

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 ФИО: Игнатенко Виталий Иванович высшего образования  
 Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике  
 Дата подписания: 24.06.2025 20:30:06 «Заполняемый государственный университет им. Н.М. Федоровского»  
 Уникальный программный ключ: (ЗГУ)  
 a49ae343af5448d45d7e3e1e499659da8109ba78

УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор по ОД и МП  
 \_\_\_\_\_ Игнатенко В.И.

## Электрические машины

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Электроэнергетики и автоматики**

Учебный план 13.03.02\_бак\_заочн\_ЭЭ-2025+.plx  
 Направление подготовки: Электроэнергетика и электротехника

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **8 ЗЕТ**

|                         |     |                                                                            |
|-------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------|
| Часов по учебному плану | 288 | Виды контроля в семестрах:<br>экзамены 6<br>зачеты 5<br>курсовые проекты 5 |
| в том числе:            |     |                                                                            |
| аудиторные занятия      | 46  |                                                                            |
| самостоятельная работа  | 224 |                                                                            |
| часов на контроль       | 18  |                                                                            |

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр<br>на курсе>) | 5 (3.1) |     | 6 (3.2) |     | Итого |     |
|-------------------------------------------|---------|-----|---------|-----|-------|-----|
| Неделя                                    | 18      |     | 16      |     |       |     |
| Вид занятий                               | уп      | рп  | уп      | рп  | уп    | рп  |
| Лекции                                    | 6       | 6   | 8       | 8   | 14    | 14  |
| Лабораторные                              | 6       | 6   | 8       | 8   | 14    | 14  |
| Практические                              | 8       | 8   | 10      | 10  | 18    | 18  |
| Итого ауд.                                | 20      | 20  | 26      | 26  | 46    | 46  |
| Контактная работа                         | 20      | 20  | 26      | 26  | 46    | 46  |
| Сам. работа                               | 151     | 151 | 73      | 73  | 224   | 224 |
| Часы на контроль                          | 9       | 9   | 9       | 9   | 18    | 18  |
| Итого                                     | 180     | 180 | 108     | 108 | 288   | 288 |

Программу составил(и):

*Канд.техн.наук Доцент Петров Алексей Михайлович* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Электрические машины**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электроэнергетики и автоматики**

Протокол от г. №

Срок действия программы: уч.г.

Зав. кафедрой доцент, к.т.н. Петров А.М.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

доцент, к.т.н. Петров А.М. \_\_\_\_\_ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры  
**Электроэнергетики и автоматики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой доцент, к.т.н. Петров А.М.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

доцент, к.т.н. Петров А.М. \_\_\_\_\_ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры  
**Электроэнергетики и автоматики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой доцент, к.т.н. Петров А.М.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

доцент, к.т.н. Петров А.М. \_\_\_\_\_ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры  
**Электроэнергетики и автоматики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2028 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой доцент, к.т.н. Петров А.М.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

доцент, к.т.н. Петров А.М. \_\_\_\_\_ 2029 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры  
**Электроэнергетики и автоматики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2029 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой доцент, к.т.н. Петров А.М.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Целью изучения дисциплины является усвоение фундаментальных теоретических и практических знаний в области электрических машин, составляющих основу электромеханики. В результате изучения дисциплины специалист должен знать принципы работы и конструкцию машин различных типов, физический смысл параметров, характеристик и их связь с технико-экономическими показателями, назначение и особенности эксплуатации электрических машин. |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

|                    |                                                                                                              |      |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Цикл (раздел) ООП: |                                                                                                              | Б1.В |
| 2.1                | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                 |      |
| 2.1.1              | Метрология                                                                                                   |      |
| 2.1.2              | Прикладная механика                                                                                          |      |
| 2.1.3              | Теоретические основы электротехники                                                                          |      |
| 2.1.4              | Математика                                                                                                   |      |
| 2.1.5              | Физика                                                                                                       |      |
| 2.1.6              | Информатика                                                                                                  |      |
| 2.1.7              |                                                                                                              |      |
| 2.2                | <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |      |
| 2.2.1              | Общая энергетика и электроснабжение                                                                          |      |
| 2.2.2              | Преобразовательная техника                                                                                   |      |
| 2.2.3              | Силовая электроника                                                                                          |      |

