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

Кафедра промышленной энергетики

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПТ
_____ А.Н. Чадин
"02" 03 2017 г.

ЭЛЕКТРОПРИВОД И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Учебный модуль по направлению подготовки

13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО
Начальник учебного отдела
_____ О.Б. Широколобова
"02" 03 2017 г.

Разработал
профессор
_____ И.В. Швецов
01 03 2017 г.

Принято на заседании кафедры
Протокол № 7 от 01. 03. 2017 г.
Заведующий кафедрой
_____ И.В. Швецов
01 03 2017 г.

1. Цели и задачи учебного модуля

Изучение основ рациональной эксплуатации электрооборудования промышленных предприятий.

Цель учебного модуля – формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков эксплуатации электрооборудования промышленных предприятий.

Задача учебного модуля – изучение основ рациональной эксплуатации электрооборудования промышленных предприятий, методов задания рациональных режимов их функционирования и защиты от ненормальных режимов. Изучение устройства и физической сущности явлений в электроприводе, электротермических устройствах, устройствах светотехники и специальной электротехнологии.

2. Место учебного модуля в структуре ООП направления подготовки

Модуль БЕ.В.2 “Электропривод и электрооборудование” входит в блок Б.2 дисциплин математического и естественнонаучного цикла вариативной части.

Его изучение базируется на знании курсов: математика (Б.2.3) (разделы «Дифференциальное и интегральное исчисление»); физика (Б.2.1) («Электродинамика», «Колебания и волны»), «Электротехника и электроника» (Б.3.10).

3. Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения учебного модуля направлен на формирование следующих компетенций:

- готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов (ПК-10).

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:
В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:
Таблица 1

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ПК-10	готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	- состояние и перспективы использования электрической энергии в технологических процессах промышленных предприятий; - основные понятия, определения и терминологию описания процессов преобразования электрической энергии; - основные принципы построения и эффективной эксплуатации электропривода и электрооборудования.	- читать и составлять принципиальные схемы электрооборудования; - осуществлять выбор основных силовых преобразователей электрической энергии электрооборудования, а также аппаратов их управления и защиты; - осуществлять эффективную и безопасную эксплуатацию электрооборудования.	- навыками составления структурных и принципиальных схем, выбора силовых преобразователей электрической энергии, а также аппаратов управления и защиты.

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

В структуре УМ выделены учебные элементы модуля (УЭМ) в качестве самостоятельных разделов.

Таблица 2

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		6	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):			
1) УЭМ1 – ММ:			
- лекции	36	36	ПК-10
- практические занятия (семинары)	36	36	
- лабораторные работы	18	18	
- аудиторная СРС	18	18	
- внеаудиторная СРС	90	90	
Аттестация:			
- экзамен	ЭКЗ	36	

*) зачеты принимаются в часы аудиторной СРС.

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

Раздел 1 Общие понятия электропривода и электрооборудования

1.1 Введение. Общие сведения об электроприводе.

Состояние и перспективы развития электрооборудования промышленных предприятий. Классификация электрооборудования по видам преобразования электрической энергии. Понятие электропривода. Классификация систем электропривода.

1.2 Механические характеристики электродвигателей и рабочих машин.

Механические характеристики рабочих машин и их классификация. Механические характеристики электродвигателей, их классификация по критерию жесткости. Понятие статической устойчивости электропривода.

1.3 Нагрев и охлаждение электродвигателей и электрооборудования.

Уравнение теплового баланса нагрева и охлаждения. Классификация изоляционных материалов по нагревостойкости. Режимы работы электрооборудования. Выбор электродвигателей по мощности при различном характере нагрузки на валу.

1.4 Механические и электромеханические характеристики электродвигателей постоянного и переменного тока.

Пуск и реверс двигателей. Понятие о способах регулирования скорости.

1.5 Переходные процессы в электроприводе.

Аналитические и графоаналитические методы их расчета.

Раздел 2 Эксплуатация электропривода и электрооборудования

2.1 Аппараты защиты и управления электрооборудованием.

Назначение, устройство, выбор.

2.2 Схема управления электродвигателем с помощью магнитного пускателя.

Назначение, устройство, выбор. Устройство и работа теплового реле.

2.3 Ограничение пусковых токов и моментов асинхронных электродвигателей.

Типовые схемы управления.

2.4 Торможение электродвигателей.

Типовые схемы управления.

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

4.3 Темы и содержание практических занятий

Таблица 4.1

Практические занятия (семинары)	Трудоемкость, АЧ
ПР1. Выбор электродвигателя по мощности методом эквивалентной мощности.	6
ПР2. Расчет переходных процессов нагрева и охлаждения электродвигателя.	6
ПР3. Построение механических характеристик рабочей машины.	6
ПР4. Построение механических характеристик электродвигателей	6
ПР5. Выбор аппаратов защиты и управления электроприводом.	6
ПР6. Построение системы автоматизированного управления электроприводом рабочей машины.	6
Итого 6 за семестр:	**36**

Темы и содержание лабораторных занятий

Таблица 4.2

Практические занятия (семинары)	Трудоемкость, АЧ
ЛР1. Аппараты управления электрооборудованием;	4
ЛР2. Аппараты защиты электрооборудования;	4
ЛР3. Схема управления электродвигателем с помощью магнитного пускателя;	4
ЛР4. Ограничение пусковых токов и моментов асинхронных электродвигателей;	4
ЛР5. Торможение асинхронных электродвигателей.	2
Итого 6 за семестр:	**18**

4.4 Самостоятельная работа студентов включает

а) подготовку к лабораторным занятиям, оформление отчета и подготовку к защите лабораторной работы, самостоятельную проработку полученных на занятиях знаний с использованием рекомендованной и дополнительной литературы (справочники, журналы, методические пособия и т. д.) и электронных информационных ресурсов;

б) выполнение домашних самостоятельных расчетно-графических заданий:

ДРГЗ-01 Выбор электродвигателя по мощности методом эквивалентной мощности.

ДРГЗ-02 Расчет переходных процессов нагрева и охлаждения электродвигателя.

ДРГЗ-03 Построение механических характеристик электродвигателя и рабочей машины.

ДРГЗ-04 Выбор аппаратов защиты и управления электроприводом.

ДРГЗ-05 Построение системы автоматизированного управления электроприводом рабочей машины.

4.5 Организация изучения учебного модуля

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

– лекционные (вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, проблемная лекция);

– практические занятия (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, формирование практических навыков работы);

- лабораторные работы (формирование практических навыков работы);

– самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала, написание реферата).

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование мультимедиа-средств при проведении лекционных и практических занятий.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества усвоения курса используются следующие формы контроля:

– **текущий:** контроль выполнения практических аудиторных и домашних заданий, работы с литературой.

– **рубежный:** предполагает учет суммарных результатов по итогам текущего контроля за соответствующий период, систематичность работы и творческий рейтинг (участие в конференции, публикации, творческие идеи).

– **семестровый:** *экзамен* по вопросам, включенным в экзаменационные билеты, приложение Г.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением от 25.06.2013 № 9 «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего профессионального образования».

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение В).

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, учебной лаборатории, компьютерного класса, тренажеров. Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом рекомендаций ПрОП ВП по направлению подготовки 13.03.01 “Теплоэнергетика и теплотехника” и профилю “Промышленная теплоэнергетика”. Целью выполнения самостоятельной работы является ознакомление с учебной и нормативно - справочной литературой, дополнительное изучение некоторых тем курса лекций. Объектом работы являются учебники и учебные и справочные пособия, учебно-методические разработки кафедры, журнальные публикации и т. п. источники.

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

Педагогическими контрольными материалами являются экзаменационные вопросы и билеты, перечень контрольных вопросов к лабораторным работам, типовые задачи, вынесенные на практические занятия, а также домашние расчетно-графические задания.

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения УМ;

Б – Технологическая карта УМ;

В – Карта учебно-методического обеспечения УМ;

Г – Экзаменационные вопросы и билеты.

Приложение А
(обязательное)

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Электропривод и электрооборудование»

1 Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Образовательный процесс при изучении УМ строится на основе комбинации следующих образовательных технологий.

