

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**  
**филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения**  
**высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»**  
**в г. Апатиты**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.ОД.2 Электрические машины**

(название дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы**  
**по направлению подготовки**

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**  
**направленность (профиль) «Высоковольтные электроэнергетика и**  
**электротехника»**

(код и наименование направления подготовки  
с указанием направленности (профиля) (наименования магистерской программы))

**высшее образование – бакалавриат**

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –  
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

**бакалавр**

квалификация

**очная**

форма обучения

**2016**

год набора

**Составитель:**  
Морозов И.Н., к.т.н.,  
доцент кафедры физики, биологии и  
инженерных технологий

Утверждено на заседании кафедры физики,  
биологии и инженерных технологий  
(протокол № 1 от «24» января 2017 г.)

Зав. кафедрой

 В.Г. Николаев

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** – Основной целью дисциплины является формирование у студентов теоретической базы по современным электромеханическим преобразователям энергии, которая позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электрических машин.

Для достижения поставленной цели необходимо научить студентов:

- классифицировать электрические машины и описывать сущность происходящего в них электромеханического преобразования энергии;
- самостоятельно проводить расчеты по определению параметров и характеристик электрических машин;
- проводить элементарные испытания электрических машин.

В результате изучения дисциплины «Электрические машины» обучающиеся должны:

- знать и понимать принцип действия современных типов электрических машин,
- знать особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики;
- иметь общее представление о проектировании, испытаниях и моделировании электрических машин;
- уметь использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации электрических машин.

владеть навыками элементарных расчетов и испытаний электрических машин.

## **2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);
- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5).

## **3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.**

Учебная дисциплина «Электрические машины» относится к базовой части.

Предшествующими дисциплинами структурно-логической схемы направления «Электроэнергетика и электротехника», на теоретических основах которых базируется дисциплина «Электрические машины», являются:

- высшая математика;
- физика;
- теоретические основы электротехники;
- теоретическая механика;
- прикладная механика;
- измерительные приборы;
- общая энергетика;
- электроника

Знания, умения и навыки, приобретенные студентом в ходе изучения дисциплины «Электрические машины» необходимы при изучении следующих дисциплин направления:

- электрические станции и подстанции;
- электроэнергетические системы и сети;
- производственная практика,
- релейная защита электроэнергетических машин;
- электроснабжение.
- высоковольтные электротехнологические процессы и аппараты.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ.**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

В соответствии с учебным планом дисциплина «Электрические машины» изучается в течение двух семестров.

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час.)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Курсовые работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ						
3	5	1	36	32	-	-	32	-	4	-	-	зачет
3	6	5	180	34	34	-	68	-	76	34	36	экзамен
<b>Итого:</b>		<b>6</b>	<b>216</b>	<b>66</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>80</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>экзамен</b>

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ.**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС
		ЛК	ПР	ЛБ			
1	Общие вопросы электромеханического преобразования энергии.	8	-	-	8	-	8
2	Физические законы, лежащие в основе работы электрических машин.	8	-	-	8	-	10

3	Принцип работы и конструкции трансформаторов.	10	-	-	10	-	14
4	Асинхронные машины.	10	8	-	18	-	14
5	Синхронные машины.	10	10	-	20	-	14
6	Машины постоянного тока.	12	12	-	24	-	14
7	Актуальные проблемы электромеханики и тенденции развития электрических машин.	8	4	-	12	-	6
	Итого:	<b>66</b>	<b>34</b>	-	<b>100</b>	-	<b>80</b>
	<b>Экзамен</b>						36

### Содержание разделов дисциплины

**Тема №1. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии.** Введение. Роль электрических машин в современной технике. Вращающееся магнитное поле в электрических машинах и условия его создания. 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.