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ПК-1.1: Демонстрирует знание правила проектирования, исполнения производственной программы (в части планирования технических воздействий), а также технологии производства работ оборудования систем электроснабжения**

Знать:

Уметь:

Владеть:

**ПК-1.2: Демонстрирует умение планировать производственную деятельность, ремонты оборудования систем электроснабжения**

Знать:

Уметь:

Владеть:

**ПК-1.3: Демонстрирует способность технического обоснования проектов ввода объектов нового строительства и технологического присоединения к электрическим сетям, реновации в части систем электроснабжения**

Знать:

Уметь:

Владеть:

**ПК-2.1: Демонстрирует способность организации технологии обслуживания и ремонта систем электроснабжения**

Знать:

Уметь:

Владеть:

**ПК-2.2: Демонстрирует способность применения методов и технических средства испытаний и диагностики систем электроснабжения**

Знать:

Уметь:

Владеть:

**ПК-2.3: Демонстрирует понимание взаимосвязи задач технологии эксплуатации и проектирования систем электроснабжения**

|                 |
|-----------------|
| <b>Знать:</b>   |
| <b>Уметь:</b>   |
| <b>Владеть:</b> |

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3.1.1      | фундаментальные основы теории электрических машин переменного тока, трансформаторов и электрических машин постоянного тока с использованием теории линейной алгебры, обыкновенных дифференциальных                                                                                                      |
| 3.1.2      | электромагнитные и электромеханических процессов в электрических машинах на основе дифференциального и интегрального исчисления функций одной или нескольких переменных, элементов аналитической геометрии и линейной алгебры;                                                                          |
| 3.1.3      | Теории обыкновенных дифференциальных уравнений, интегральных преобразований, векторного и гармонического анализа, численных методов; элементов теории функций комплексной переменной;                                                                                                                   |
| 3.1.4      | основы элементы теории вероятностей и математической статистики в объеме, достаточном для изучения электромагнитных и электромеханических процессов в электрических машинах переменного тока, трансформаторах и в электрических машинах постоянного тока на современном научном уровне;                 |
| 3.1.5      | основные методы расчета электромагнитных и электромеханических характеристик электрических машин переменного тока, трансформаторов и машин постоянного тока;                                                                                                                                            |
| 3.1.6      | методы расчета параметров электрических машин переменного тока, трансформаторов и машин постоянного тока на основе математического аппарата с использованием элементов программирования на ЭВМ;                                                                                                         |
| 3.1.7      | основы расчета режимов работы электрических машин с целью наиболее рационального использования при конкретном использовании их в электрических установках на современном научном уровне;                                                                                                                |
| 3.1.8      | фундаментальные основы теории электрических машин переменного тока, трансформаторов и электрических машин постоянного тока с использованием теории линейной алгебры, обыкновенных дифференциальных                                                                                                      |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3.2.1      | использовать математический аппарат при расчете электромагнитных и электромеханических процессов в электрических машинах из разделов дифференциального и интегрального исчисления функций одной или нескольких переменных, теории обыкновенных дифференциальных уравнений, интегральных преобразований; |
| 3.2.2      | использовать математический аппарат при изучении электромагнитных и электромеханических процессов в электрических машинах на современном научном уровне;                                                                                                                                                |
| 3.2.3      | использовать математический аппарат при изучении электромагнитных и электромеханических процессов в электрических машинах переменного тока, трансформаторах и в машинах постоянного тока на современном научном уровне                                                                                  |
| 3.2.4      | использовать математический аппарат при решении задач при расчете параметров электрических машин в статическом и динамическом режимах;                                                                                                                                                                  |
| 3.2.5      | использовать математический аппарат при расчете электромагнитных и электромеханических характеристик электрических машин в статическом и динамическом режимах на современном научном уровне                                                                                                             |
| 3.2.6      | использовать математический аппарат при расчете режимов работы электрических машин с целью повышения их технико-экономических показателей на современном научном уровне;                                                                                                                                |
| 3.2.7      | использовать математический аппарат при расчете электромагнитных и электромеханических процессов в электрических машинах из разделов дифференциального и интегрального исчисления функций одной или нескольких переменных, теории обыкновенных дифференциальных уравнений, интегральных преобразований; |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3.3.1      | навыками использования математического аппарата при изучении электромагнитных и электромеханических характеристик на современном научном уровне.                                                                                                                                                        |
| 3.3.2      | навыками использования математического аппарата при изучении при расчете и проектировании электрических машин и трансформаторов на современном научном уровне.                                                                                                                                          |
| 3.3.3      | навыками использования математического аппарата при изучении электромагнитных и электромеханических процессов в электрических машинах переменного тока, трансформаторах и в машинах постоянного тока в статическом и в динамическом режимах на современном научном уровне                               |
| 3.3.4      | навыками использования математического аппарата с использованием ЭВМ электромагнитных и электромеханических характеристик на современном научном уровне;                                                                                                                                                |
| 3.3.5      | навыками использования математического аппарата при расчете режимов работы электрических машин с целью определения оптимальных параметров на современном научном уровне                                                                                                                                 |
| 3.3.6      | навыками использования математического аппарата при расчете статических и динамических характеристик с использованием элементов программирования на ЭВМ на современном научном уровне.                                                                                                                  |
| 3.3.7      | навыками использования математического аппарата при расчете режимов работы электрических машин с целью определения оптимальных параметров на современном научном уровне                                                                                                                                 |

| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |       |                                           |                                            |            |            |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|------------|------------|
| Код занятия                                   | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Семестр / Курс | Часов | Компетенции                               | Литература                                 | Инте ракт. | Примечание |
|                                               | <b>Раздел 1. 4 семестр</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |       |                                           |                                            |            |            |
| 1.1                                           | Роль электрических машин в современной технике. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии. Вращающееся магнитное поле в электрических машинах и условия его. /Лек/                                                                                                                                                                            | 5              | 1     | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0          |            |
| 1.2                                           | Законы: электромагнитной индукции, Кирхгофа, полного тока, Ома для магнитной цепи, Ампера. /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                              | 5              | 0,5   | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0          |            |
| 1.3                                           | Обмотки машин переменного тока. ЭДС в обмотке, обмоточный коэффициент. Высшие гармоники МДС и поля. Составляющие магнитного поля и индуктивные сопротивления обмоток. Электромагнитные силы и моменты в электрических машинах. Потери и КПД. /Лек/                                                                                                            | 5              | 0,5   | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0          |            |
| 1.4                                           | Трансформаторы. Принцип работы и конструкции трансформаторов. Параметры и приведение обмоток. Схема замещения, основные уравнения, векторная диаграмма. Опыты и характеристики холостого хода и короткого замыкания. Напряжение короткого замыкания. Изменение вторичного напряжения при нагрузке. /Лек/                                                      | 5              | 0,5   | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0          |            |
| 1.5                                           | Трансформаторы. Схемы и группы соединений обмоток. Параллельная работа. Регулирование напряжения трансформаторов. Несимметричная нагрузка. Автотрансформатор. Многообмоточный трансформатор. Специальные трансформаторы. /Лек/                                                                                                                                | 5              | 0,5   | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0          |            |
| 1.6                                           | Асинхронные машины. Конструкции и принцип действия. Параметры и их приведение. Основные уравнения, векторная диаграмма и схемы замещения асинхронных двигателей. Электромагнитный момент и механическая характеристика асинхронной машины. /Лек/                                                                                                              | 5              | 0,5   | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0          |            |
| 1.7                                           | Асинхронные машины. Рабочие характеристики асинхронного двигателя. Пуск асинхронных двигателей. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. Однофазные асинхронные двигатели: силовые и исполнительные. Конденсаторный асинхронный двигатель. Характеристики и области применения. /Лек/ | 5              | 0,5   | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0          |            |
| 1.8                                           | Расчет основных электрических величин трансформатора. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5              | 2     | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0          |            |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                   |   |    |                                           |                                            |   |  |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|-------------------------------------------|--------------------------------------------|---|--|
| 1.9  | Выбор главных размеров, расчет обмотки и зубцовой зоны сердечника статора асинхронного двигателя /Пр/                                                                                                                                             | 5 | 2  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 1.10 | Расчет основных размеров трансформатора /Пр/                                                                                                                                                                                                      | 5 | 2  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 1.11 | Расчет потерь и тока холостого хода трансформатора /Пр/                                                                                                                                                                                           | 5 | 1  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 1.12 | Расчет рабочих и пусковых характеристик асинхронного двигателя /Пр/                                                                                                                                                                               | 5 | 1  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 1.13 | Исследование трехфазного двухобмоточного