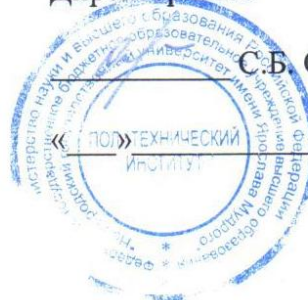


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт политехнический
Кафедра энергетики и транспорта

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПТ



С.Б. Сапожков

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины (модуля)
Электрические машины и аппараты

по всем направлениям подготовки бакалавриата
13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
направленность (профиль) – Промышленная электроэнергетика

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела обеспечения
деятельности политехнического института

О.В. Ушакова

«___» _____ 2021 г.

Разработал

Д.т.н., профессор

И.В. Швецов

«25» марта 2021 г.

Принято на заседании кафедры
Протокол № 7 от « 25 » марта 2021 г.
Заведующий кафедрой

И.В. Швецов

«25» марта 2021 г.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины (модуля)

Цель освоения учебной дисциплины (модуля) - ознакомление студентов с основами теории и эксплуатационными характеристиками электрических машин и трансформаторов, а также формирования прочной теоретической базы и знаний в области электромеханического и статического преобразования энергии, принципа действия основных видов электрических машин и трансформаторов и особенностей их применения.

Задача учебной дисциплины (модуля): в результате изучения названной дисциплины студенты должны приобрести знания, умения и определенный опыт, необходимые для изучения специальных дисциплин и для дальнейшей профессиональной деятельности.

2 Место учебной дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Курс “Электрические машины и аппараты” является вводным в широкий круг проблем. В результате освоения данной дисциплины обеспечивается достижение целей образовательной программы «Электроэнергетика и электротехника»; приобретенные знания, умения и навыки позволят подготовить выпускника: к расчету, анализу и проектированию электроэнергетических элементов, объектов и систем с использованием современных средств автоматизации проектных разработок; к самостоятельному обучению и освоению новых знаний и умений для реализации своей профессиональной карьеры.

В результате изучения дисциплины студенты должны приобретать знания, умения и опыт, достаточные для изучения специальных дисциплин и дальнейшей работы на производстве.

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины (модуля)

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины (модуля):

- ПК-1. Способен демонстрировать навыки обслуживания технологического оборудования, проводить оценку технического состояния и остаточного ресурса и профилактический осмотр оборудования.

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций. В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
ПК-1. Способен демонстрировать навыки обслуживания технологического оборудования, проводить оценку технического состояния и остаточного ресурса и профилактический осмотр оборудования	Знать методы обслуживания технологического оборудования	Уметь демонстрировать навыки обслуживания технологического оборудования	Владеть обслуживанием технологического оборудования, оценкой технического состояния и остаточного ресурса и профилактики оборудования

4 Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины (модуля)

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения представлена в таблице 2, для заочной формы обучения - в таблице 3.

Таблица 2 - Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		6 семестр (в зависимости от содержания учебного плана)
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	4	4
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	42	42
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) <i>(при наличии)</i>	--	--
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	66	66
5. Промежуточная аттестация <i>(экзамен)</i> (АЧ)	36	36

Таблица 3 - Трудоемкость учебной дисциплины для заочной формы обучения

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		4 семестр (в зависимости от содержания учебного плана)
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	4	4
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	12	12
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) <i>(при наличии)</i>	-	-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	96	96
5. Промежуточная аттестация <i>(экзамен)</i> (АЧ)	36	36

4.2 Содержание учебной дисциплины (модуля)

Раздел №1 Введение. Законы и общие правила в электромеханике

1.1 Роль и место электрической машины и трансформатора в преобразовании энергии

Раздел №2 Трансформаторы

2.1 Силовые трансформаторы. Устройство и принцип действия. Элементы конструкции
Магнитопроводы: стержневые, броневого, бронестержневые однофазных и трехфазных трансформаторов