**Тема №2. Физические законы, лежащие в основе работы электрических машин.** Законы: электромагнитной индукции, Кирхгофа, полного тока, Ома для магнитной цепи, Ампера. Проблема электромеханического преобразования энергии. Физические явления в электромеханическом преобразователе. Уравнения Максвелла. Структура магнитных и электрических полей. Силы, действующие на индуктивные катушки в магнитном поле. Физические модели и обратимость ЭМП. Модель кондукционного ЭМП. Модель индукционного ЭМП. Обобщенные модели ЭМ. Физические обоснования обобщенных моделей. Обобщенная машина с взаимно вращающимися осями статора и ротора. Параметры обобщенной ЭМ. Использование уравнений Лагранжа для описания ЭМП.

**Тема №3. Принцип работы и конструкции трансформаторов.** Назначение и области применения трансформатора. Устройство и принцип действия 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 и внешние характеристики. Схемы и группы соединений обмоток. Параллельная работа. Регулирование напряжения трансформаторов. Коэффициент полезного действия трансформатора. Несимметричная нагрузка. Автотрансформатор. Многообмоточный трансформатор. Специальные трансформаторы.

**Тема №4. Асинхронные машины.** Назначение и области применения асинхронных машин (АМ). Устройство и принцип действия АМ. Вращающееся магнитное поле. Работа АМ при заторможенном роторе: режим холостого хода и режим нагрузки. Схема замещения и векторная диаграмма АМ при заторможенном роторе. Схема замещения и векторная диаграмма АМ при вращающемся роторе. Механические характеристики асинхронного двигателя (АД). Рабочие характеристики АД. Пуск АД с фазным и короткозамкнутым ротором. Регулирование частоты вращения АД и изменение направления вращения. Короткозамкнутые АД с повышенным пусковым моментом: двигатели с двойной беличьей клеткой, глубокопазные двигатели.

**Тема №5. 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. Уравнения и векторные диаграммы генераторов. Электромагнитный момент и угловая характеристика. Параллельная работа синхронной машины с сетью. U-образные характеристики. Синхронные двигатели: способы пуска, характеристики, области применения. Специальные синхронные машины.

**Тема №6. 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. 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.

**Тема №7. Актуальные проблемы электромеханики и тенденции развития электрических машин.** Обзор актуальных проблем электромеханики и тенденций развития электрических машин.

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **Основная литература:**

1. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы Питер, 2008 Физ. характеристика: 320 с. (20 экз)
2. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины переменного тока. Питер, 2008 Физ. характеристика: 350 с. (20 экз)
3. Кацман М.М. Электрические машины Издательский центр "Академия", 2008 Физ. характеристика: 496 с. (10 экз.)

### **Дополнительная литература:**

1. Встовский В. Л. Электрические машины - Сибирский федеральный университет, 2013. 464 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=363964](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=363964).
2. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины: в 2-х томах МЭИ, 2006 Физ. характеристика: 532 с. (14 экз.)
3. Кобозев В. А. Электрические машины. Ч. 1. Машины постоянного тока. Трансформаторы: учебное пособие Ставропольский государственный аграрный университет, 2015. 200 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=438677](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=438677)
4. Кобозев В. А. Электрические машины. Ч. 2. Электрические машины переменного тока: учебное пособие Ставропольский государственный аграрный университет, 2015. 280 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=438678](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=438678)

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

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедиапроектор, экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядные пособия; обеспечивающие тематические иллюстрации);

- помещения для самостоятельной работы (оснащены компьютерными столами, стульями, доской аудиторной, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (оснащены наборами инструментов, оборудованием, расходными материалами для монтажа, ремонта и обслуживания информационно-телекоммуникационной сети филиала и вычислительной техники);
- лаборатория информационных технологий (оснащена компьютерными столами, стульями, мультимедийным проектором, экраном проекционным, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);

## **7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

1. Microsoft Windows.
2. Microsoft Office / LibreOffice.

## **7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

ЭБС «Издательство Лань»[Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;

ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;

ЭБС «Университетская библиотека онлайн»[Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

## **7.3 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ**

1. Электронная база данных Scopus.

## **7.4 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>

2. Электронный справочник "Информо" для высших учебных заведений <http://www.informio.ru/>

## **8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ**

Не предусмотрено.

## **9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ**

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.