трансформатора при холостом ходе и коротком замыкании. /Лаб/                                                                                                                                             | 5 | 2  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 1.14 | Параллельная работа трехфазных трансформаторов. /Лаб/                                                                                                                                                                                             | 5 | 1  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 1.15 | Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором /Лаб/                                                                                                                                                                  | 5 | 2  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 1.16 | Исследование трехфазного асинхронного двигателя с контактными кольцами. /Лаб/                                                                                                                                                                     | 5 | 1  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 1.17 | Роль электрических машин в современной технике. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии. Вращающееся магнитное поле в электрических машинах и условия его создания. /Ср/                                                        | 5 | 22 | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 1.18 | Законы: электромагнитной индукции, Кирхгофа, полного тока, Ома для магнитной цепи, Ампера. /Ср/                                                                                                                                                   | 5 | 21 | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 1.19 | Обмотки машин переменного тока. ЭДС в обмотке, обмоточный коэффициент. Высшие гармоники МДС и поля. Составляющие магнитного поля и индуктивные сопротивления обмоток. Электромагнитные силы и моменты в электрических машинах. Потери и КПД. /Ср/ | 5 | 22 | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |    |                                           |                                            |   |  |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|-------------------------------------------|--------------------------------------------|---|--|
| 1.20 | Трансформаторы. Принцип работы и конструкции трансформаторов. Параметры и приведение обмоток. Схема замещения, основные уравнения, векторная диаграмма. Опыты и характеристики холостого хода и короткого замыкания. Напряжение короткого замыкания. Изменение вторичного напряжения при нагрузке. /Ср/                                                      | 5 | 21 | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 1.21 | Трансформаторы. Схемы и группы соединений обмоток. Параллельная работа. Регулирование напряжения трансформаторов. Несимметричная нагрузка. Автотрансформатор. Многообмоточный трансформатор. Специальные трансформаторы. /Ср/                                                                                                                                | 5 | 22 | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 1.22 | Асинхронные машины. Конструкции и принцип действия. Параметры и их приведение. Основные уравнения, векторная диаграмма и схемы замещения асинхронных двигателей. Электромагнитный момент и механическая характеристика асинхронной машины. /Ср/                                                                                                              | 5 | 21 | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 1.23 | Асинхронные машины. Рабочие характеристики асинхронного двигателя. Пуск асинхронных двигателей. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. Однофазные асинхронные двигатели: силовые и исполнительные. Конденсаторный асинхронный двигатель. Характеристики и области применения. /Ср/ | 5 | 22 | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 1.24 | /зачет/ /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5 | 2  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
|      | <b>Раздел 2. 5 семестр</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |    |                                           |                                            |   |  |
| 2.1  | Синхронные машины. Конструкции, принцип действия генераторов и двигателей. Характеристика холостого хода синхронного генератора. Реакция якоря в синхронном генераторе и ее зависимость от характера нагрузки. Параметры синхронной машины в установившемся режиме. /Лек/                                                                                    | 6 | 2  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 2.2  | Синхронные машины. Уравнения и векторные диаграммы генераторов. Электромагнитный момент и угловая характеристика. Параллельная работа синхронной машины с сетью. У-образные характеристики. Синхронные двигатели: способы пуска, характеристики, области применения. Специальные синхронные машины. /Лек/                                                    | 6 | 1  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |    |                                           |                                                        |   |  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---|--|
| 2.3  | Машины постоянного тока. Принцип действия и конструкция двигателя и генератора. ЭДС в обмотке якоря. Характеристика холостого хода генератора. Реакция якоря. Схемы и способы возбуждения машин постоянного тока. Уравнения и характеристики генераторов при различных способах возбуждения. /Лек/       | 6 | 1  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 | 0 |  |
| 2.4  | Машины постоянного тока. Электромагнитный момент двигателя постоянного тока. Уравнения и характеристики двигателей при различных способах возбуждения. Пуск в ход, торможение и регулирование частоты вращения двигателей. Специальные машины постоянного тока /Лек/                                     | 6 | 1  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 | 0 |  |
| 2.5  | Актуальные проблемы электромеханики и тенденции развития электрических машин. /Лек/                                                                                                                                                                                                                      | 6 | 1  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 | 0 |  |
| 2.6  | Определение параметров трехфазных синхронных двигателей. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                            | 6 | 4  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 | 0 |  |
| 2.7  | Определение параметров машин постоянного тока по паспортным данным. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                 | 6 | 3  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 | 0 |  |
| 2.8  | Расчёт потерь и построение графика КПД машины постоянного тока. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                     | 6 | 3  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 | 0 |  |
| 2.9  | Синхронные машины. Конструкции, принцип действия генераторов и двигателей. Характеристика холостого хода синхронного генератора. Реакция якоря в синхронном генераторе и ее зависимость от характера нагрузки. Параметры синхронной машины в установившемся режиме. /Ср/                                 | 6 | 15 | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 | 0 |  |
| 2.10 | Синхронные машины. Уравнения и векторные диаграммы генераторов. Электромагнитный момент и угловая характеристика. Параллельная работа синхронной машины с сетью. У-образные характеристики. Синхронные двигатели: способы пуска, характеристики, области применения. Специальные синхронные машины. /Ср/ | 6 | 15 | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 | 0 |  |
| 2.11 | Машины постоянного тока. Принцип действия и конструкция двигателя и генератора. ЭДС в обмотке якоря. Характеристика холостого хода генератора. Реакция якоря. Схемы и способы возбуждения машин постоянного тока. Уравнения и характеристики генераторов при различных способах возбуждения. /Ср/        | 6 | 14 | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 | 0 |  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |    |                                           |                                            |   |  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|-------------------------------------------|--------------------------------------------|---|--|
| 2.12 | Машины постоянного тока. Электромагнитный момент двигателя постоянного тока. Уравнения и характеристики двигателей при различных способах возбуждения. Пуск в ход, торможение и регулирование частоты вращения двигателей. Специальные машины постоянного тока. /Ср/ | 6 | 15 | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 2.13 | Актуальные проблемы электромеханики и тенденции развития электрических машин. /Ср/                                                                                                                                                                                   | 6 | 14 | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 2.14 | Исследование характеристик трехфазного синхронного генератора. /Лаб/                                                                                                                                                                                                 | 6 | 2  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 2.15 | Исследование синхронного генератора, работающего параллельно с сетью /Лаб/                                                                                                                                                                                           | 6 | 2  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 2.16 | Исследование генераторов постоянного тока /Лаб/                                                                                                                                                                                                                      | 6 | 2  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 2.17 | Исследование двигателей постоянного тока параллельного и последовательного возбуждения. /Лаб/                                                                                                                                                                        | 6 | 2  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |
| 2.18 | .Экзамен/ /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                      | 6 | 2  | ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 | 0 |  |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Классификация электрических машин
2. Электромеханическое преобразование энергии.
3. Конструкция и принцип действия однофазного трансформатора.
4. Холостой ход трансформатора.
5. Работа трансформатора под нагрузкой.
6. Параллельная работа трансформаторов.
7. Аварийное короткое замыкание и опыт короткого замыкания однофазного трансформатора.
8. Трехфазные трансформаторы.
9. Трансформаторы измерительные
10. Сварочные трансформаторы
11. Автотрансформаторы.
12. Физические процессы в асинхронной машине при неподвижном роторе
13. Электромагнитный момент асинхронной машины
14. ЭЛС, индуцируемые в обмотках машин переменного тока
15. Принцип действия трехфазной машины с короткозамкнутым ротором
16. Пуск в ход трехфазных АД с фазным ротором
17. Рабочие характеристики трехфазного АД.
18. Пуск однофазного АД и его характеристики
19. Конструкция и принцип действия однофазного АД
20. Нагрев и охлаждение электродвигателей
21. Работа асинхронной машины с вращающимся ротором
22. Конструкция асинхронной машины с короткозамкнутым и фазным ротором
23. Способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя

24. Динамическое торможение АД
25. Потери и КПД в асинхронной машине
26. Способы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока
27. Тормозные режимы работы электродвигателя постоянного тока
28. Способы пуска двигателя постоянного тока
29. Элементы конструкции и принцип действия машин постоянного тока
30. Способы возбуждения генераторов постоянного тока.
31. Потери мощности и КПД машин постоянного тока
32. Конструкция и принцип действия синхронной машины
33. Основные характеристики синхронного генератора
34. Устройство и принцип действия синхронного двигателя
35. реакция якоря в синхронном генераторе
36. Электромагнитный момент синхронного двигателя. Пуск синхронных двигателей
37. Угловая и механические характеристики синхронного двигателя.
38. преимущества и недостатки синхронного двигателя по сравнению с асинхронным
39. Способы пуска в ход синхронного двигателя
40. Сущность асинхронного пуска синхронного двигателя
41. Конструктивное различие турбо- и гидрогенераторов. Причины различия.
42. Двигатели постоянного тока независимого, параллельного возбуждения.
43. Уравнения электрического состояния машины постоянного тока в двигательном и генераторном режимах
44. Причины искрения и способы улучшения коммутации машины постоянного тока
45. Устройство, принцип действия и применение машин постоянного тока
46. Механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения
47. Двигатели постоянного тока последовательного и смешанного возбуждения
48. Элементы конструкции и принцип действия машин постоянного тока
49. Основные характеристики генератора постоянного тока
50. Механическая и скоростная характеристика двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