Интегральную модель образовательного процесса формируют технологии методологического уровня: модульно-рейтинговое обучение, контекстное обучение, технология поэтапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

- лекционные (вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, проблемная лекция);
- практические и лабораторные (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, выполнение практических работ);
- активизации познавательной деятельности (приемы технологии развития критического мышления, работа с литературой);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала).

2 Методические рекомендации по практическим и лабораторным занятиям

Усвоению модулей способствуют лабораторные работы и практические занятия, в том числе с применением компьютерного моделирования режимов электрических цепей и электрооборудования.

Лабораторные и практические занятия проводятся в специализированной лаборатории электропривода и электрооборудования и в компьютерном классе. При этом на занятиях целесообразно использовать электронные образовательные ресурсы. Результатом выполнения лабораторной работы является оформленный отчет, который затем каждый студент индивидуально защищает перед преподавателем. Примерное содержание отчета по лабораторным работам и перечень вопросов, вынесенных на их защиту, приведены в учебно-методическом пособии [5].

На практических занятиях изучаются методики выбора электродвигателей и аппаратов управления и защиты, построения механических характеристик электродвигателей и и переходных режимов в системе электропривода, изучаются типовые схемы автоматизированного управления электроприводами рабочих машин.

Занятия целесообразно проводить по следующей методике. Первый час каждого занятия — объяснение преподавателем типовой методики. Затем решается типовая задача реализации методики у доски с участием студентов. Второй час занятия проводится в интерактивной форме. Эффективно при этом использовать имеющееся на кафедре программное обеспечение. Преподаватель оценивает активность участия студентов в решении задачи и проводит анализ результатов.

Примерные типовые методики по темам курса приведены в учебно-методических пособиях [5, 6].

Во время практических занятий рекомендуется использовать наглядные пособия в виде плакатов, образцов приборов и машин, деталей, макетов, и др.

3 Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы студента

Аудиторная самостоятельная работа студентов (СРС) предусматривает консультации по изучаемым разделам курса, выполняемым лабораторным и практическим занятиям и домашнего расчетно-графического задания (ДРГЗ). Также во время этих занятий принимаются индивидуальные защиты лабораторных работ и ДРГЗ.

Внеаудиторная СРС включает работу с дополнительными источниками литературы и другими информационными источниками, проработку конспектов лекций, освоение типовых методик и решение задач ДРГЗ по темам курса, а также оформление отчетов по выполненным ЛР.

Варианты ДРГЗ по темам курса выдаются преподавателем студентам индивидуально в соответствии с контрольными заданиями, изложенными в учебно-методическом пособии [6].

Для самостоятельной работы над темами курса студентам заочникам рекомендуется использование учебно-методического пособия [6].

Приложение Б
(обязательное)

Технологическая карта
учебного модуля «Электропривод и электрооборудование»
семестр 6, ЗЕТ- 6, вид аттестации - экзамен, акад. часов 216, баллов рейтинга 300

№ и наименование раздела учебного модуля	№ недел и сем.	Трудоемкость, акад. Час					Форма текущего контроля успев. (в соотв. с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
Раздел 1. Общие понятия электропривода и электрооборудования	**1-9**	**27**	**12**	**8**	**9**	**45**		**125**
1.1 Введение. Общие сведения об электроприводе.	1-2	6		4 ЛР1 (20б)	2	10	По результатам ЛР, ПР и ДРГЗ	20
1.2 Механические характеристики электродвигателей и рабочих машин.	3-4	6	6 ПР1 (20б)		2	10	По результатам ЛР, ПР и ДРГЗ	20
1.3 Нагрев и охлаждение электродвигателей и электрооборудования.	5-6	6		4 ЛР2 (20б)	2	10 ДРГЗ–1 (22 б)	По результатам ЛР, ПР и ДРГЗ	42
1.4 Механические и электромеханические характеристики электродвигателей постоянного и переменного тока.	7-8	6	6 ПР2 (20б)		2	10	По результатам ЛР, ПР и ДРГЗ	20
1.5 Переходные процессы в электроприводе.	9	3			1	5 ДРГЗ–2 (23 б)	По результатам ЛР, ПР и ДРГЗ	23
Раздел 1. Рубежная аттестация (не менее 63 баллов из 125)								
Раздел 2. Эксплуатация электропривода и электрооборудования	**10-18**	**9**	**24**	**10**	**9**	**45**		**125**
2.1 Аппараты защиты и управления электрооборудованием.	10-11	2	6 ПР3 (10б)		2	10	По результатам ЛР, ПР и ДРГЗ	10
2.2 Схема управления электродвигателем с помощью магнитного пускателя.	12-14	3	6 ПР4 (10б)	3 ЛР3 (10б)	3	15 ДРГЗ-3 (18 б)	По результатам ЛР, ПР и ДРГЗ	38
2.3 Ограничение пусковых токов и моментов асинхронных электродвигателей.	15-16	2	6 ПР5 (10б)	2 ЛР4 (10б)	2	10 ДРГЗ–4 (18 б)	По результатам ЛР, ПР и ДРГЗ	38
2.4 Торможение электродвигателей.	17-18	2	6 Пр6 (10б)	2 ЛР5 (10б)	2	10 ДРГЗ–5 (19 б)	По результатам ЛР, ПР и ДРГЗ	39
Итого:	1-18	36	36	18	18	90		250
						36	Экзамен	**50**
Семестровая аттестация (не менее 150 баллов из 300)								
Итого:	1-18	36	36	18	18	126		**300**

(Трудоемкость разделов УМ не должна быть, как правило, меньше двух академических часов).

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины (в соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего профессионального образования» от 27.09.2011г. № 32):

- оценка «удовлетворительно» – 50 – 69 % от 50*ЗЕТ
- оценка «хорошо» – 70 – 89 % от 50*ЗЕТ
- оценка «отлично» – 90 – 100 % от 50*ЗЕТ

Приложение В
(обязательное)
Карта учебно-методического обеспечения

Модуля: Электропривод и электрооборудование
Направление: 13.03.031 – Теплоэнергетика и теплотехника
Формы обучения: очная
Курс - 3, семестр - 5
Часов**:** всего - 126, лекций - 36, практ. зан. - 36, лаб. раб. - 18, СРС и виды индивидуальной работы (курсовая работа, КП) - 18
Обеспечивающая кафедра: Промышленная энергетика

Таблица 1- Обеспечение модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1.Электропривод и электрооборудование : учеб. для вузов / Междунар.ассоц."Агрообразование". - М. : КолосС, 2006. - 327,[1]с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для вузов). - Библиогр.:с.327. (50)	55	
2.Епифанов А. П. Основы электропривода : учеб. пособие для вузов по спец. 110302 - "Электрификация и автоматизация сел. хоз-ва" / А. П. Епифанов. - 2-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2009. - 191, [1] с. : ил. - (Учебники для вузов, Специальная литература). - Библиогр.: с. 188-189. - Прил.: с. 183-187. (26)	30	
3.Епифанов А. П. Электропривод в сельском хозяйстве : учеб. пособие для вузов / А. П. Епифанов, А. Г. Гущинский, Л. М. Малайчук. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. - 223, [1] с. : ил. - (Учебники для вузов, Специальная литература). - Библиогр.: с. 218-221. - Прил.: с. 195-217. (10)	10	
Учебно-методические издания		
1		

Таблица 2 – Информационное обеспечение модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
1.Электропривод и электрооборудование. Учебный модуль по направлению подготовки 13.03.01 - «Теплоэнергетика и теплотехника»: Рабочая программа / сост И.В.Швецов. НовГУ. – Великий Новгород, 2017 – 15 с.		ЭВ на кафедре
2.Электропривод и электрооборудование: Метод. указания. Ч. 1: Основы эксплуатации электропривода / Сост. Н.М. Андрианов; НовГУ. – Великий Новгород. 2013. – 55 с.		ЭВ в НБ НовГУ
3.Электропривод и электрооборудование: Метод. указания к самостоятельному изучению курса / Сост. И.В.Швецов; НовГУ – Великий Новгород. 2017.–15 с.		ЭВ в НБ НовГУ

Таблица 3–Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1 Плетнев, Г.П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учеб. для студентов вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательство МЭИ, 2005. - 351с.,[1]вкл.л. : ил. - Библиогр.:с.349. - Прил.:с.336-348;Указ.:с.350-351. - ISBN 5-7046-1013-7(в пер.) : 495.00.	Ф1-5	
2 Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок: Обязательны для всех Потребителей электроэнергии независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности : ввод. с 1 окт. 2003 г. / М-во энергетики РФ. - СПб. : Деан, 2006. - 249,[2]с. - (Безопасность труда России). - Прил.:с.210-244. - ISBN 5-93630-304-7 : 62.00.	Ф1-1	

Действительно для учебного года 2017 / 2018

Зав. кафедрой ПРЭН _____ И.В. Швецов
подпись И.О.Фамилия

'01' марта 2017 г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ: гл. библиот _____ Калинина Л.
должность подпись расшифровка

Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого
Научная библиотека
Сектор чтения

Приложение Г
(обязательное)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ И БИЛЕТЫ
для текущего контроля и экзамена
по учебному модулю **«Электропривод и электрооборудование»**

1. Перспективы использования электрической энергии в технологических процессах.
2. Понятие электропривода, классификация электроприводов.
3. Механические характеристики рабочих машин. Их классификация.
4. Механические характеристики электродвигателей. Их классификация по степени жесткости.
5. Понятие статической устойчивости системы электропривода.
6. Причины нагрева электродвигателей и электрооборудования. Классификация изоляционных материалов по нагревостойкости.
7. Уравнения нагрева и охлаждения. Постоянная времени нагрева и охлаждения.
8. Факторы, определяющие допустимую мощность электродвигателя по нагреву.
9. Понятие о стандартных режимах работы электродвигателей, их классификация.
10. Методика выбора электродвигателей для привода рабочих машин.
11. Выбор электродвигателей по мощности при постоянной и переменной нагрузке на валу.
12. Выбор электродвигателей по дополнительным условиям.
13. Механические характеристики двигателей постоянного тока с независимым возбуждением.
14. Пуск и реверс электродвигателей постоянного тока.
15. Способы регулирования скорости. Реостатное регулирование скорости.
16. Полюсное и якорное регулирование скорости двигателя постоянного тока.
17. Тормозные режимы работы двигателей постоянного тока. Режим генераторного торможения.
18. Механическая характеристика асинхронного электродвигателя. Построение механической характеристики трехфазного асинхронного двигателя по его каталожным данным.
19. Пуск и реверс асинхронных двигателей. Пуск с переключением обмоток статора со звезды на треугольник.
20. Пуск асинхронных двигателей с введением в цепь ротора пусковых сопротивлений.
21. Способы регулирования скорости трехфазных асинхронных двигателей. Регулирование переключением числа пар полюсов.
22. Способы регулирования скорости трехфазных асинхронных двигателей. Регулирование изменением сопротивления цепи ротора.
23. Частотное регулирование скорости трехфазных асинхронных двигателей.
24. Регулирование скорости трехфазных асинхронных двигателей изменением подводимого к статору напряжения.
25. Уравнение движения электропривода и его анализ. Аналитические методы анализа переходных режимов. Определение времени ускорения и замедления двигателя.
26. Уравнение движения электропривода и его анализ. Аналитические методы анализа переходных режимов. Определение оптимального передаточного отношения.
27. Графоаналитические методы построения переходных процессов.
28. Аппараты управления электроустановок, назначение устройство, выбор.
29. Аппараты защиты электроустановок, назначение устройство, выбор.
30. Применение электротехнологии в ремонтных производствах.

Вопросы утверждены на заседании КПРЭН,
Протокол № ____ от ___. ____. 2014 г.

Зав КПРЭН _____

Пример экзаменационного билета

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Кафедра «Промышленная энергетика»

Экзаменационный билет № _____

Учебный модуль «Электропривод и электрооборудование»
Для направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

1 Механические характеристики электродвигателей. Их классификация по степени жесткости.

2 Аппараты управления электроустановок, назначение устройство, выбор.

УТВЕРЖДАЮ
Зав. КПРЭН _____

Полный комплект экзаменационных билетов хранится на кафедре «Промышленная энергетика».