2.2 Обмотки трансформаторов: цилиндрические, винтовые, непрерывные катушечные.
Групповой трансформатор

2.3 Основные уравнения трансформатора. Коэффициент трансформации. Повышающий и понижающий трансформатор. Приведенный трансформатор

2.4 Схемы замещения двухобмоточного трансформатора (Т-образная, Г-образная)

Раздел №3 Векторные диаграммы трансформатора под нагрузкой (активно-индуктивной, активно-емкостной)

3.1 Опыт холостого хода трансформатора: электрическая схема, схема замещения, ток холостого хода, потери холостого хода, характеристики холостого хода, векторная диаграмма

3.2 Опыт короткого замыкания трансформатора: электрическая схема, схема замещения, напряжение короткого замыкания, потери короткого замыкания, характеристики короткого замыкания, векторная диаграмма

3.3 Определение параметров схемы замещения по опытам холостого хода и короткого замыкания. Работа трансформатора при нагрузке. Изменение напряжения трансформатора при нагрузке

3.4 Регулирование вторичного напряжения. Внешняя характеристика

3.5 Потери и КПД трансформатора при различных величинах и характерах нагрузки. Условие максимума КПД

3.6 Схемы и группы соединения обмоток трансформатора

3.7 Параллельная работа трансформаторов. Условия включения и распределения нагрузки между трансформаторами при параллельной работе

Раздел №4 Общие вопросы теории электрических машин переменного тока

4.1 Основные элементы конструкции электромеханических преобразователей переменного тока

4.2 Принцип взаимного преобразования электрической и механической энергии в индукционных преобразователях

4.3 Электрические машины переменного тока (синхронные, асинхронные)

4.4 Принцип обратимости преобразования энергии в электрических машинах

4.5 Создание вращающегося магнитного поля

4.6 Пульсирующие, эллиптические и круговые поля

Раздел №5 Асинхронные машины (АМ)

5.1 Основные уравнения АМ. Схемы замещения (Т-образная, Г-образная). Электромагнитный вращающий момент АД. Режимы работы АМ: двигателя, генератора, электромагнитного тормоза

5.2 Электромагнитный вращающий момент АМ в режиме двигателя при различных значениях угла между ЭДС и током обмотки ротора

5.3 Способы пуска АД с короткозамкнутым ротором

5.4 Прямой способ пуска, ограничения при его применении

5.5 Реакторный, автотрансформаторный, переключением звезда-треугольник

5.6 Пуск АД с фазным ротором. АД с короткозамкнутым ротором с улучшенными пусковыми характеристиками

5.7 Регулирование частоты вращения АД. Регулирование частоты вращения АД изменением частоты вращения поля

5.8 Регулирование частоты вращения АД изменением скольжения (изменением величины питающего напряжения, изменением активного сопротивления обмотки ротора, введением добавочной ЭДС в обмотку ротора)

Раздел №6 Синхронные машины (СМ)

6.1 Явнополюсные и неявнополюсные СМ

6.2 Возбуждение СМ: независимое, вентильное (с самовозбуждением, независимое, бесщёточное)

6.3 Магнитное поле обмотки возбуждения явнополюсной и неявнополюсной СМ. Магнитное поле обмотки якоря в явнополюсной СМ

6.4 Реакция якоря. Метод двух реакций, продольная и поперечная реакция якоря

6.5 Коэффициенты формы поля. Основные уравнения СМ

6.6 Векторные диаграммы токов, потоков, ЭДС и напряжения явнополюсного синхронного генератора при различных характерах симметричной нагрузки

6.7 Угол нагрузки. Перегрузочная способность, статическая устойчивость синхронных машин

6.8 Векторные диаграммы Blondеля для неявнополюсного синхронного генератора при различных характерах симметричной нагрузки

Раздел №7 Характеристики синхронного генератора: характеристика холостого хода, внешняя, нагрузочная, регулировочная, короткого замыкания

7.1 Отношение короткого замыкания

7.2 Параллельная работа синхронных генераторов. Условия включения генераторов на параллельную работу. Синхронизация генераторов, методы синхронизации

7.3 Синхронные режимы параллельной работы СМ (компенсатор, генератор, двигатель)

7.4 Угловая характеристика активной мощности СМ

7.5 Понятие о статической устойчивости

7.6 Работа СМ при постоянной активной мощности и переменном возбуждении

7.7 Синхронные двигатели. Пуск синхронных двигателей

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины (модуля) и контактной работы

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)				Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР			
1	Введение. Законы и общие правила в электромеханике	2	4		2	6	Контрольный опрос
2	Трансформаторы	2	4		1	10	Контрольный опрос
3	Векторные диаграммы трансформатора под нагрузкой (активно-индуктивной, активно-емкостной)	2	4		1	10	Контрольный опрос
4	Общие вопросы теории электрических машин переменного тока	2	4		1	10	Контрольный опрос
5	Асинхронные машины (АМ)	2	4		1	10	Контрольный опрос
6	Синхронные машины (СМ)	2	4		1	10	Контрольный опрос
7	Характеристики синхронного генератора: характеристика холостого хода, внешняя, нагрузочная, регулировочная, короткого замыкания	2	4		1	10	Контрольный опрос
	Промежуточная аттестация	Экзамен - 36					
	ИТОГО	14	28		8	66	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

4.4.2 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов:

Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены учебным планом.

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины (модуля)

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Введение. Законы и общие правила в электромеханике	4
2.	Трансформаторы	4
3.	Векторные диаграммы трансформатора под нагрузкой (активно-индуктивной,	4

	активно-емкостной)	
4.	Общие вопросы теории электрических машин переменного тока	4
5.	Асинхронные машины (АМ)	4
6.	Синхронные машины (СМ)	4
7.	Характеристики синхронного генератора: характеристика холостого хода, внешняя, нагрузочная, регулировочная, короткого замыкания	4
	ИТОГО	14

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Практическое занятие № 1. Инструктаж по технике безопасности. Общие вопросы.	4
2.	Практическое занятие № 2. Исследование двухобмоточного трехфазного трансформатора при симметричной нагрузке	4
3.	Практическое занятие № 3. Группы соединений обмоток трехфазного трансформатора	4
4.	Практическое занятие № 4. Исследование параллельной работы однофазных трансформаторов	4
5.	Практическое занятие № 5. Коммутационные электрические аппараты	4
6.	Практическое занятие № 6. Расчет магнитной цепи	4
7.	Практическое занятие № 7. Расчет магнитной цепи	4
	ИТОГО	28

Рекомендации к проведению практических занятий.

Работа в группах. Решение задач в соответствии с темами.

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины (модуля)

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины (модуля)

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечение учебной дисциплины (модуля) представлено в Приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения
1.	Наличие учебной аудитории	Учебная мебель, доска
2.	Мультимедийное оборудование	1 компьютер, проектор, экран, выход в интернет
3.	Программное обеспечение	Microsoft Windows XP Professional. Лицензия «Open License» № 45257130; Microsoft Office 2007. Лицензия «Open License» № 47742190.

Приложение А
(обязательное)
Фонд оценочных средств
учебной дисциплины (модуля) «Электрические машины и аппараты»

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (вопросы к контрольной работе, коллоквиуму и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 - Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1	Контрольный опрос	Все темы раздела № 1	20	ОПК-3
2	Контрольный опрос	Все темы раздела № 2	20	
3	Контрольный опрос	Все темы раздела № 3	20	
4	Контрольный опрос	Все темы раздела № 4	20	
5	Контрольный опрос	Все темы раздела № 5	20	
6	Контрольный опрос	Все темы раздела № 6	25	
7	Контрольный опрос	Все темы раздела № 7	25	
<i>Промежуточная аттестация</i>				
	Экзамен		50	
	ИТОГО		200	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

Таблица А.1 - Контрольный опрос

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Количество правильных ответов	4 варианта	по 20 вопросов в комплекте

Пример одного вопроса на тему Определение условной температуры помещения:

Для условной температуры помещения характерно:

- а) балкон или лоджия*
- б) комнаты*
- в) подвальные помещения*
- г) чердачные помещения*

1) Экзамен

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
Количество правильных ответов	3 варианта	20 вопросов
Использование терминологии		
Наличие собственной точки зрения		
Демонстрация знания об основных понятиях дисциплины (модуля)		

Пример экзаменационного билета:

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Кафедра энергетики и транспорта

Экзаменационный билет № 1

Учебная дисциплина (модуль) **Электрические машины и аппараты**

Для направления подготовки (специальности) 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

1 Законы и общие правила в электромеханике. Роль и место электрической машины и трансформатора в преобразовании энергии

2 Пуск АД с фазным ротором. АД с короткозамкнутым ротором с улучшенными пусковыми характеристиками

3 Двигатели постоянного тока. Пуск двигателей в ход. Особенности пуска ДПТ параллельного и последовательного возбуждения

Принято на заседании кафедры «25» марта 2021 г. Протокол № 7

Заведующий кафедрой



(И.В.Швецов)

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение А
(обязательное)

**Фонд оценочных средств
учебной дисциплины (модуля) Электрические машины и аппараты**

Таблица А.1- Обеспечение дисциплины учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Вид занятия, в котором использ.	Число часов, обеспеч. изданием	Кол. экз. в библ. НовГУ
1 Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию : учеб. пособие для вузов. - 4-е изд., доп. - Ростов н/Д : Феникс, 2003. - 477с.	Лекции	36	5
2 Справочник по электрическим машинам : В 2 т. Т.2 / Под общ.ред.И.П.Копылова,Б.К.Клокова. - М. : Энергоатомиздат, 1989. - 688с.	Лекции		4
3 Лифанов В.А. Расчет электрических машин малой мощности : учеб. пособие / Копылов И. П. Электрические машины : учеб. для вузов. - 3-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2002. – 606 с.	все		12
4	все		

Таблица А2 – Информационное обеспечение модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
1. Электронная библиотека издательства ЛАНЬ	https://e.lanbook.com	
2. Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru	
3. Библиотека. Единое окно доступа к образовательным программам	http://window.edu.ru	
4. Российская электронная библиотека	http://www.elbib.ru	
5. Публичная Интернет-библиотека	https://www.public.ru	

Таблица А.3 - Обеспечение дисциплины учебно-методическими изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Вид занятия, в котором использ.	Число часов, обеспеч. издание м	Кол. экз. на каф.	Примечание

Бритин С. Н. Электропреобразовательные устройства : в 2 ч. Ч. 2 : Электрические машины / С. Н. Бритин, Р. Н. Шабалин ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2009. - 95 с.	Лекции, практиче-ские занятия, СРС, РГР		18	
Белов Н. В. Электротехника и основы электроники : учеб. пособие / Н. В. Белов, Ю. С. Волков. - СПб. : Лань, 2016, 2017. – 430 с.			2	

Зав. кафедрой  И.В.Швцов
«25» марта 2021 г.

Приложение В
(обязательное)
Лист актуализации рабочей программы
учебной дисциплины (модуля) «Электрические машины и аппараты»

Рабочая программа актуализирована на 2021/2022 учебный год.

Протокол № заседания кафедры от «»_____ 202 г.

Разработчик: _____

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__ /20__ учебный год.

Протокол № _____ заседания кафедры от «____» _____ 20__ г.

Разработчик: _____

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20 /20 учебный год.

Протокол № _____ заседания кафедры от «___» _____ 20__ г.

Разработчик: _____

Зав. кафедрой

Таблица В.1 Перечень изменений, внесенных в рабочую программу:

[illegible]