

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат


Форма обучения: Заочная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Качество электроэнергии**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:


Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Янченко С.А.
	Идентификатор	R50a3970c-YanchenkoSA-d27968f

С.А. Янченко

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Михеев Д.В.
	Идентификатор	Re17531c2-MikheevDV-e437ec4f

Д.В. Михеев

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 применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов, способов производства, транспорта и использования электроэнергии

ИД-2 умеет формировать прогнозы потребления электроэнергии и мощности

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Нормирование качества электроэнергии. Контроль качества. (Тестирование)
2. Основные понятия качества электроэнергии (Тестирование)
3. Расчет показателей качества. Средства улучшения качества электроэнергии. (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Средства улучшения качества электроэнергии. Контрольная работа (Контрольная работа)
2. Управление качеством электроэнергии (Контрольная работа)

БРС дисциплины

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Основные понятия качества электроэнергии (Тестирование)

КМ-2 Нормирование качества электроэнергии. Контроль качества. (Тестирование)

КМ-3 Расчет показателей качества. Средства улучшения качества электроэнергии. (Тестирование)

КМ-4 Средства улучшения качества электроэнергии. Контрольная работа (Контрольная работа)

КМ-5 Управление качеством электроэнергии (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	3	6	9	12	16
Основные понятия и определения						

Качество электроэнергии. Основные понятия и определения	+				
Нормирование показателей качества электроэнергии в ГОСТ 32144-2013	+				
Нормирование и контроль качества электроэнергии					
Регулирование напряжения		+			
Несинусоидальность токов и напряжения		+			
Расчет показателей качества электроэнергии					
Режимы систем электроснабжения с несимметричными нагрузками			+		
Колебания напряжения			+		
Средства улучшения качества электроэнергии					
Провалы и кратковременные исчезновения напряжения				+	
Современные средства для контроля и анализа качества электроэнергии				+	
Управление качеством электроэнергии					
Методы и средства обеспечения требуемого уровня показателей качества					+
Оценка вклада потребителя в общий уровень показателей качества электроэнергии					+
Вес КМ:	20	20	20	20	20

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 формировать прогнозы потребления электроэнергии и мощности	Знать: Ключевые понятия качества электроэнергии и научатся применять требования ГОСТ 32144-2013 для оценки и поддержания необходимого уровня качества электроснабжения Методы расчета и анализа основных показателей качества электроэнергии, необходимых для оценки состояния электрических сетей, мероприятия по повышению надежности электроснабжения Методы контроля и оценки качества электрического снабжения Уметь: Выбирать и применять устройства и технологии для повышения качества	КМ-1 Основные понятия качества электроэнергии (Тестирование) КМ-2 Нормирование качества электроэнергии. Контроль качества. (Тестирование) КМ-3 Расчет показателей качества. Средства улучшения качества электроэнергии. (Тестирование) КМ-4 Средства улучшения качества электроэнергии. Контрольная работа (Контрольная работа) КМ-5 Управление качеством электроэнергии (Контрольная работа)

		электроэнергии, устраняя отклонения и улучшая надежность электроснабжения Организовывать процессы управления качеством электроэнергии, проводить мониторинг, анализировать данные и разрабатывать мероприятия по обеспечению требуемого уровня качества электроснабжения	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Основные понятия качества электроэнергии

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Компьютерное тестирование по темам раздела.

Краткое содержание задания:

Проверка теоретических знаний механизмов возникновения ухудшения качества электроэнергии сети

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Ключевые понятия качества электроэнергии и научатся применять требования ГОСТ 32144-2013 для оценки и поддержания необходимого уровня качества электроснабжения	<p>1. В рамках какого опыта В.В. Петров в 1803 г. продемонстрировал практическое применение электричества: *возникновение электрической дуги в результате электрического разряда между концами слегка разведенных углей к которым была присоединена большая гальваническая батарея электрическое притяжение, электростатическая индукция и проводимость льняной нити, в результате трения с серным шаром искрение провоочного вывода лейденского сосуда в результате зарядки касанием вывода внутренней обкладки стеклянного шара</p> <p>2. Какая стандартная величина напряжения была впервые введена в 1870 г.: *110 В 220 В 380 В</p> <p>3. Первый государственный стандарт на качество электроэнергии ГОСТ 13109 появился в: *1967 г. 1987 г. 1997 г.</p> <p>4. Электромагнитная помеха может проявляться как: *ток *напряжение *электромагнитное поле</p>

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	5. Чем характеризуются колебания напряжения? * дозой фликера отклонением напряжения действующим значением напряжения

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Нормирование качества электроэнергии. Контроль качества.

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Компьютерное тестирование по темам раздела.

Краткое содержание задания:

Проверка теоретических знаний методов нормирования качества электроэнергии сети

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Методы контроля и оценки качества электрического снабжения	<p>1. Отметьте составляющие баланса активной мощности системы</p> <ul style="list-style-type: none"> * активная мощность выдаваемая генераторами электростанций * мощность, потребляемая нагрузкой * технологические потери в элементах сети * потери в нагрузке <p>2. Предельно допустимое отклонение частоты составляет:</p> <ul style="list-style-type: none"> * ± 0.4 Гц + 0.8 Гц + 1.5 Гц

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	<p>3.Нормально допустимое отклонение напряжения составляет: +-5 % +-7.5 % *в ГОСТе нормально допустимое значение отклонения напряжения не приводится</p> <p>4.Предельно допустимое отклонение напряжения составляет: *+-10 % +-20 % +-5 %</p> <p>5.Предельно допустимое значение кратковременной дозы фликера составляет: *1.38 2.07 0.5</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Расчет показателей качества. Средства улучшения качества электроэнергии.

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Компьютерное тестирование по темам раздела.

Краткое содержание задания:

Проверка теоретических знаний методов расчета и улучшения качества электроэнергии сети

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
<p>Знать: Методы расчета и анализа основных показателей качества электроэнергии, необходимых для оценки состояния электрических сетей, мероприятия по повышению надежности электроснабжения</p>	<p>1. Падение напряжения в линии, соединяющей узлы 1 и 2, определяется как: *векторная разность напряжений в соответствующих узлах арифметическая разность напряжений в соответствующих узлах арифметическая разность напряжений в соответствующих узлах, отнесенная к номинальному напряжению сети</p> <p>2. На каком интервале наблюдения устанавливается «виновность» субъекта в ухудшении качества электроэнергии? * 1 неделя 24 часа 2 часа</p> <p>3. Установившееся отклонение напряжение нормируется: * на выводах электроприемников. на шинах вводно-распределительного щита здания на шинах этажных щитов питания электроприемников</p> <p>4. В соответствии с СП 31-110-2003 суммарные потери напряжения от шин 0.4 кВ ТП до наиболее удаленной лампы общего освещения не должны превышать: * 7.5 % 10 % 5%</p> <p>5. В гармоническом спектре периодической нечетной функции $x(t) = x(t + T/2)$ отсутствуют: * гармоники четных порядков гармоники нечетных порядков гармоники с номерами, кратными трем</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Средства улучшения качества электроэнергии. Контрольная работа

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в письменной форме по вариантам.

Краткое содержание задания:

Проверка практических навыков расчета показателей качества электроэнергии сети

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Выбирать и применять устройства и технологии для повышения качества электроэнергии, устраняя отклонения и улучшая надежность электроснабжения	1. Колебания напряжения 7. Рассчитать кратковременную дозу фликера P_{st} в электрической сети прокатного стана в соответствии с приведенным 10-секундным графиком изменения реактивной мощности. Мощность КЗ составляет $S_{кз}=250$ МВА. Отклонение напряжения 9. Определить необходимость установки, тип и мощность КУ в конце линии, питающей нагрузку $S_{max}=0.6 + j0.4$ МВА для обеспечения допустимого уровня напряжения питания потребителя. Сопровождающие параметры линии $R=8.9$ Ом, $X=6$ Ом, напряжение в начале линии $U_1=6$ кВ. Нагрузка в минимальном режиме составляет $S_{min}=0.4$ МВА. 2. Несинусоидальность 1. Рассчитать уровни несинусоидальности напряжения для шин НН ТП, питающей линейную нагрузку суммарной мощностью $S_n=550$ кВА, $\cos\phi=0.75$, а также преобразователь мощностью $S_{пр}=360$ кВА, $\cos\phi=0.6$. В спектре тока преобразователя содержатся 5-я и 7-я ВГ ($I_5=10\%I_1$, $I_7=5\%I_1$). На ТП установлен трансформатор ТМ-1000/10/0.4, $\Delta P_k=12.2$ кВт, $\Delta P_x=2.45$ кВт, $I_x=1.4\%$, $U_k=5.5\%$. На шинах НН ТП также установлена конденсаторная батарея мощностью $Q_{бк}=350$ квар. Мощность КЗ системы $S_{кз}=173$ МВА. Определить уровень 5-й ВГ напряжения на шинах НН ТП.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. Управление качеством электроэнергии

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в письменной форме по вариантам.

Краткое содержание задания:

Проверка практических навыков расчета уровней несимметрии, несинусоидальности напряжения, сокращения срока службы и фактического вклада искажающего потребителя в общий уровень помех сети

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Организовывать процессы управления качеством электроэнергии, проводить мониторинг, анализировать данные и разрабатывать мероприятия по обеспечению требуемого уровня качества электроснабжения	1. Для расчета требований к КЭ, включаемых в договор энергоснабжения определить допустимый вклад для каждого потребителя (ДВП) и допустимый вклад внешней системы электроснабжения (ДВС) в точке общего присоединения для схемы, представленной на рисунке. Мощность трансформатора $S_{Tr}=16000$ кВ·А; $S_{кз10}=100$ МВА – мощность КЗ на шинах 10 кВ; $S_{кз110}=2500$ МВ·А – мощность КЗ на шинах 110 кВ. Заявленные мощности потребителей по договору (максимум нагрузки): $S_{п1}=2500$ кВ А; $S_{п2}=3500$ кВ А; $S_{п3}=6000$ кВ А. Оценку допустимого вклада необходимо провести для следующих ПКЭ: - КУ(5) и КУ для П1 (тяговая ПС имеет 6-пульсные преобразователи); - КУ(11) и КУ для П2 (комплексная нагрузка); - К2У и КУ для П3 (комплексная нагрузка). 2. Для приведенной схемы питания индукционной печи рассчитать значения коэффициента несимметрии обратной

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	<p>последовательности на шинах 10 кВ трансформатора ТМ 25000/110/10. К шинам трансформатора через кабельную линию с сопротивлением $Z_{кл} = 0.14 + j0.05$ Ом подключен РП, к шинам которого подключены АД мощностью $S_{ад}=1000$ кВт, $k_{п}=6.5$, индукционная печь $S_{печ}=2500$ кВА $\cos\phi=0.95$, конденсаторная батарея $Q_{бк}=150$ квар. Мощность КЗ системы $S_{кз}=200$ МВА.</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Назовите аппаратные средства снижения уровней несимметрии в электрических сетях.
2. Нормирование отклонения частоты в ГОСТ 32144-2013.
3. Для заданной схемы питания нагрузки определить необходимость установки, тип и мощность конденсаторных установок, необходимых для обеспечения допустимых уровней напряжения питания потребителя. Параметры электрооборудования и нагрузки приведены на схеме.

Процедура проведения

Письменный опрос (по билетам)

I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-1 умеет формировать прогнозы потребления электроэнергии и мощности

Вопросы, задания

1. **Отметьте составляющие баланса активной мощности системы**
Отметьте составляющие баланса реактивной мощности системы

Материалы для проверки остаточных знаний

1. В рамках какого опыта В.В. Петров в 1803 г. продемонстрировал практическое применение электричества:

Ответы:

возникновение электрической дуги в результате электрического разряда между концами слегка разведенных углей к которым была присоединена большая гальваническая батарея

электрическое притяжение, электростатическая индукция и проводимость льняной нити, в результате трения с серным шаром

искрение провоочного вывода лейденского сосуда в результате зарядки касанием вывода внутренней обкладки стеклянного шара

Верный ответ: возникновение электрической дуги в результате электрического разряда между концами слегка разведенных углей к которым была присоединена большая гальваническая батарея

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу