



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

Начальник УРОПСИ  
В.А. Мельникова

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе модуля)  
**«TECHNOLOGY OF DESIGN AND MANUFACTURE OF ELECTRICAL EQUIPMENT/  
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА  
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ»**

основной профессиональной образовательной программы магистратуры  
по направлению подготовки

**13.04.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА /  
ELECTRICAL POWER ENGINEERING AND ELECTRICAL ENGINEERING**

ИНСТИТУТ  
РАЗРАБОТЧИК

морских технологий, энергетики и строительства  
кафедра энергетики

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ПК-3 Способен самостоятельно планировать, организовывать и осуществлять управление режимами работы объектов профессиональной деятельности с учетом показателей эффективности	ПК-3.5 Демонстрирует понимание инновационно-технологических рисков при внедрении новой техники и технологий	Production Technology of Equipments for Electrical Power Engineering/ Технология производства оборудования для электроэнергетики	<u>Знать:</u> основные особенности, преимущества и возможные риски современных технологий производства электрического оборудования <u>Уметь:</u> осуществлять и обосновывать выбор технологических решений по производству электрического оборудования с учетом особенностей производственных процессов и возможных рисков <u>Владеть:</u> методами расчета параметров технологических процессов изготовления электрического оборудования по заданным характеристикам
	ПК-3.4 Выполняет расчеты по обоснованию и оптимизации режимов работы объектов профессиональной деятельности	FEM Used in Designing of Electrical Machines and Apparatus/ Метод конечных элементов в проектировании электрических машин и устройств	<u>Знать:</u> основные области применения метода конечных элементов при проектировании электрических машин и устройств <u>Уметь:</u> осуществлять выбор современных программных средств для проектирования электрического оборудования <u>Владеть:</u> современными программными средствами для обоснования и оптимизации режимов работы электрического оборудования

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;

- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания по дисциплинам;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;
- задания для практических занятий.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, относятся:

- вопросы к экзамену по модулю.

### **3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

3.1 Тестовые задания используются для оценки освоения тем дисциплин модуля студентами. Тестирование обучающихся проводится на занятиях после изучения на лекциях соответствующих разделов. В приложении № 1 приведены типовые тестовые задания по дисциплинам модуля.

По итогам выполнения тестовых заданий оценка выставляется по пятибалльной шкале в следующем порядке при правильных ответах на:

- 85–100 % заданий – оценка «5» (отлично);
- 70–84 % заданий – оценка «4» (хорошо);
- 51–69 % заданий – оценка «3» (удовлетворительно);
- менее 50 % – оценка «2» (неудовлетворительно).

3.2 В приложении № 2 приведены типовые задания и контрольные вопросы по темам лабораторных работ по дисциплине «FEM Used in Designing of Electrical Machines and Apparatus / Метод конечных элементов в проектировании электрических машин и устройств». Целью лабораторного практикума является закрепление знаний и умений, полученных на лекционных и практических занятиях. Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении студентом отчета по лабораторной работе и на основании ответов студента на вопросы по тематике лабораторной работы. Студент должен продемонстрировать знания, умения и навыки в предметной области дисциплины, в области техники проведения экспериментов и обработки результатов исследований.

3.3 В приложении № 3 приведены типовые задания для практических занятий по дисциплине «Production Technology of Equipments for Electrical Power Engineering/ Технология производства оборудования для электроэнергетики».

#### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по модулю проводится в форме экзамена. Экзамен проходит в форме ответа на экзаменационные вопросы. Перечень вопросов к экзамену приведен в приложении № 4. Допуск студентов к экзамену осуществляется при условии выполнения и защиты всех лабораторных работ с учетом результатов текущего контроля успеваемости.

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»		«зачтено»	
<b>1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
<b>2 Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3. Научное осмысление изучаемого</b>	Не может делать научно корректных выводов из	В состоянии осуществлять научно	В состоянии осуществлять систематический	В состоянии осуществлять систематический

<p><b>явления, процесса, объекта</b></p>	<p>имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений</p>	<p>корректный анализ предоставленной информации</p>	<p>и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные</p>	<p>и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи</p>
<p><b>4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b></p>	<p>В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки</p>	<p>В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом</p>	<p>В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма</p>	<p>Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи</p>

## **5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ**

Фонд оценочных средств для аттестации по модулю «Technology of design and manufacture of electrical equipment / Технология проектирования и производства электрооборудования» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / Electrical power engineering and electrical engineering.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры энергетики (протокол № 4 от 29.03.2022 г.)

Заведующий кафедрой



В.Ф. Белей

## ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНАМ МОДУЛЯ

### Production Technology of Equipment for Electrical Power Engineering / Технология производства оборудования для электроэнергетики

#### Вариант № 1

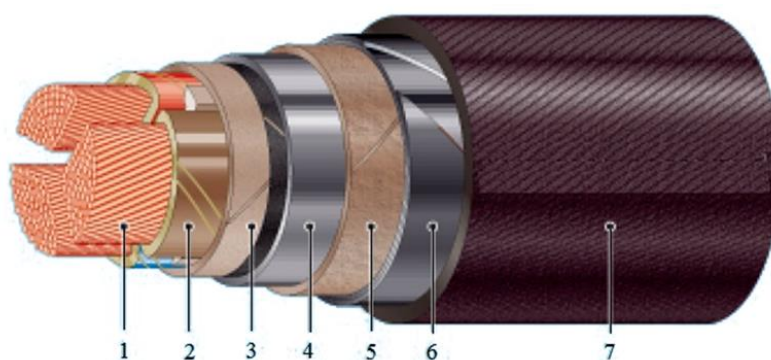
*Вопрос 1. Определение «Кабельное изделие, содержащее одну или более изолированных, жил (проводников), заключенных в металлическую или неметаллическую оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься соответствующий защитный покров, в который может входить броня, и пригодное, в частности, для прокладки в земле и под водой» соответствует изделию*

1. Кабель	3. Шнур
2. Провод	4. Жила

*Вопрос 2. По способу производства и конструкции токопроводящие жилы различают на*

1. Многожильные и одножильные	3. Многопроволочные и однопроволочные
2. Одножильные и однопроволочные	4. Одножильные и одновитковые

*Вопрос 3. Показанный на рисунке под номером 1 элемент кабельного изделия, служащий для передачи электрического тока, называется*



1. Однопроволочный провод	3. Многопроволочный провод
2. Токопроводящая жила	4. Медная оплётка

*Вопрос 4. По технологии скрутки токопроводящих жил в зависимости от формы проволок в повивах **НЕ** различают скрутку*

1. Нормальную	3. Тороидальную
2. Комбинированную	4. Стренговую

*Вопрос 5. Применяемые при производстве токопроводящих жил крутильные машины одинарной скрутки с узкой длинной обтекаемой формы рамкой, вращающейся вокруг отдающего устройства, относятся к типу*

1. Цилиндрические	3. Однопоточные
2. Клетьевые	4. Сигарные

*Вопрос 6. Электротехническая сталь, применяемая для производства магнитопроводов по своим магнитным свойствам относится к*

1. Диамангнетикам	3. Ферримагнетикам
2. Ферромагнетикам	4. Парамагнетикам

*Вопрос 7. В зависимости от области применения с точки зрения анизотропии магнитных свойств электротехнические стали подразделяются на*

1. Трансформаторные и дроссельные	3. Магнитные и немагнитные
2. Трансформаторные и динамные	4. Трансформаторные и магнитные

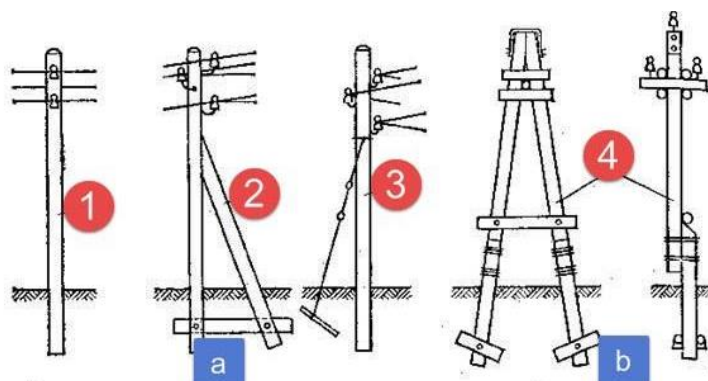
*Вопрос 8. По взаимному расположению обмоток на стержне магнитопровода при производстве силовых трансформаторов обмотки различаются на*

1. Верхние и нижние	3. Концентрические и чередующиеся
2. Центральные и периферийные	4. Концентрические и периферийные

*Вопрос 9. С точки зрения применяемой технологии изготовления композитных опор для линий электропередачи осуществляется*

1. 3D-печатью	3. Формовкой
2. Намоткой	4. Точением

*Вопрос 10. Конструкция опоры линии электропередачи, представленная на рисунке под номером 1, называется*



1. Промежуточная	3. Угловая с оттяжкой
2. Угловая с подкосом	4. Анкерная

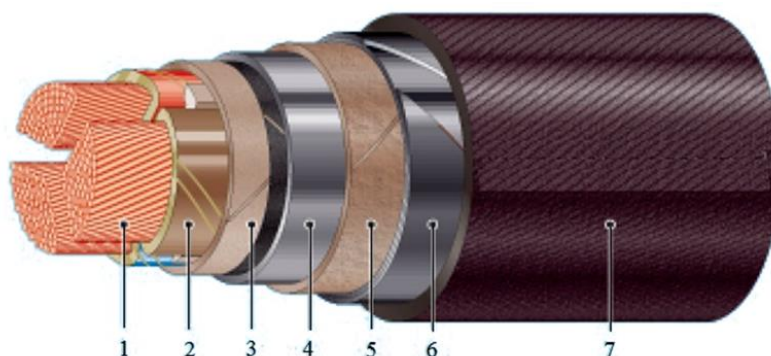


## Вариант № 2

*Вопрос 1. Определение «Кабельное изделие с изолированными жилами повышенной гибкости, служащее для соединения с подвижными устройствами» соответствует изделию*

1. Кабель	3. Шнур
2. Провод	4. Жила

*Вопрос 2. Показанный на рисунке под номером 3 элемент кабельного изделия, служащий для защиты токопроводящей жилы от замыкания, называется*



1. Изоляция жилы	3. Поясная изоляция
2. Подушка	4. Наружный покров

*Вопрос 3. При производстве изолированных токопроводящих жил в качестве формы поперечного сечения жилы **НЕ** используется*

1. Сегментная	3. Торoidalная
2. Секторная	4. Круглая

*Вопрос 4. Параметр кабельного изделия, зависящий от способа производства токопроводящей жилы и определяющий возможность использования изделия при стационарной или нестационарной прокладке, называется*

1. Класс прокладки жилы	3. Категория гибкости жилы
2. Класс гибкости	4. Категория применения

*Вопрос 5. К характерным свойствам токопроводящих жил с чередующимся направлением скрутки повивов относится*

1. При растяжении жилы сильно удлиняются и теряют круглую форму	3. При растяжении жилы не теряют круглой формы и растягиваются незначительно
2. Каждая проволока в жиле расположена произвольно	4. Жилы более гибкие чем при пучковой скрутке

*Вопрос 6. Технология производства электротехнической стали предполагает формирование сплава главным образом на основе*

1. Железа и углерода	3. Железа и кремния
2. Меди и углерода	4. Алюминия и кремния

*Вопрос 7. При производстве магнитопроводов для различных электрических машин по предпочтительному характеру магнитных свойств трансформаторные / динамные стали являются соответственно*

1. Анизотропными / изотропными	3. Анизотропными / анизотропными
2. Изотропными / изотропными	4. Изотропными / анизотропными

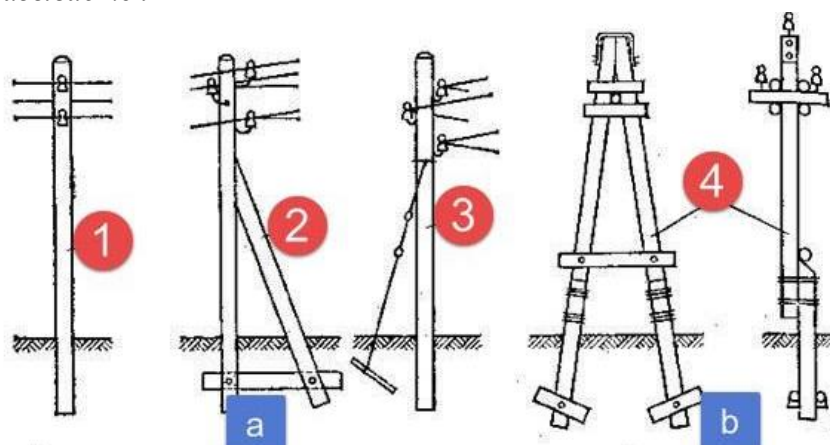
*Вопрос 8. По технологии сборки полос электротехнической стали при производстве магнитопроводов трансформаторов различают методы*

1. Step-lap и Unicore	3. Step-lap и Universal
2. Monocore и Unicore	4. Monocore и Step-core

*Вопрос 9. С точки зрения технологии производства опор для линий электропередачи композитная опора представляет многослойное изделие, состоящее минимум из*

1. Одного диэлектрического материала	3. Одного проводящего материала
2. Двух различных материалов	4. Одного любого материала

*Вопрос 10. Конструкция опоры линии электропередачи, представленная на рисунке под номером 2, называется*



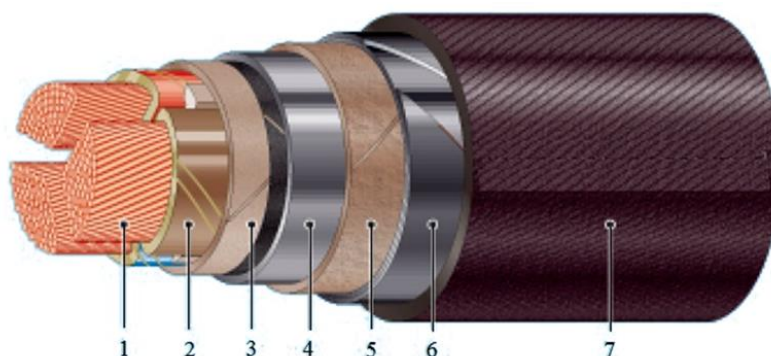
1. Промежуточная	3. Угловая с оттяжкой
2. Угловая с подкосом	4. Анкерная

### Вариант № 3

*Вопрос 1. Определение «кабельное изделие, содержащее одну или несколько скрученных проволок или одну или более изолированных жил, поверх которых в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься легкая неметаллическая оболочка, обмотка и (или) оплетка из волокнистых материалов или проволоки, и не предназначенное, как правило, для прокладки в земле» соответствует изделию*

1. Кабель	3. Шнур
2. Провод	4. Жила

*Вопрос 2. Показанный на рисунке под номером 6 элемент кабельного изделия, служащий для защиты от механических воздействий при прокладке и частично при эксплуатации, называется*



1. Экран	3. Поясная изоляция
2. Подушка	4. Броня

*Вопрос 3. Способы скрутки проволок при производстве токопроводящих жил НЕ классифицируются на*

1. Повивную и пучковую	3. Тугую и свободную
2. Нормальную и комбинированную	4. Однонаправленную и разнонаправленную

*Вопрос 4. Для проводника заданного сечения с ростом количества проволок в составе токопроводящей жилы наиболее вероятно*

1. Повышение класса гибкости и увеличение наружного диаметра	3. Повышение класса гибкости и уменьшение наружного диаметра
2. Понижение класса гибкости и увеличение наружного диаметра	4. Понижение класса гибкости и уменьшение наружного диаметра

*Вопрос 5. Технологическая операция, применяемая при производстве токопроводящих жил на крутильных машинах клетьевого типа, заключающаяся в том, что за каждый оборот крутильной клетки отдающие катушки также поворачиваются на один оборот вокруг оси, параллельной оси клетки, но в направлении, противоположном направлению вращения клетки, называется*

1. Реверсирование	3. Клетьевание
2. Открутка	4. Повивная скрутка

*Вопрос 6. При производстве магнитопроводов для трансформаторов используются материалы, которые по своим магнитным свойствам относятся к*

1. Парамагнетикам	3. Ферромагнетикам
2. Ферримагнетикам	4. Диагмагнетикам

*Вопрос 7. Специально заданная при производстве особенность трансформаторной электротехнической стали, заключающаяся в наличии высоких магнитных свойств в определенном направлении полосы материала, называется*

1. Магнитной неоднородностью	3. Магнитным сопротивлением
2. Магнитной анизотропией	4. Магнитной корреляцией

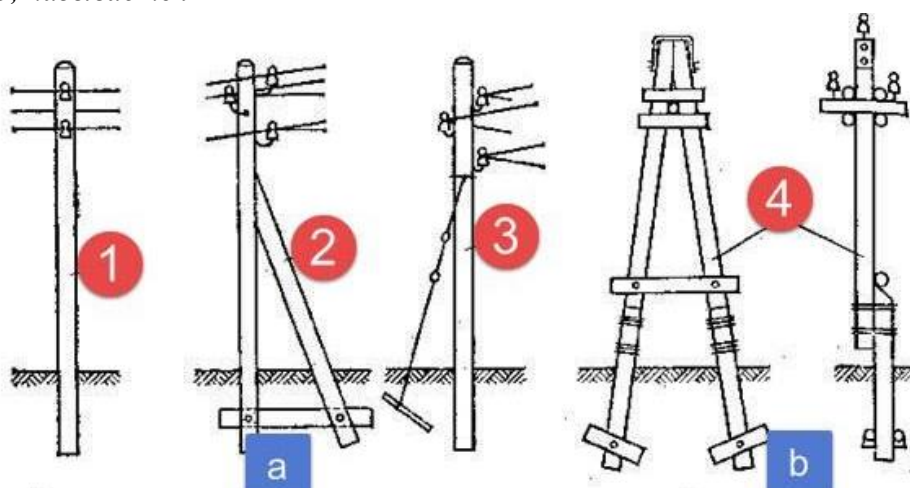
*Вопрос 8. Технология намотки обмоток трансформаторов, предполагающая укладку дистанционных пластин и создание промежутков между слоями обмотки, реализуется с целью улучшения*

1. Межвитковой изоляции	3. Охлаждения обмотки
2. Механической прочности	4. Показателей расхода обмоточного провода

*Вопрос 9. Процесс центрифугирования при изготовлении стойки для опор воздушных линий из тяжелого бетона подразумевает вращение заполненных опалубок с целью порождения центробежных сил, которые*

1. Вытесняют пузыри воздуха из бетонной смеси	3. Обеспечивают растяжение и выпрямление арматурного каркаса
2. Обеспечивают перемешивание бетонной смеси внутри опалубки	4. Удаляют влагу из бетонной смеси для ускорения застывания бетона

*Вопрос 10. Конструкция опоры линии электропередачи, представленная на рисунке под номером 3, называется*



1. Промежуточная	3. Угловая с оттяжкой
2. Угловая с подкосом	4. Анкерная

**FEM Used in Designing of Electrical Machines and Apparatus / Метод конечных элементов в проектировании электрических машин и устройств**

**Вариант №1**

*Вопрос 1. Электромагнитные поля подразделяются на*

1. Стационарное, квазистационарное, нестационарное	3. Неподвижное, подвижное, квазиимпульсное
2. Стационарное, нестационарное	4. Квазиимпульсное, импульсное, стационарное

*Вопрос 2. При наличии проводников с током стационарное магнитное поле является*

1. Динамическим	3. Неподвижным
2. Вихревым	4. Статическим

*Вопрос 3. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме имеют вид*

$\text{rot } \vec{H} = \vec{J}$	$\text{div } \vec{B} = 0$
1. $\text{div } \vec{B} = 0$	3. $\text{rot } \vec{E} = -\partial \vec{B} / \partial t$
$\text{rot } \vec{E} = -\partial \vec{B} / \partial t$	$\text{rot } \vec{H} = \vec{J}$
2. $\text{div } \vec{D} = \rho_{V_3}$	$\text{div } \vec{B} = 0$
	$\text{rot } \vec{E} = -\partial \vec{B} / \partial t$
	4. $\text{div } \vec{D} = \rho_{V_3}$

*Вопрос 4. При решении двумерной задачи методом конечных элементов конечные элементы чаще всего имеют форму*

1. Многоугольников	3. Четырехугольников
2. Эллиптических фигур	4. Треугольников

*Вопрос 5. Значения искомых параметров магнитных систем электромагнитных устройств и электромеханических преобразователей при расчете двумерных задач рассчитываются в*

1. Узлах	3. В центрах граней фигуры
2. Центрах фигуры	4. В центрах тяжести масс

*Вопрос 6. Выбор типа, формы и размера конечного элемента (КЭ) зависит от*

1. Вида напряжённо-деформированного состояния исследуемого тела	3. Всего перечисленного
2. Формы исследуемого тела	4. Нагрузки исследуемого тела

*Вопрос 7. Программа Finite Element Method Magnetics (далее FEMM) НЕ позволяет решать следующие типы задач теории электромагнитного поля*

1. Электростатика и магнитостатика	3. Магнитное поле переменных токов
2. Растекание токов	4. Токи короткого замыкания

*Вопрос 8. Принцип электростатического экранирования основывается на явлении*

1. Электростатической индукция	3. Электромагнитной индукция
2. Электризации	4. Поляризации

*Вопрос 9. Поверхность электрода является эквипотенциальной поверхностью и называется*

1. Граничным условием Неймана	3. Центральным условием Дирихле
2. Центральным условием Неймана	4. Граничным условием Дирихле

*Вопрос 10. Вид задач, которые решаются в цилиндрической системе координат  $zr$  и физические свойства и источники поля, в которых предполагаются не зависящими от угловой координаты, называются*

1. Осесимметричные задачи	3. Плоскопараллельные задачи
2. Плоскосимметричные задачи	4. Аппроксимирующие задачи

## Вариант № 2

*Вопрос 1. Поле, в котором отсутствуют переходные режимы и механическое движение*

1. Квазистационарное	3. Неподвижное
2. Стационарное	4. Нестационарное

*Вопрос 2. Состояние деформированного тела характеризуется конечным числом независимых параметров, определённых в узлах конечноэлементной сетки. Такие параметры называются*

1. Координатами узлов	3. Степенями свободы
2. Перемещениями точек элементов	4. Силами, прикладываемыми к точкам элементов

*Вопрос 3. Стационарное магнитное поле подразделяется на*

1. Безвихревое, вихревое	3. неподвижное, подвижное
2. Статическое, динамическое	4. Динамическое, неподвижное

*Вопрос 4. Основная идея метода конечных элементов (МКЭ) состоит в том, что*

1. На входе есть последовательности из какого-либо количества ключей, а на выходе нужно получить перестановку (переупорядочивание) входной последовательности, в соответствии с определённой формулой	3. Разбить область определения функции на несколько локальных областей, построить аппроксимирующие модели и оценить параметры этих моделей отдельно в каждой области
2. Любую непрерывную функцию (потенциал), можно аппроксимировать дискретной моделью, которая строится на множестве кусочно- непрерывных функций, определенных на конечном числе подобластей (элементах)	4. Необходимо минимизировать суммы квадратов отклонений наблюдаемых значений зависимой переменной от значений, предсказанных моделью

*Вопрос 5. К возможностям метода конечных элементов для численного решения физических задач относятся*

1. Исследование однородных и неоднородных, изотропных и анизотропных объектов с линейными и нелинейными свойствами	3. Исследование объектов любой формы и различной физической природы: твёрдые деформируемые тела, жидкости, газы, электромагнитные среды
2. Решение стационарных и нестационарных задач	4. Все перечисленное

*Вопрос 6. Уравнения для значений потенциала в узлах при построении в дискретной модели непрерывной функции получают из*

1. Условия минимизации энергии электромагнитного поля (минимума некоторого энергетического потенциала)	3. Условия осреднения значения энергии электромагнитного поля на некотором временном интервале (дискретизация и осреднение некоторого энергетического потенциала)
2. Условия максимизации энергии электромагнитного поля (максимума некоторого энергетического потенциала)	4. Условия осреднения значения энергии электромагнитного поля на всем временном интервале (осреднение некоторого энергетического потенциала)

*Вопрос 7. Явление наведения собственного электростатического поля, при действии на тело внешнего электрического поля*

1. Электростатическая индукция	3. Электромагнитная индукция
2. Электризация	4. Поляризация

*Вопрос 8. Программа Finite Element Method Magnetics (далее FEMM) для расчета задач методом конечных элементов позволяет задать условие Дирихле как линейную функцию координат для плоскопараллельных задач в виде*

1. $A = A_0 - A_1x - A_2z$	3. $A = A_0 + A_1r + A_2zc$
2. $A = A_0 + A_1x + A_2z$	4. $A = A_0 + A_1r - A_2zc$

*Вопрос 9. Программа Finite Element Method Magnetics (далее FEMM) для расчета задач методом конечных элементов позволяет задать условие Дирихле как линейную функцию координат для осесимметричных задач в виде*

1.  $A = A_0 - A_1x - A_2z$

3.  $A = A_0 + A_1r + A_2zc$

2.  $A = A_0 + A_1x + A_2z$

4.  $A = A_0 + A_1r - A_2zc$

*Вопрос 10. Закон Био-Савара-Лапласа в векторной форме имеет следующий вид*

1.  $d\vec{B} = \frac{i(d\vec{l}\vec{r})}{4\pi r^3}$

3.  $d\vec{B} = \frac{i(d\vec{l})}{4\pi r^3}$

2.  $d\vec{H} = \frac{i}{4\pi r^3}$

4.  $d\vec{H} = \frac{i(d\vec{l}\vec{r})}{4\pi r^3}$

### Вариант № 3

*Вопрос 1. При отсутствии внешних источников стационарное магнитное поле является*

1. Статическим

3. Безвихревым

2. Динамическим

4. неподвижным

*Вопрос 2. Переменное электромагнитное поле при синусоидальном изменении его параметров во времени называется*

1. квазистационарным электромагнитным полем

3. статическим электромагнитным полем

2. нестационарным электромагнитным полем

4. динамическим электромагнитным полем

*Вопрос 3. Метод конечных элементов (МКЭ) не включает следующий этап при проведении расчетов*

1. разбиение области на конечные элементы

3. объединение конечных элементов в ансамбль и решение полученной системы алгебраических уравнений

2. определение аппроксимирующей функции для каждого элемента

4. проверка элементов на совместимость и применение соответствующих теорем (использование формулы Байеса)

*Вопрос 4. Вид задач, которые решаются в цилиндрической системе координат  $zr$  и физические свойства и источники поля в которых предполагаются не зависящими от угловой координаты, называются*

1. осесимметричные задачи

3. плоскопараллельные задачи

2. плоскосимметричные задачи

4. аппроксимирующие задачи

*Вопрос 5. При построении в дискретной модели непрерывной функции потенциалы в узлах и определяемые ими производные от потенциала должны быть такими,*



1. Чтобы обеспечивать максимум энергии электромагнитного поля (принцип максимума энергии)	3. Чтобы обеспечивать дискретное и неизменное в определённые промежутки времени количество энергии электромагнитного поля (принцип дискретизации)
2. Чтобы обеспечивать неизменное во времени количество энергии электромагнитного поля (принцип постоянства энергии)	4. Чтобы обеспечивать минимум энергии электромагнитного поля (принцип минимума энергии)

*Вопрос 6. Программа Finite Element Method Magnetics (далее FEMM) для расчета задач методом конечных элементов позволяет задать условие Дирихле как линейную функцию координат в виде  $A = A_0 + A_1x + A_2z$  для*

1. Осесимметричных задач	3. Плоскопараллельных задач
2. Плоскосимметричных задач	4. Аппроксимирующих задач

*Вопрос 7. Программа Finite Element Method Magnetics (далее FEMM) для расчета задач методом конечных элементов позволяет задать условие Дирихле как линейную функцию координат в виде  $A = A_0 + A_1r + A_2zc$  для*

1. Осесимметричных задач	3. Плоскопараллельных задач
2. Плоскосимметричных задач	4. Аппроксимирующих задач

*Вопрос 8. Закон Био-Савара-Лапласа в скалярной форме имеет следующий вид*

1. $dH = \frac{idl}{4\pi r^2}$	3. $dB = \frac{\sin \beta idl}{4\pi r^2}$
2. $dB = \frac{idl}{4\pi r^2}$	4. $dB = \frac{idl_1}{4\pi r^2} \cdot \sin \beta$

*Вопрос 9. При построении в дискретной модели непрерывной функции методом конечных элементов фиксируется конечное число точек, называемых*

1. Граничащими	3. Степенями свободы
2. Центровыми	4. Узловыми

*Вопрос 10. Внешние распределённые массовые и поверхностные силы, действующие на конечный элемент, приводятся к статически или энергетически эквивалентным узловым силам*

1. Только если это необходимо по условию задачи	3. Если объект имеет сложную форму, количество степеней свободы свыше 3
2. Всегда	4. Если объект имеет любую форму, количество степеней свободы меньше 3

Приложение № 2

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ  
ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

*Лабораторная работа № 1. Электростатическое поле коаксиального кабеля*

Цель работы: изучение влияния конструктивных параметров коаксиального кабеля на картину электростатического поля.

Контрольные вопросы:

- 1) Что такое электростатическое поле?
- 2) Что такое потенциал (электрического поля)?
- 3) Что такое напряжённость (электрического поля)?
- 4) Связь напряжённости и потенциала.
- 5) Эквипотенциальные и силовые линии электростатического поля.
- 6) Какой вид принимает система уравнений Максвелла в случае электростатического поля?
- 7) Какие негативные последствия приносит смещение осей проводников коаксиального кабеля?
- 8) Почему важно рассчитывать значение максимальной напряжённости при таком смещении?

*Лабораторная работа № 2. Двухпроводная линия передачи*

Цель работы: исследование поля и параметров двухпроводной линии, исследование явления электростатической индукции и электростатического экранирования.

Контрольные вопросы:

- 1) Что подразумевается под понятием «электростатическая индукция»?
- 2) Как по картине поля определяются характеристики поля?
- 3) В чём заключается принцип действия электростатического экрана?
- 4) От чего зависит эффективность экранирования?
- 5) Потенциальные коэффициенты.
- 6) Коэффициенты электростатической индукции.
- 7) Частичные емкости.

*Лабораторная работа № 3. Исследование контактной группы*

Цель работы: исследование распределения токов в проводниках контактов, определение параметров контактной группы.

Контрольные вопросы:

- 1) Перечислить величины, используемые в уравнениях 1 – 4 теоретической части работы.
- 2) Привести уравнение Лапласа для осесимметричных задач.
- 3) Что задает граничное условие Дирихле и как оно используется в рамках данной лабораторной работы.
- 4) Обосновать распределение плотности тока при интегрировании вдоль оси  $r$ .
- 5) Обосновать место точки с максимальной плотностью тока в работе.

*Лабораторная работа № 4. Исследование растекания токов с заземлителей*

Цель работы: изучение процессов растекания токов в земле и определение параметров заземлителей.

Контрольные вопросы:

- 1) Что называют заземлением:
- 2) Из чего состоит заземляющее устройство?
- 3) Что такое шаговое напряжение и от чего оно зависит:
- 4) Исходя из результатов работы, рассказать о влиянии глубины пролегания заземлителя на распределение потенциала вдоль поверхности земли.
- 5) Исходя из результатов работы, рассказать о влиянии наличия покрытия на распределение потенциала вдоль поверхности земли.

*Лабораторная работа № 5. Исследование магнитного поля вдали от цилиндрической катушки с током*

Цель работы: исследовать магнитное поле вдали от цилиндрической катушки с током, описать магнитное поле цилиндрической катушки полем магнитного диполя.

Контрольные вопросы:

- 1) Какими величинами характеризуется магнитное поле?
- 2) Что такое магнитный диполь, характеристики магнитного диполя?

- 3) Когда можно для расчета магнитного поля катушки можно пользоваться формулами расчета поля диполя?

*Лабораторная работа № 6. Магнитное поле цилиндрической катушки*

Цель работы: исследовать магнитное поле вдоль оси цилиндрической катушки, исследовать влияние материалов сердечника катушки на магнитное поле катушки с током.

Контрольные вопросы:

- 1) Как рассчитывается напряжённость магнитного поля на оси витка с током?
- 2) Как рассчитывается напряжённость магнитного поля на оси длинной катушки с током?
- 3) Как влияет ферромагнитный материал сердечника на магнитное поле катушки с током?
- 4) Как влияет ферромагнитный материал сердечника на индуктивность катушки?
- 5) Закон полного тока.
- 6) Закон Био-Савара-Лапласа.

*Лабораторная работа № 7. Исследование магнитного экранирования*

Цель работы: изучение влияния на экранирующее действие экранов различных факторов: формы экранов и толщины их стенок; свойств материалов, из которых изготовлены экраны; наличия стыков между отдельными частями экрана.

Контрольные вопросы:

- 1) Какими величинами характеризуется магнитное поле?
- 2) Почему ферромагнитные тела изменяют картину поля?
- 3) Объясните явление магнитного экранирования.
- 4) Как должен располагаться стык половинок экрана по отношению к силовым линиям магнитного поля?
- 5) Объяснить влияние расположения щелей на эффективность экранирования.
- 6) Как зависит экранирование от ширины зазора?
- 7) Понятие о коэффициенте экранирования.
- 8) Может ли поле в экране быть больше, чем внешнее поле?

*Лабораторная работа № 8. Поверхностный эффект в шине прямоугольного сечения*

Цель работы: исследование переменного электромагнитного поля в проводящей среде, исследование явления поверхностного эффекта.

Контрольные вопросы:

- 1) Что такое электрический поверхностный эффект?
- 2) Как значение частоты влияет на плотность тока в проводнике?
- 3) Объяснить влияние значения частоты электромагнитного поля на активное сопротивление шины.
- 4) Объяснить влияние значения частоты электромагнитного поля на индуктивность шины.
- 5) По каким формулам определяются поле внутри уединенной плоской шины?

## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Задания для практических занятий предусмотрены для закрепления теоретического материала, изученного на лекционных занятиях. Задания предполагают проведение расчетов для основных технологических вопросов в области производства кабельно-проводниковых изделий. Содержание заданий приведено ниже, данные для расчетов выдаются преподавателем индивидуально.

### **Тема 1.** Скрутка токопроводящих жил кабельных изделий

*Цель занятия:* Изучение конструкций крутильных машин, методики расчета и реализации режима скрутки токопроводящих жил на крутильных машинах.

*Задание:*

1. Из ГОСТ 22483-77 на ТПЖ находится количество и диаметры проволок жилы для заданного сечения определяется конструкция жилы: для жил I-III классов - количество повивов, форма скрутки, диаметры повивов; для жил IV-VI классов - количество проволок, стренг, форма скрутки, диаметры стренг и повивов.
2. Выбрать способ скрутки (с откруткой или без открутки).
3. В соответствии с конструктивными данными жилы и способом скрутки выбрать необходимые для скрутки крутильные машины и ознакомиться с их техническими характеристиками.
4. Ознакомиться с конструкциями основных узлов и кинематической схемой машины, системами регулирования скорости тягового и частотой вращения крутильного устройств.
5. Рассчитать режим скрутки, т. е. найти  $h_p$  и размеры калибров для каждого повива.
6. Изобразить кинематическую схему машины.
7. По кинематической схеме произвести расчет практических шагов скрутки.
8. Выбрать практический режим скрутки.
9. Составить карту технологической операции скрутки.

*Контрольные вопросы:*

1. От чего зависит гибкость токопроводящих жил?
2. Какие виды и способы скрутки применяются при формировании жил?
3. Какое влияние оказывает направление скрутки повивов на жиле?

4. Как обеспечивается изменение шага скрутки повивов жилы на крутильной машине?
5. Какие виды и способы скрутки реализуются на клетьевых, сигарных и рамочных машинах?

### **Тема 2.** Изолирование токопроводящих жил кабельных изделий методом обмотки

*Цель занятия:* Изучение метода обмотки токопроводящих жил кабельных изделий лентами, расчет кинематических схем обмоточных машин и выбор режима изолирования.

*Задание:*

1. Составить таблицу с геометрическими размерами изделия и радиальной толщиной изоляции.
2. Выбрать марку и толщину пленки для изолирования жилы.
3. Подобрать обмоточную машину, записать ее технические характеристики, количество обмотчиков, начертить кинематическую схему и определить практические шаги обмотки, реализуемые на машине.
4. Выбрать теоретический угол обмотки и рассчитать теоретический шаг обмотки.
5. По рассчитанному теоретическому шагу обмотки выбрать ближайший типовой.
6. Определить практический угол обмотки
7. Определить количество лент, необходимое для наложение изоляции заданной толщины.
8. Рассчитать ширину ленты и выбрать направление обмотки. По результатам расчета составить карту эскиза технологического процесса обмотки.

*Контрольные вопросы:*

1. Методы обмотки токопроводящих жил лентами и их применение.
2. Какие параметры обмотки влияют на гибкость изоляции?
3. Как определить практический шаг обмотки?
4. Какое влияние оказывает величина зазора или перекрытия на механические и электрические свойства изоляции?

### **Тема 3.** Экструзия полимерной изоляции и оболочек

*Цель занятия:* Изучение влияния режима экструзии на качество изоляции и расчет параметров процесса экструзии.

*Задание:*

1. Ознакомиться с конструкцией кабельного изделия, для которого необходимо рассчитать параметры процесса изолирования.
2. Выбрать формующий инструмент (дорн, матрицу), зарисовать и записать их основные размеры.
3. Определить основные параметры червяка экструдера.
4. Выбрать технологический параметр экструзии и выявить диапазон его изменения.
5. Рассчитать производительность экструдера и скорость экструзии. Установить влияние параметров режима экструзии, параметров червяка и инструмента на производительность и скорость экструзии.
6. Выбрать параметр качества изоляции и оценить влияние экструзии на величину его параметра (представить в виде графика).

*Контрольные вопросы:*

1. Эффективная вязкость. Какие факторы оказывают влияние на ее величину?
2. Как влияют параметры червяка на производительность прессы?
3. Влияние температуры термопластичного материала на производительность прессы.
4. Влияние надмолекулярной структуры на электрические свойства изоляции.
5. Влияние внутренних механических напряжений на электрические свойства изоляции.
6. Назначение и основные узлы экструзионного агрегата.

**Тема 4.** Производство кабельных изделий с резиновой изоляцией и оболочкой

*Цель занятия:* Изучение конструкции линий кабельных непрерывной вулканизации, технологии изготовления кабельного изделия с резиновой изоляцией и оболочкой, расчет технологического режима вулканизации.

*Задание:*

1. По ГОСТ или ТУ ознакомиться с конструкцией кабеля, для которого необходимо рассчитать параметры процесса производства на ЛКНВ. Определить основные размеры кабеля: диаметр жил, толщину и диаметры по изоляции и оболочке, марки материалов, резиновых смесей, применяемых в кабеле.
2. Ознакомиться с конструкцией формующего инструмента: дорна и матрицы. В соответствии с размерами изделия выбрать, основные размеры инструмента.
3. Определить параметры нарезки червяка экструдера ЛКНВ.



4. Теоретически рассчитать время и скорость вулканизации изоляции (оболочки) для трех значений температуры и определить частоту вращения червяка.

*Контрольные вопросы:*

1. Технология изготовления кабельных изделий с резиновой изоляцией.
2. Особенности конструкции линий кабельной непрерывной вулканизации.
3. Каковы особенности процесса вулканизации?
4. Как производится расчет технологического режима вулканизации?

### **Тема 5. Оплетка кабельных изделий**

*Цель занятия:* Ознакомление с конструкцией оплеточной машины, изучение влияния режима процессов оплетки на эксплуатационные свойства оплетки.

*Задание:*

1. Определить основные технологические характеристики и начертить кинематическую схему оплеточной машины.
2. Ознакомиться с конструкцией кабельного изделия, для которого необходимо рассчитать параметры процесса наложения оплетки.
3. По ГОСТ или ТУ установить требования к оплетке данного изделия, материалу оплетки, линейной плотности волокнистых материалов или диаметру проволоки.
4. Задать четыре значения параметра оплетки и для каждого рассчитать режим оплетки.
5. Согласно результатам расчета режимов процесса оплетки, составить карту эскизов (технологическую карту).

*Контрольные вопросы:*

6. Поверхностная и линейная плотности. Определение и взаимная связь.
7. Основные технологические параметры оплеток и их взаимная связь.
8. Размеры пряди и линейная плотность.
9. Как влияет угол оплетки на производительность оплеточных машин?

Приложение №5

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕН) ПО МОДУЛЮ  
«TECHNOLOGY OF DESIGN AND MANUFACTURE OF ELECTRICAL EQUIPMENT/  
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА  
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ»**

- 1) Основные технологические термины.
- 2) Классификация электрические машин.
- 3) Области применения электрические машин постоянного тока.
- 4) Преимущества асинхронных двигателей.
- 5) Основные направления научно-технического прогресса в электромашиностроении.
- 6) Особенности технологии производства электрических машин.
- 7) Структура электромашиностроительных предприятий.
- 8) Отличие технической подготовки производства от технологической.
- 9) Отличие маршрутной карты от операционной.
- 10) Стандарты по формированию технологической документации.
- 11) Различия стандартной и специальной оснастки.
- 12) Виды припусков на механическую обработку.
- 13) Понятие установочной базы.
- 14) Вспомогательные установочные базы.
- 15) Правило «шести точек».
- 16) основополагающие принципы построения технологического процесса.
- 17) Стандартизация и её влияние на качество продукции.
- 18) Виды заготовок для механической обработки в электромашиностроении.
- 19) Виды допусков при соединении деталей.
- 20) Виды посадок при соединении деталей.
- 21) Виды механической обработки заготовок валов электрических машин.
- 22) Фрезеровка шпоночных пазов на валах электрических машин.
- 23) Схемы механической обработки станин.
- 24) Технология обработки подшипниковых щитов.
- 25) Обработка деталей коллектора электрических машин постоянного тока.
- 26) Основные направления повышения эффективности штамповочного производства в электромашиностроении.
- 27) Технология раскроя листов.

- 28) Виды штампов в электромашиностроении.
- 29) Принцип работы гибочного штампа.
- 30) Определение размера штампа и усилия прессы.
- 31) Процесс штамповки листов полюсов электрических машин.
- 32) Процесс штамповки листов роторов, статоров и якорей электрических машин.
- 33) Роль технолога при разработке технологического процесса изготовления сердечников.
- 34) Технология отжига и изоляции листов сердечников.
- 35) Технология шихтовки сердечников роторов, якорей и статоров.
- 36) Технология прессования сердечников.
- 37) Технология обработки пазов сердечников.
- 38) Отличительные технологические операции при сборке сердечников полюсов.
- 39) Процесс шихтовки листов полюсов.
- 40) Технология механической обработки деталей коллекторов.
- 41) Последовательность операций при сборке коллектора.
- 42) Сущность и назначения процесса продороживания коллектора.
- 43) Процесс изготовления коллектора на пластмассе.
- 44) Испытания коллектора в процессе изготовления.
- 45) Технология изготовления контактных колец.
- 46) Особенности технологии производства обмоток электрических машин.
- 47) Типы обмоток якорей и их отличие друг от друга.
- 48) Назначение добавочных полюсов машин постоянного тока.
- 49) Назначение компенсационной обмотки.
- 50) Преимущество однослойных обмоток перед двухслойными в машинах переменного тока.
- 51) Обозначение выводных концов обмоток машин постоянного и переменного тока.
- 52) Распространенные марки проводов в практике обмоточного производства.
- 53) Классификация изоляции по нагревостойкости.
- 54) Какие современные виды изоляционных материалов используют при обмотке электрических машин.
- 55) Какие технологические операции выполняют при изготовлении одновитковых катушек якорей?
- 56) Оборудование для опрессовки и растяжки «лодочек».

- 57) Технология наложения корпусной изоляции на «лодочки».
- 58) Процесс изготовления стержневых обмоток ротора.
- 59) Оборудование для формовки стержневой обмотки ротора.
- 60) Способы соединения стержней ротора с замыкающими кольцами.
- 61) Особенности соединения латунных стержней пусковой обмотки ротора с медными замыкающими кольцами.
- 62) Процесс разметки якоря.
- 63) Способы изолирования пазов якоря.
- 64) Процесс изоляции обмоткодержателей.
- 65) Технология укладывания катушки в пазы якоря.
- 66) Технологические операции при изготовлении бандажных колец.
- 67) Процесс изолирования бандажных колец.
- 68) Операции технологического процесса изготовления статоров и роторов.
- 69) Операции процесса кладки обмотки сердечников роторов и статоров.
- 70) Схемы организации производства укладки обмоток в сердечники статоров и роторов в электромашиностроении.
- 71) Процесс укладки насыпных обмоток в статор.
- 72) Процесс укладки насыпных обмоток в ротор.
- 73) Укладка стержневых обмоток в сердечник ротора.
- 74) Назначение пропитки обмоток электрических машин.
- 75) Изоляционные материалы для пропитки обмоток.
- 76) Оборудование и приспособления для пропитки обмоток.
- 77) Способы сушки пропитанных обмоток при изготовлении катушек и при укладке их в сердечники электрических машин.
- 78) Методы пропитки в электромашиностроении.
- 79) Влияние вязкости лаков и эмалей на качество изоляции пропитанных изделий.
- 80) Температурные параметры при сушке изоляции.