

**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: Техника и электрофизика высоких напряжений**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Современные технологии проектирования и производства  
высоковольтного оборудования**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Матвеев Д.А.
	Идентификатор	Rcb243d05-MatveevDA-f9ddc1fa

(подпись)

Д.А. Матвеев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лебедева Н.А.
	Идентификатор	R75716a03-LebedevaNA-9930664

(подпись)

Н.А.

Лебедева

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Темников А.Г.
	Идентификатор	Ra0abb123-TemnikovAG-2d4db00

(подпись)

А.Г.

Темников

(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-2 Способен применять методы анализа, разрабатывать и обосновывать технические решения при проектировании объектов профессиональной деятельности (техники и электрофизики высоких напряжений)

ИД-3 Демонстрирует понимание технологических аспектов при проектировании и производстве современного оборудования высокого напряжения

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Проверка задания

1. Порядок разработки и постановки на производство продукции производственно-технического назначения (Домашнее задание)

Форма реализации: Проверка качества оформления задания

1. Технологические этапы производства силовых и измерительных маслонаполненных трансформаторов (Реферат)

2. Технологические этапы производства электрооборудования распределительных устройств (Реферат)

## БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	4	8	12
Технологическая подготовка производства				
Технологическая подготовка производства		+		
Производство силовых и измерительных маслонаполненных трансформаторов				
Производство силовых и измерительных маслонаполненных трансформаторов			+	
Технологии производства электрооборудования распределительных устройств				
Технологии производства электрооборудования распределительных устройств				+
	Вес КМ:	30	30	40

\$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-2	ИД-3ПК-2 Демонстрирует понимание технологических аспектов при проектировании и производстве современного оборудования высокого напряжения	Знать: технологические аспекты производства фарфоровых, стеклянных и полимерных изоляторов современные технологии производства литой изоляции электрооборудования высокого напряжения современные технологии производства варисторов и нелинейных ограничителей перенапряжений технологический цикл производства кабелей и кабелей муфт высокого напряжения с изоляцией из сшитого полиэтилена современные технологии термовакuumной обработки изоляции активных частей маслонаполненного	Порядок разработки и постановки на производство продукции производственно-технического назначения (Домашнее задание) Технологические этапы производства силовых и измерительных маслонаполненных трансформаторов (Реферат) Технологические этапы производства электрооборудования распределительных устройств (Реферат)

		электрооборудования современные технологии производства маслонаполненных силовых и измерительных трансформаторов основные положения единой системы технологической документации порядок проведения работ по разработке и постановке на производство продукции производственно- технического назначения для топливно- энергетического комплекса России	
--	--	---	--

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

### **КМ-1. Порядок разработки и постановки на производство продукции производственно-технического назначения**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работы выполняются индивидуально по вариантам заданий. Проверка осуществляется во внеаудиторные часы, ошибки указываются и разбираются в тексте выполненного задания.

#### **Краткое содержание задания:**

Составить техническое задание на разработку основного электрооборудования распределительного устройства подстанции.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные положения единой системы технологической документации	1.Какие основные виды конструкторских документов вы знаете 2.Какие существуют стадии разработки изделия 3.Какие основные виды технологических документов вы знаете
Знать: порядок проведения работ по разработке и постановке на производство продукции производственно-технического назначения для топливно-энергетического комплекса России	1.Каковы основные действия заказчика при постановке продукции на промышленное производство 2.Каковы основные действия разработчика при постановке продукции на промышленное производство 3.Каковы основные действия изготовителя при постановке продукции на промышленное производство

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

### **КМ-2. Технологические этапы производства силовых и измерительных маслонаполненных трансформаторов**

**Формы реализации:** Проверка качества оформления задания

**Тип контрольного мероприятия:** Реферат

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работы выполняются индивидуально по вариантам заданий. Проверка осуществляется во внеаудиторные часы, ошибки указываются и разбираются в тексте выполненного задания.

**Краткое содержание задания:**

Написать реферат по теме “Производство силовых и измерительных маслонаполненных трансформаторов”

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: современные технологии производства маслонаполненных силовых и измерительных трансформаторов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Каковы технологические этапы производства сульфатной целлюлозы</li> <li>2.Какие существуют методы технологической обработки электроизоляционного картона и каковы области их применения</li> <li>3.Как классифицируются обмоточные провода и технологические способы их соединения</li> <li>4.Каковы основные технические характеристики электротехнических сталей</li> <li>5.Какие существуют показатели качества трансформаторных масел</li> </ol>
Знать: современные технологии термовакуумной обработки изоляции активных частей маслонаполненного электрооборудования	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Какие существуют способы термовакуумной обработки целлюлозно-бумажной изоляции</li> </ol>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

### **КМ-3. Технологические этапы производства электрооборудования распределительных устройств**

**Формы реализации:** Проверка качества оформления задания

**Тип контрольного мероприятия:** Реферат

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работы выполняются индивидуально по вариантам заданий. Проверка осуществляется во внеаудиторные часы, ошибки указываются и разбираются в тексте выполненного задания.

**Краткое содержание задания:**

Написать реферат по теме “Технологические этапы производства электрооборудования распределительных устройств”

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: современные технологии производства варисторов и нелинейных ограничителей перенапряжений	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Из каких этапов состоит технологический цикл производства варисторов ОПН</li> </ol>
Знать: современные технологии производства литой изоляции электрооборудования высокого	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Каковы основные компоненты эпоксидных компаундов</li> </ol>

напряжения	
Знать: технологические аспекты производства фарфоровых, стеклянных и полимерных изоляторов	1.Каковы основные этапы производства фарфоровых и стеклянных изоляторов
Знать: технологический цикл производства кабелей и кабелей муфт высокого напряжения с изоляцией из сшитого полиэтилена	1.Какие существуют технологические этапы производства кабелей с СПЭ-изоляцией 2.В чем особенности силанольной и пероксидной сшивки полиэтилена 3.Какие существуют разновидности экструзионные линий непрерывной вулканизации 4.Как классифицируются муфты для кабелей с СПЭ-изоляцией по типу изготовления изоляции и по типу монтажа

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка: не зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию



# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 2 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Единая система технологической документации (ЕСТД). Назначение комплекса документов ЕСТД. Состав и классификация документов
2. Последовательность сборки соединительных муфт кабелей с СПЭ-изоляцией на напряжение 10 кВ

### Процедура проведения

Экзамен проводится устно по билетам с теоретическими вопросами

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-2 Демонстрирует понимание технологических аспектов при проектировании и производстве современного оборудования высокого напряжения

### Вопросы, задания

1. Единая система технологической документации (ЕСТД). Назначение комплекса документов ЕСТД. Состав и классификация документов
2. Порядок разработки и постановки на производство продукции производственно-технического назначения для топливно-энергетического комплекса
3. Целлюлоза как основа изоляции маслонаполненных трансформаторов. Технологические этапы производства сульфатной целлюлозы
4. Изготовление изоляционных деталей маслонаполненных трансформаторов. Методы технологической обработки электроизоляционного картона. Характеристики электроизоляционных картонов по стандартам ГОСТ и МЭК
5. Изготовление обмоток. Классификация обмоток силовых трансформаторов и технология их производства
6. Классификация обмоточных проводов и технологические способы их соединения
7. Технологические этапы изготовления магнитопроводов. Классификация электротехнических сталей
8. Особенности производства измерительных трансформаторов тока и напряжения
9. Химический состав и производство трансформаторных масел
10. Физические показатели качества трансформаторных масел. Методы их измерения и контроля
11. Химические показатели качества трансформаторных масел. Методы их измерения и контроля
12. Электрические показатели качества трансформаторных масел. Методы их измерения и контроля
13. Влагосодержание трансформаторных масел. Состояния воды в бумажно-масляной изоляции. Измерение влагосодержания по методу Карла Фишера
14. Вакуумная сушка бумажной изоляции. Способы подвода тепла к бумажной изоляции. Температура сушки. Глубина вакуума. Пропитка бумажной изоляции
15. Вакуум-дегазационные установки, состав и назначение. Механические и пароструйные вакуумные насосы. Контроль сушки и пропитки. Вакуумная сушка и пропитка конденсаторов и трансформаторов

16. Технологические этапы производства кабелей с СПЭ-изоляцией
17. Производство проволоки. Волоочильные машины. Технологии производства жил кабелей.
18. Силанольная и пероксидная сшивки полиэтилена. Достоинства и недостатки. Экструзионные линии непрерывной вулканизации. Горизонтальные, вертикальные и наклонные линии
19. Варианты конструкции и классификация муфт для кабелей с СПЭ-изоляцией по типу изготовления изоляции и по типу монтажа
20. Материал оксидно-цинковых варисторов ОПН. Технологический цикл производства варисторов
21. Типовые конструкции ОПН, технологические аспекты их изготовления. Технологический цикл производства ОПН
22. Основные компоненты эпоксидных компаундов. Отвержение эпоксидных компаундов
23. Технология производства литой изоляции
24. Основные требования к изделиям из электротехнического фарфора. Приготовление фарфоровых масс и глазурей. Оформление изоляторов. Сушка и глазурирование изоляторов. Обжиг и армирование фарфоровых изоляторов
25. Стекланые изоляторы. Технология изготовления. Составление шихты, варка стекломассы и формование изоляторов. Огневая полировка, выравнивание, закалка изоляторов. Термоконтроль и гидрофобизация стеклотеталей, армирование изоляторов
26. Длинностержневые полимерные изоляторы. Производство кремнийорганических изоляционных покрывшек. Герметизация. Тройная точка

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

1. Расставьте в правильном порядке стадии разработки изделия

Ответы:

- а) эскизный проект
- б) техническое задание
- в) рабочая документация
- г) технический проект
- д) техническое предложение

Верный ответ: б, д, а, г, в

2. Выберите обязательные документы, разрабатываемые на стадии технического проекта

Ответы:

- а) Ведомость технического проекта
- б) Габаритный чертёж
- в) Ведомость покупных изделий
- г) Пояснительная записка
- д) Чертёж общего вида
- е) Технические условия
- ж) Программа и методика испытаний

Верный ответ: а, г, д

3. Расположите схемы шихтовки магнитопроводов трансформаторов в порядке убывания соответствующих им потерь на намагничивание

Ответы:

- а) с косым стыком
- б) по технологии step-lap
- в) с прямым стыком

Верный ответ: в, а, б

4. Выберите типы катушечных обмоток силового трансформатора, в которых приняты меры по увеличению продольной емкости обмотки

Ответы:

- а) переплетенная
- б) непрерывная
- в) непрерывная с регулировочными ответвлениями
- г) переплетенная
- д) частично переплетенная
- е) с холостыми витками
- ж) с емкостными кольцами

Верный ответ: а, г, д, е

5. Выберите факторы, определяющие измеренное значение влагосодержания трансформаторного масла в электрооборудовании

Ответы:

- а) относительное влагосодержание твердой изоляции
- б) относительное влагосодержание окружающего воздуха
- в) средняя температура масла при отборе пробы
- г) температура масла при проведении анализа
- д) атмосферное давление
- е) возраст электрооборудования
- ж) метод измерения влагосодержания

Верный ответ: а, в, ж

6. Что будет постепенно происходить с трансформаторным маслом, в котором по результатам анализов не обнаруживается ионол

Ответы:

- а) понизится растворимость воды в масле
- б) повысится степень пенообразования масла
- в) снизится среднее значение пробивного напряжения
- г) увеличится разброс пробивных напряжений
- д) повысится скорость окисления масла

Верный ответ: в, г, д

7. Выберите верные утверждения относительно влагосодержания в трансформаторе

Ответы:

- а) в трансформаторе влага содержится в основном в целлюлозной изоляции
- б) в трансформаторе влага содержится в основном в масле
- в) рост влагосодержания ускоряет процесс деполимеризации бумаги и картона
- г) рост влагосодержания замедляет процесс деполимеризации бумаги и картона
- д) при остывании трансформатора влага постепенно мигрирует из бумаги в масло
- е) при остывании трансформатора влага постепенно мигрирует из масла в бумагу

Верный ответ: а, в, е

8. Расставьте в правильном порядке основные технологические этапы изготовления кабеля

Ответы:

- а) сборка сектора
- б) волочение, изготовление проволоки.
- в) наложение изоляции
- г) приемо-сдаточные испытания
- д) скрутка жил
- е) "шлангование"
- ж) наложение экрана и слоев из водонабухающих лент

Верный ответ: б, д, а, в, ж, е, г

9. Расставьте в правильном порядке основные операции при изготовлении варисторов ОПН

Ответы:

- а) металлизация торцевых поверхностей
- б) перемешивание и измельчение компонентов
- в) гранулирование
- г) шлифовка
- д) формовка (прессование)
- е) обжиг
- ж) испытания и маркировка
- з) нанесение изоляции на боковые поверхности

Верный ответ: б, в, д, е, г, а, з, ж

10. Выберите факторы, определяющие достоинства литой эпоксидной изоляции

Ответы:

- а) механическая прочность
- б) теплостойкость
- в) электрическая прочность
- г) химическая стойкость
- д) трекинговая стойкость
- е) технологичность

Верный ответ: а, в, г, е

11. Расставьте в правильном порядке этапы изготовления фарфоровых изоляторов

Ответы:

- а) формовка
- б) глазурирование
- в) приготовление шликера
- г) приготовление скалки
- д) сушка
- е) армирование
- ж) обжиг

Верный ответ: в, г, а, д, б, ж, е

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Ответы даны верно и четко сформулированы*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: 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, неправильно даны ответы на вопросы углубленного уровня*

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

Итоговая оценка выставляется на основе критериев оценивания заданий промежуточного контроля