го и 6-го разделов КП.

**Краткое содержание задания:**

Алгоритм определения оптимального перепада напряжений.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: физические основы, определяющие конкретную математическую модель	1. Для какого режима электропередачи СВН определяется оптимальный перепад напряжения?
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Решение получено правильно.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Решение получено с небольшими ошибками.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Формулы записаны правильно, но имеются ошибки при расчете.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Нет решения или формулы записаны неверно.

**КМ-4. Особенности появления самовозбуждения генераторов**

**Формы реализации:** Проверка качества оформления задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится путем проверки выполнения 7-го и 8-го разделов КП.

**Краткое содержание задания:**

Особенности появления самовозбуждения генераторов.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: создание математических моделей объектов	1. Что такое “самовозбуждение генераторов”, как оно влияет на технико-экономические показатели спроектированной электропередачи?
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Решение получено правильно.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Решение получено с небольшими ошибками.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Формулы записаны правильно, но имеются ошибки при расчете.*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Нет решения или формулы записаны неверно.*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Методика выбора марок АС-проводов для ВЛ СВН. Учёт существующих ограничений.
2. Возможности синхронных машин (ГГ, ТГ, СК, АСК) в потреблении реактивной мощности.

### Процедура проведения

Письменный ответ на два вопроса. Время подготовки 45 мин.

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

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

### Вопросы, задания

1. Использование понятия «время потерь» в расчётах потерь электроэнергии и варианты численного определения этого времени.
2. Ограничение пропускной способности электропередачи СВН по нагреву проводов расщеплённых фаз.
3. Ограничение пропускной способности электропередачи СВН по располагаемым диапазонам регулирования АРВ генераторов и РПН автотрансформаторов конечных подстанций.
4. Задачи и методика расчёта режима наименьшей передаваемой мощности электропередачи с отбором мощности на промежуточной подстанции.
5. Пути и способы повышения пропускной способности протяжённых электропередач СВН в нормальных и послеаварийных режимах работы.
6. Методика проведения расчёта требуемой реактивной мощности дополнительно устанавливаемого источника реактивной мощности при заданном перепаде напряжения для электропередачи с отбором мощности на промежуточной подстанции.
7. Способы повышения пропускной способности двухцепных ВЛ электропередачи в послеаварийных режимах работы при отключении одной из цепей.
8. Возможности синхронных машин в потреблении реактивной мощности.
9. Устройство продольной ёмкостной компенсации (УПК) как средство повышения пропускной способности ВЛ электропередачи. Методика учёта УПК в расчётах режимных параметров.
10. Особенности выполнения расчётов нормальных режимов работы ВЛ СВН при проектировании и эксплуатации.
11. Управляемые шунтирующие реакторы и устройства продольной ёмкостной компенсации как средства придания гибких свойств электропередачам СВН.
12. Характеристики режима одностороннего включения ВЛ СВН под напряжение. Методы нормализации этого режима.
13. Расчётные формулы для определения реактивных мощностей по концам участков реальных ВЛ СВН.

- 14.Режимно-технические ограничения, вводимые на распределение напряжения по длине ВЛ СВН и учитываемые в расчётах нормальных режимов работы электропередач СВН.
- 15.Вывод расчётных формул для определения реактивных мощностей по концам коротких участков реальных ВЛ СВН.
- 16.Схемы замещения электротехнических устройств, применяемых на протяжённых линиях электропередачи СВН.
- 17.Особый режим одностороннего включения ВЛ СВН под напряжение, его режимные особенности. Изменение режимных параметров по длине ВЛ.
- 18.Методика расчёта удельных потерь мощности (кВт/км) при коронировании проводов СВН.
- 19.Способы задания исходной информации для режимных и схемных параметров в расчётах нормальных режимов работы ВЛ СВН и соответствующие им алгоритмы решения задачи.
- 20.Учёт разнообразия атмосферных состояний в методике расчёта удельных потерь мощности (кВт/км) при коронировании проводов ВЛ СВН.
- 21.Состав режимных параметров и взаимосвязи между ними применительно к режимам работы протяжённых ВЛ электропередачи СВН.
- 22.Компактные ВЛ: преимущества перед ВЛ традиционного исполнения; особенности нормальных режимов работы; возможности снижения потерь активной мощности.
- 23.Источники реактивной мощности (ИРМ), применяемые для обеспечения потребителей промежуточных подстанций электропередач СВН. Преимущества и недостатки ИРМ различных типов.
- 24.Учёт изменения режимных параметров вдоль электропередачи СВН в расчётах суммарных потерь мощности при коронировании проводов. Алгоритм минимизации суммарных потерь активной мощности.
- 25.Проектные задачи, решаемые при рассмотрении нормальных режимов работы магистральных электропередач СВН.
- 26.Условия, которые должны выполняться при точной синхронизации на шинах промежуточной подстанции магистральной электропередачи СВН.
- 27.Условия, которые должны выполняться при точной синхронизации на шинах электростанции в начале первого участка магистральной электропередачи СВН.
- 28.Методика расчета нагрузочных потерь активной мощности и электроэнергии в магистральных электропередачах СВН.
- 29.Методика расчета потерь активной мощности и электроэнергии на корону в магистральных электропередачах СВН.
- 30.Методика проверки предельного коэффициента запаса по апериодической статической устойчивости магистральной электропередачи СВН.
- 31.Расчеты предельных по активной мощности и апериодической статической устойчивости режимов.

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

1.Влияние на апериодическую устойчивость работы электропередачи СВН включение УПК.

Ответы:

1. 1) Не влияет на апериодическую устойчивость работы электропередачи.
2. 2) Повышает апериодическую устойчивость работы электропередачи.
3. 3) Уменьшает апериодическую устойчивость работы электропередачи.

Верный ответ: 2

2.В каких случаях в КП напряжение на шинах 500 кВ электростанции поддерживается  $1,05 U_{ном}$ ?

Ответы:

1. 1) При расчете баланса реактивной мощности на шинах 500 кВ ПС в режиме наибольшей передачи мощности по электропередаче.
2. 2) При выборе оптимального перепада напряжения в режиме наибольшей передачи мощности по электропередаче.
3. 3) При расчете аperiodической статической устойчивости работы электропередачи.
4. 4) При расчете баланса реактивной мощности на шинах 500 кВ ПС в режиме наименьшей передачи мощности по электропередаче.
5. 5) При выборе оптимального перепада напряжения в режиме наименьшей передачи мощности по электропередаче.

Верный ответ: 1,2,3

3. В каком случае возникает проблема “самовозбуждения” при синхронизации генераторов электростанции?

Ответы:

1. 1) При синхронизации на шинах 500 кВ электростанции.
2. 2) При синхронизации на шинах 500 кВ ПС.
3. 3) При синхронизации на шинах генераторного напряжения электростанции.

Верный ответ: 2

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-4ПК-2 Умеет проводить технико-экономическое обоснование схемно-технических решений

### Вопросы, задания

1. Методика выбора целесообразного перепада напряжения при проектной оптимизации режима наибольшей передаваемой мощности.
2. Перепад напряжения, обеспечивающий равенство реактивных мощностей на концах участков ВЛ СВН и наименьшие из возможных нагрузочные потери активной мощности при учёте ограничений на распределение напряжения.
3. Технико-экономические показатели спроектированной электропередачи СВН: перечень, методы определения и анализ получаемых значений

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Технико-экономические показатели спроектированной электропередачи СВН.

Ответы:

1. 1) Суммарные капитальные затраты.
2. 2) Суммарные издержки.
3. 3) Суммарные потери электроэнергии.
4. 4) Суммарные потери активной мощности.
5. 5) Дисконтированные затраты.
6. 6) Себестоимость 1кВт.часа передаваемой электроэнергии по электропередаче.

Верный ответ: 1,2,3,4,6

### II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Ответ полный, имеются небольшие неточности.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Ответ практически полный, но имеются небольшие ошибки.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Ответ неполный, имеются ошибки.*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Нет ответа на поставленный вопрос.*

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

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ "МЭИ" на основании семестровой и зачетной составляющих.

**Для курсового проекта/работы:**

**1 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Проверка правильности выполнения курсового проекта, ответы на вопросы преподавателя(лей).

### ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Курсовой проект выполнен правильно и полностью, небольшие неточности в ответах на поставленные вопросы.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Курсовой проект выполнен полностью, небольшие ошибки в курсовом проекте и в ответах на поставленные вопросы.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Курсовой проект выполнен полностью, ошибки в курсовом проекте, которые могли повлиять на точность расчета оптимального варианта электропередачи.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Курсовой не выполнен полностью или имеются ошибки, которые влияют на выбор оптимального варианта.

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

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ "МЭИ" на основании защиты КП.