#### 5.2. Темы письменных работ

Программой предусмотрен курсовой проект.

#### 5.3. Фонд оценочных средств

1. Классификация электрических машин
2. Электромеханическое преобразование энергии.
3. Конструкция и принцип действия однофазного трансформатора.
4. Холостой ход трансформатора.
5. Работа трансформатора под нагрузкой.
6. Параллельная работа трансформаторов.
7. Аварийное короткое замыкание и опыт короткого замыкания однофазного трансформатора.
8. Трехфазные трансформаторы.
9. Трансформаторы измерительные
10. Сварочные трансформаторы

#### 5.4. Перечень видов оценочных средств

контрольные вопросы для проведения текущего контроля. Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. Отчет о практической работе. Отчет по самостоятельной работе. Отчет по лабораторным работам. Курсовой проект.

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители | Заглавие, размещение                | Издательство, год   | Колич-во |
|------|---------------------|-------------------------------------|---------------------|----------|
| Л1.1 | Иванов Г. В.        | Электрические машины: учеб. пособие | Норильск: НИИ, 2009 | 49       |

##### 6.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители              | Заглавие, размещение                                                                                          | Издательство, год   | Колич-во |
|------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------|
| Л2.1 | Копылов И.П.                     | Электрические машины: Учебник для вузов                                                                       | М.: Высш. шк., 2002 | 46       |
| Л2.2 | Беспалов В.Я.,<br>Котеленец Н.Ф. | Электрические машины: учеб. пособие для вузов                                                                 | М.: Академия, 2006  | 3        |
| Л2.3 | Вольдек А.И., Попов В.В.         | Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы: учебник для вузов | СПб.: Питер, 2008   | 29       |

|      | Авторы, составители      | Заглавие, размещение                                             | Издательство, год | Колич-во |
|------|--------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|
| Л2.4 | Вольдек А.И., Попов В.В. | Электрические машины. Машины переменного тока: учебник для вузов | СПб.: Питер, 2008 | 27       |

### 6.1.3. Методические разработки

|      | Авторы, составители                          | Заглавие, размещение                                                                                                                                                                | Издательство, год   | Колич-во |
|------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------|
| Л3.1 | Иванов Г. В.                                 | Электрические машины: лаборатор. практикум                                                                                                                                          | Норильск: НИИ, 2011 | 1        |
| Л3.2 | Норильский индустр. ин-т; сост. Г. В. Иванов | Электрические машины. Машины постоянного тока: метод. указания для самостоятельной работы студентов спец. 140211.65, 140604.65 и 180404.65                                          | Норильск: НИИ, 2011 | 1        |
| Л3.3 | Норильский индустр. ин-т; сост. Г. В. Иванов | Электрические машины. Трансформаторы: метод. указания для практических занятий самостоятельной работы студентов спец. 140211.65, 140604.65 и 180404.65                              | Норильск: НИИ, 2011 | 1        |
| Л3.4 | Норильский индустр. ин-т; сост. Г. В. Иванов | Электрические машины. Расчет и конструирование силовых трехфазных трансформаторов: метод. указания по курсовому проектированию для студентов спец. 140211.65, 140604.65 и 180404.65 | Норильск: НИИ, 2011 | 1        |

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

|         |                                                                 |
|---------|-----------------------------------------------------------------|
| 6.3.1.1 | MS Windows 7 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)            |
| 6.3.1.2 | MS Office Standard 2013 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013) |

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

|         |                                                                                                                                        |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.3.2.1 | Онлайн платформа ЗГУ ( <a href="https://learn.norvuz.ru/">https://learn.norvuz.ru/</a> )                                               |
| 6.3.2.2 | Электронная библиотека ЗГУ ( <a href="http://biblio.norvuz.ru/MarcWeb2/Default.asp">http://biblio.norvuz.ru/MarcWeb2/Default.asp</a> ) |
| 6.3.2.3 | Электронно-библиотечная система Лань ( <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a> )                                     |
| 6.3.2.4 | Цифровая библиотека IPRsmart ( <a href="https://www.iprbookshop.ru">https://www.iprbookshop.ru</a> )                                   |

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

|     |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7.1 | Аудитория, в которой проводится занятия должна быть оснащена мультимедийным оборудованием (компьютер с доступом в «Интернет», проектор, колонки).                                                                                                     |
| 7.2 | В случае проведения процедуры сдачи зачетов с применением дистанционных образовательных технологий должно быть дополнительно обеспечено оборудование (видеокамера, микрофоны и проч.) для фиксации хода проведения аттестационного испытания.         |
| 7.3 | Для подготовки обучающимся предоставляются помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета. |
| 7.4 |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 7.5 |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 7.6 |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 7.7 |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 7.8 |                                                                                                                                                                                                                                                       |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подвести итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине они произошли. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана. Все задания к лабораторным работам, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и лабораторных), работа над которыми обладает определенной спецификой.

Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время. Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную

деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

#### Подготовка к лабораторным работам

Подготовку к каждому занятию студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего