

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-  
Российского университета

М.Е. Лустенков

(подпись)

2016 г.

Регистрационный № УД-130302/Б.Г.В0006/р

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Направленность (профиль) Электрооборудование автомобилей и тракторов

Квалификация (степень) бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	5, 6
Лекции	34
Практические занятия	16
Лабораторные занятия	34
Курсовая работа	6
Экзамен	5
Контактная работа по учебным занятиям, часы	84
Самостоятельная работа	96
Всего часов / зачетных единиц	180 / 5

Кафедра-разработчик программы: «Электропривод и АПУ»

Составитель: В. Н. Шарков, старший преподаватель


Могилев, 2016

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль подготовки: Электрооборудование автомобилей и тракторов № 955, утвержденным 03.09.2015 г., учебным планом рег.№ 130302-2, утвержденным «26» февраля 2016 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Электропривод и АПУ»

«20» апреля 2016 г., протокол № 11.

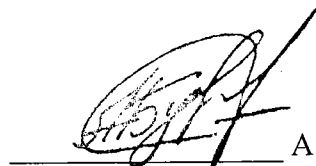
Зав. кафедрой «Электропривод и АПУ»

  
Г.С. Ленеvский

Одобрена и рекомендована к утверждению Президиумом научно-методического совета Белорусско-Российского университета

«29» 06 2016 г., протокол № 5.

Зам. председателя Президиума научно-методического совета

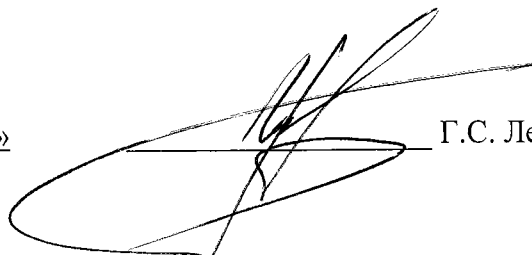
  
А.Д. Бужинский

Рецензент:

Алексей Валерьевич Чайко, начальник технического отдела – главный конструктор ОАО «Могилевский завод «Электродвигатель»

Рабочая программа согласована:


Зав. кафедрой «Электропривод и АПУ»

  
Г.С. Ленеvский

Зав. справочно-библиографическим отделом

  
Л.А. Астекалова

Начальник учебно-методического отдела

  
О.Е. Печковская  
28.06.16

## **1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

### **1.1 Цель учебной дисциплины**

Целью учебной дисциплины является изучение общих физических свойств и характеристик электромеханических систем как объекта автоматического управления на базе рассмотрения их обобщенных структур, а также изучения энергетики и основ выбора мощности силовых элементов электропривода.

### **1.2 Задачи учебной дисциплины**

Задачами учебной дисциплины являются овладение конкретными методиками расчета параметров электропривода, выбора мощности электродвигателей, расчетами статических и динамических режимов работы электроприводов, принципами построения систем электропривода.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен **знать:**

- назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока;
- математические описания, структурные схемы и физические свойства механической части электропривода;
- закономерности электромеханического преобразования энергии;
- общие свойства разомкнутых и замкнутых по основным координатам электромеханических систем;
- энергетику электроприводов и методы эквивалентирования режимов работы электроприводов по нагреву.

**уметь:**

- рассчитывать параметры, энергетические, статические и динамические характеристики механической части электропривода и расчетных схем;
- рассчитывать статические, механические, электромеханические характеристики (естественные и искусственные) электрических машин постоянного и переменного тока;
- рассчитывать статические и динамические характеристики разомкнутых и замкнутых систем электропривода;
- рассчитывать энергетические параметры электропривода и выбирать силовое электрооборудование;
- проводить экспериментальные исследования статических и динамических характеристик электродвигателей, систем "преобразователь-двигатель";
- применять и производить выбор электрического привода, формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой.

**владеть:**

- методами расчета переходных и установившихся процессов в автоматизированных электроприводах;
- методами проектирования и конструирования электротехнического оборудования и систем автоматизированного электропривода;
- методами анализа режимов работы автоматизированных электроприводов.

### **1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента**

Дисциплина «Электрический привод» относится к: Блок 1, Дисциплины (модули), (базовая часть).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- «Физические основы электроники» (устройство и принцип работы основных электронных приборов);

- «Высшая математика» (дифференциальное и интегральное исчисление, преобразования Лапласа);
- «Теоретические основы электротехники» (методы анализа и расчета линейных и нелинейных электрических цепей переменного и постоянного тока);
- «Электрические и электронные аппараты» (коммутационные электрические и электронные аппараты, реализация основных видов защит с помощью электрических аппаратов, выбор электрических аппаратов).

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- «Теоретические основы автотракторного электрооборудования»;
- «Электрооборудование автомобилей и тракторов»;
- «Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей и тракторов».

#### 1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК2	способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
ОПК3	способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей
ПК3	способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
ПК4	способность проводить обоснование проектных решений
ПК5	готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности
ПК6	способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Содержание учебной дисциплины

Номера тем	Наименование тем	Содержание
1	Введение в электропривод	Определение электропривода. Электропривод как система. Структурная схема электропривода. Основные виды электромеханических преобразователей энергии. Типы силовых преобразовательных устройств, применяемых в электроприводах. Функции электропривода и требования к нему. Классификация электроприводов. Исторический обзор развития электропривода. Современное состояние теории и практики автоматизированного электропривода.
2	Механика электропривода	Основные механические узлы и кинематические схемы электроприводов. Типовые нагрузки механической части электропривода. Моменты и силы упругого взаимодействия. Консервативные и диссипативные силы и моменты. Приведение нагрузок, движущихся масс и жесткостей связей к расчетной скорости. Составление расчетных механических схем. Уравнения Лагранжа и получение с их помощью уравнений движения связанных масс электропривода.
		Уравнения движения электропривода и его анализ. Ускорение, замедление, движение с постоянной скоростью электропривода. Понятие об устойчивом и неустойчивом режимах работы электропривода. Обобщенная структурная схема механической части электропривода.
3	Электромеханическое преобразование энергии	Обобщенное математическое описание процессов электромеханического преобразования энергии. Режимы преобразования энергии и их характеристики. Статические и динамические режимы работы электропривода. Ограничения, накладываемые на процессы электромеханического преобразования энергии
4	Электромеханические свойства и характеристики двигателей постоянного тока	Электромеханические свойства и характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ НВ). Уравнение динамической механической характеристики ДПТ НВ. Структурные схемы ДПТ НВ. Статические электромеханические и механические характеристики ДПТ НВ. Влияние параметров ДПТ НВ на механические и электромеханические характеристики. Тормозные режимы работы ДПТ НВ, механические и электромеханические характеристики ДПТ НВ в этих режимах, энергетическая оценка тормозных режимов.
		Уравнения и структурные схемы двигателя постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТ ПВ). Механические и электромеханические характеристики ДПТ ПВ в статическом режиме. Расчет и построение статических характеристик ДПТ ПВ. Тормозные режимы ДПТ ПВ; схемы, характеристики, методы их расчетов. Особенности статических характеристик двигателя постоянного тока со смешанным возбуждением (ДПТ СВ), методы их расчета. Тормозные режимы ДПТ СВ.
5	Электромеханические свойства и характеристики двигателей переменного тока	Уравнения, характеристики и схемы асинхронного двигателя (АД). Двухфазная модель АД в осях $\{\alpha, \beta\}$ ; $\{d, q\}$ . Векторные уравнения АД в осях $\{x, y\}$ . Установившийся режим работы АД и его уравнения. "Т"-образная схема замещения АД. "Г"-образная схема замещения одной фазы АД и основные уравнения для этой схемы. Формула Клосса и механическая характеристика АД. Электромеханические характеристики АД. Влияние параметров АД и источника питания на статические механические характеристики.
		Уравнения, схема замещения, векторная диаграмма и характеристики АД в установившемся режиме при питании от источника тока. Сопоставление свойств и характеристик АД при питании от источника напряжения и источника тока. Тормозные режимы работы АД. Механические и электромеханические характеристики в этих режимах,

		энергетическая оценка тормозных режимов. Механическая и угловая характеристики синхронного двигателя.
6	Переходные процессы в электроприводе	Общие понятия инерционности, постоянные времени. Цели изучения переходных процессов и методы расчета. Статическая устойчивость работы электропривода. Переходные процессы в электроприводе при линейном задании скорости и постоянном статическом моменте. Переходные процессы в электроприводе при экспоненциальном задании скорости и постоянном статическом моменте. Электромеханические переходные процессы электропривода с линейной механической характеристикой и постоянным статическим моментом.
		Электромеханические переходные процессы электропривода с линейной механической характеристикой и постоянным статическим моментом. Электромеханические переходные процессы электропривода при набросе и сбросе нагрузки. Переходные процессы в цепях возбуждения электрических машин. Переходные процессы в электроприводах при изменении магнитного потока. Механические и электромеханические переходные процессы в электроприводах с АД. Переходные процессы в электроприводе с синхронным двигателем.
7	Динамика электропривода	Обобщенная структурная схема электромеханической системы с линейной (линеаризованной) механической характеристикой. Понятие о демпфирующей способности электропривода и влияние его параметров на колебательность механической части.
		Структурные схемы электроприводов с ДПТ НВ, с ДПТ ПВ, с ДПТ СВ, с АД, с СД. Обобщенная структурная схема электропривода по системе «управляемый преобразователь – двигатель». Типы управляемых статических преобразователей. Описание процессов в статических преобразователях. Передаточные функции статических преобразователей.
8	Регулирование координат электропривода	Общие сведения о регулировании координат электропривода. Основные показатели способов регулирования координат электропривода. Способы регулирования скорости асинхронных электроприводов: система «ТРН-АД»; реостатное регулирование. Частотное управление асинхронными электроприводами. Общие сведения о частотном управлении. Законы частотного управления асинхронным двигателем. Механические характеристики асинхронного двигателя при частотном управлении. Замкнутые системы частотного управления АД: система с постоянством потокосцепления статора; система с постоянством потокосцепления взаимоиנדукции; система с постоянством потокосцепления ротора. Векторное управление асинхронными электродвигателями.
		Регулирование скорости электроприводов постоянного тока: системы «управляемый преобразователь – двигатель», режимы работы управляемых вентильных преобразователей; система «импульсный регулятор напряжения – двигатель»; регулирование скорости изменением магнитного потока двигателя. Регулирование момента и тока в электроприводе. Регулирование положения электропривода.
9	Энергетика и основы выбора мощности электропривода	Энергетика установившегося режима работы электропривода. Энергетические показатели: к.п.д., коэффициент мощности. Потери мощности в нерегулируемом электроприводе. Потери мощности в установившемся режиме. Потери энергии в переходных процессах. Способы уменьшения и локализация потерь энергии в переходных процессах электроприводов. Общие сведения о выборе электродвигателей. Нагрев и охлаждение электродвигателей, уравнения и кривые нагрева и охлаждения, постоянные времени нагрева и охлаждения, учет условий охлаждения самовентилируемых электродвигателей.
		Номинальные режимы работы электродвигателей. Нагрузочные диаграммы механизма и электропривода. Предварительный выбор мощности электродвигателя и предварительная проверка двигателя по нагреву и перегрузочной способности. Выбор мощности двигателя для продолжительного режима работы с неизменной нагрузкой. Выбор мощности двигателя при переменной длительной нагрузке. Метод

		средних потерь и методы эквивалентных величин: тока, момента, мощности.
		Выбор мощности двигателя при кратковременном режиме работы. Выбор мощности двигателя при повторно-кратковременном режиме работы. Выбор электродвигателя при ударной нагрузке электропривода. Определение допустимого числа включений в час асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

## 2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1									
1	1. Введение в электропривод	2			Вводное занятие	2	1	ЗИЗ	2
2	2. Механика электропривода	2	ПЗ № 1	2	ЛР № 1.	2	1	ЗИЗ	4
3	2. Механика электропривода	2			ЛР № 2.	2	1	ЗИЗ	4
4	3. Электромеханическое преобразование энергии	2	ПЗ № 2	2	ЛР № 3.	2	1	ЗИЗ	6
5	4. Электромеханические свойства и характеристики двигателей постоянного тока	2			ЛР № 4.	2	1	ЗИЗ	4
6	4. Электромеханические свойства и характеристики двигателей постоянного тока	2	ПЗ № 3	2	ЛР № 5.	2	1	ЗИЗ	4
7	5. Электромеханические свойства и характеристики двигателей переменного тока	2			ЛР № 6.	2	1	ЗИЗ	6
8	5. Электромеханические свойства и характеристики двигателей переменного тока	2	ПЗ № 4	2	ЛР № 6.	2	1	ПКУ	30
Модуль 2									
9	6. Переходные процессы в электроприводе	2			ЛР № 7.	2	2	ЗИЗ	4
10	6. Переходные процессы в электроприводе	2	П.З.№ 5	2	ЛР № 8.	2	2	ЗИЗ	4
11	7. Динамика электропривода	2			ЛР № 9.	2	2	ЗИЗ	4
12	7. Динамика электропривода	2	П.З.№ 6	2	ЛР № 9.	2	2	ЗИЗ	4
13	8. Регулирование координат электропривода	2			ЛР № 10.	2	2	ЗИЗ	3
14	8. Регулирование координат электропривода	2	П.З.№ 6	2	ЛР № 11.	2	2	ЗИЗ	3
15	9. Энергетика и основы выбора мощности электропривода	2			ЛР № 11.	2	1	ЗИЗ	4
16	9. Энергетика и основы выбора мощности электропривода	2	П.З.№ 7	2	ЛР № 12.	2	2	ЗИЗ	4
17	9. Энергетика и основы выбора мощности электропривода	2			ЛР № 12.	2	1	ПКУ	30
1-17	Выполнение курсовой работы						36		
17-20							36	ПА (экзамен)	40
	Итого	34		16		34	96		100

Принятые обозначения:

ЗИЗ – защита индивидуального задания;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА – промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется в соответствии с таблицами:

Зачет

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51-100	0-50

Экзамен, дифференцированный зачет

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

### 2.3 Требования к курсовой работе

Целью курсового проектирования является углубление знаний и закрепление навыков по обоснованному выбору электропривода, отвечающего заданным требованиям, а также по выбору его основных элементов, расчету статических механических и электромеханических характеристик, переходных процессов за цикл работы, проверки исполнительного двигателя по нагреву, перегрузочной способности и по условиям пуска.

Примерная тематика курсовых проектов (работ) представлена в приложении и хранится на кафедре.

Курсовая работа включает следующие разделы:

Пояснительная записка курсовой работы:

- 1) Постановка задачи на проектирование (введение);
- 2) Составление расчетной схемы механической части электропривода;
- 3) Расчет и построение механической характеристики механизма;
- 4) Построение нагрузочной диаграммы за цикл работы;
- 5) Выбор типа привода и способа регулирования координат;
- 6) Расчет мощности и выбор электродвигателя;
- 7) Расчет статических электромеханических и механических характеристик привода;
- 8) Расчет переходных процессов в электроприводе за цикл работы;
- 9) Проверка двигателя по нагреву, перегрузочной способности и по условиям пуска;
- 10) Разработка схемы проектируемого электропривода и выбор элементов схемы силовых цепей, цепей управления и защиты;
- 11) Заключение.

Графическая часть курсовой работы:

- 1) Механическая характеристика механизма. Статические механические и электромеханические характеристики привода.
- 2) Расчетная схема механической части привода. Нагрузочная диаграмма за цикл работы. Графики переходных процессов в электроприводе за цикл работы.
- 3) Кинематическая схема установки. Структурная схема электропривода. Схема электрическая принципиальная.

На выполнение курсовой работы отводится 36 часов.

Объем пояснительной записки - 25-30 страниц формата А4. Графическая часть – три листа формата А1.

Разбивка этапов курсовой работы, определение количества минимальных и максимальных баллов за каждый из них производится преподавателем. Примерный перечень этапов выполнения курсовой работы и количества баллов за каждый из них представлен в таблице:

Таблица - Этапы выполнения курсовой работы и распределение баллов

№	Этап выполнения	Минимум	Максимум
---	-----------------	---------	----------



№	Этап выполнения	Минимум	Максимум
1	Постановка задачи на проектирование (введение)	2	4
2	Составление расчетной схемы механической части электропривода	6	8
3	Расчет и построение механической характеристики механизма	4	6
4	Построение нагрузочной диаграммы за цикл работы	4	7
5	Выбор типа привода и способа регулирования координат. Расчет мощности и выбор электродвигателя	2	6
6	Расчет статических электромеханических и механических характеристик привода	6	9
7	Расчет переходных процессов в электроприводе за цикл работы	4	6
8	Проверка двигателя по нагреву, перегрузочной способности и по условиям пуска	2	5
9	Разработка схемы проектируемого электропривода и выбор элементов схемы силовых цепей, цепей управления и защиты. Заключение	6	9
	Итого за выполнение курсовой работы	36	60
	Защита курсовой работы	15	40

Итоговая оценка курсового проекта (работы) представляет собой сумму баллов за его выполнение и защиту и выставляется в соответствии со шкалой:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

### 3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение инновационных форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий			Всего часов
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	
1	Традиционные	Темы 1-9	Вводное занятие, Л.Р. № № 1-6		50
2	С использованием ПК	-	Л.Р. №№ 7-12		18
3	Расчетные			П.З. №№ 1-7	16
	ИТОГО	34	34	16	84

### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1 / 1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Контрольные задания для проведения рейтинг-контроля, промежуточной и итоговой аттестации	8
4	Перечень тем курсовых проектов работ	1
5	Тестовые (электронные) программы для оценки знаний студентов	1
6	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ	4
7	Перечень задач для практических занятий	4

## 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

### 5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
ОПК2 - должен обладать способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач			
1	Пороговый уровень	Уметь применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Умеет применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
2	Продвинутый уровень	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Владеет соответствующим физико-математическим аппаратом, методами анализа и моделирования, теоретическими и экспериментальными исследованиями при решении профессиональных задач
3	Высокий уровень	Глубоко понимать и оценивать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Уверенно владеет соответствующим физико-математическим аппаратом, методами анализа и моделирования, теоретическими и экспериментальными исследованиями при решении профессиональных задач
ОПК3 - должен обладать способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей			
1	Пороговый уровень	Владеть методами анализа и моделирования электрических цепей	Знание методов анализа и моделирования электрических цепей
2	Продвинутый уровень	Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	Владеет способностью использования методов анализа и моделирования электрических цепей
3	Высокий уровень	Глубоко понимать и использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	Уверенно владеет способностью использования методов анализа и моделирования электрических цепей
ПК3 - должен обладать способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования			
1	Пороговый уровень	Понимать вопросы проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Знание основных этапов проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
2	Продвинутый уровень	Способность применять свои знания в проектировании объектов профессиональной деятельности в	Владеет приемами проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с

		соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
3	Высокий уровень	Глубоко понимать и оценивать методы проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Уверенно владеет приемами проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
ПК4 - должен обладать способностью проводить обоснование проектных решений			
1	Пороговый уровень	Уметь проводить обоснование проектных решений	Умеет проводить обоснование проектных решений
2	Продвину-тый уровень	Способность проводить обоснование проектных решений	Владеет способностью проводить обоснование проектных решений
3	Высокий уровень	Глубоко понимать и оценивать обоснование проектных решений	Уверенно владеет способностью проводить обоснование проектных решений
ПК5 - должен обладать готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности			
1	Пороговый уровень	Уметь определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	Умеет определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности
2	Продвину-тый уровень	Способность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	Владеет способностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности
3	Высокий уровень	Глубоко понимать и определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	Уверенно владеет способностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности
ПК6 - должен обладать способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности			
1	Пороговый уровень	Уметь рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	Умеет рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности
2	Продвину-тый уровень	Способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	Владеет способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности
3	Высокий уровень	Глубоко понимать и рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	Уверенно владеет способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности

## 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
ОПК2 - должен обладать способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	
Умеет применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Умеет самостоятельно применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования,	Вопросы к подготовке по выполнению

теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	индивидуального задания.
Умеет самостоятельно применять и обосновывать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
ОПК3 - должен обладать способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	
Умеет использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Умеет самостоятельно использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Умеет самостоятельно применять и обосновывать использование методы анализа и моделирования электрических цепей	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
ПК3 - должен обладать способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	
Умеет принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Умеет проектировать объекты профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Умеет обосновывать выбор методов проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
ПК4 - должен обладать способностью проводить обоснование проектных решений	
Умеет проводить обоснование проектных решений	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Умеет самостоятельно проводить обоснование проектных решений	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Умеет самостоятельно проводить и обосновывать проектные решения	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
ПК5 - должен обладать готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	
Умеет определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Умеет самостоятельно определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Умеет самостоятельно определять и обосновывать параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
ПК6 - должен обладать способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	
Умеет рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	Вопросы к подготовке по выполнению

	индивидуального задания.
Умеет самостоятельно рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Умеет самостоятельно рассчитывать и обосновывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.

### 5.3 Критерии оценки лабораторных работ

К защите лабораторной работы допускается студент, имеющий отчет в соответствии с требованиями методическим указаниям.

Для конкретной оценки знаний студента следует руководствоваться следующими критериями:

- пороговый уровень: Студент владеет терминологией по изучаемой дисциплине. Понимает назначение и возможности применяемых методов при решении задач, при ответах на вопросы по лабораторной работе изучаемой дисциплины;

- продвинутый уровень: Студент хорошо владеет терминологией по изучаемой дисциплине. Понимает назначение и возможности и умеет применять соответствующие методы при решении задач, при ответах на вопросы по лабораторной работе изучаемой дисциплины;

- высокий уровень: Студент глубоко владеет терминологией по изучаемой дисциплине. Умеет грамотно и корректно применять соответствующие методы при решении задач, при ответах на вопросы по лабораторной работе изучаемой дисциплины и формулировать выводы по полученным результатам.

### 5.4 Критерии оценки практических работ

К защите практической работы допускается студент, имеющий отчет в соответствии с требованиями методическим указаниям.

Для конкретной оценки знаний студента следует руководствоваться следующими критериями:

- пороговый уровень: Студент владеет терминологией по изучаемой дисциплине. Понимает назначение и возможности применяемых методов при решении задач, при ответах на вопросы по изученной дисциплине;

- продвинутый уровень: Студент хорошо владеет терминологией по изучаемой дисциплине. Понимает назначение и возможности и умеет применять соответствующие методы при решении задач, при ответах на вопросы по изученной дисциплине;

- высокий уровень: Студент глубоко владеет терминологией по изучаемой дисциплине. Умеет грамотно и корректно применять соответствующие методы при решении задач, при ответах на вопросы по изучаемой дисциплине и формулировать выводы по полученным результатам.

### 5.5 Критерии оценки курсовой работы

При проведении защиты курсовой работы во внимание принимается текущая работа студента в течение семестра. Для допуска к защите курсовой работы студент должен набрать минимум 36 баллов, максимум 60 баллов. Соответственно интервал оценки полноты и качества ответов на вопросы составляет 15-40 баллов.

Для конкретной оценки знаний студента следует руководствоваться следующими критериями:

- пороговый уровень: Студент владеет терминологией по изученной дисциплине. Понимает назначение и возможности применяемых методов при решении задач, при ответах на вопросы по изученной дисциплине;

- продвинутый уровень: Студент хорошо владеет терминологией по изученной дисциплине. Понимает назначение и возможности и умеет применять соответствующие методы при решении задач, при ответах на вопросы по изученной дисциплине;

- высокий уровень: Студент глубоко владеет терминологией по изученной дисциплине. Умеет грамотно и корректно применять соответствующие методы при решении задач, при ответах на вопросы по изученной дисциплине и формулировать выводы по полученным результатам.

### **5.6 Критерии оценки экзамена**

При проведении экзамена во внимание принимается текущая работа студента в течение семестра. Для допуска к экзамену студент должен набрать минимум 36 баллов, максимум 60 баллов. Соответственно интервал оценки полноты и качества ответов на вопросы составляет 15-40 баллов.

Для конкретной оценки знаний студента следует руководствоваться следующими критериями:

- пороговый уровень: Студент владеет терминологией по изученной дисциплине. Понимает назначение и возможности применяемых методов при решении задач, при ответах на вопросы по изученной дисциплине;

- продвинутый уровень: Студент хорошо владеет терминологией по изученной дисциплине. Понимает назначение и возможности и умеет применять соответствующие методы при решении задач, при ответах на вопросы по изученной дисциплине;

- высокий уровень: Студент глубоко владеет терминологией по изученной дисциплине. Умеет грамотно и корректно применять соответствующие методы при решении задач, при ответах на вопросы по изученной дисциплине и формулировать выводы по полученным результатам.

## 6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- решение расчетно-графических заданий №1..№3;
- решение задач во время проведения практических занятий под контролем преподавателя.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Кол. экз.
1.	Москаленко В.В. Электрический привод: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. В. Москаленко. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 368 с.	Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Электротехника, электромеханика и электротехнологии»	10
2.	Теория электропривода: Учебник / Г.Б. Онищенко. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015.- 294с.- (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-009674-2	Допущено УМО вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по профилю «Электропривод и автоматика» направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»	-

### 7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Кол. экз.
1	Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод: Учебник / В. В. Москаленко. - М.: Энергоатомиздат, 1986. – 416 с.	Допущено Министерством Высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебника для студентов вузов	17
2	Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с.	Допущено Министерством Высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебного пособия для студентов вузов	46
3	Теория автоматизированного электропривода: Учеб. пособие для вузов / Чиликин М.Г., Ключев В.И., Сандлер А.С. – М.: Энергия, 1979. – 616 с., ил.	Допущено Министерством Высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебного пособия для студентов вузов	30
4	Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. з Под ред. И.Я. Браславского. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256 с.	Допущено учебно-методическим объединением по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальности 654500 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии»	25
5	Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: Учеб. для вузов по спец. «Электромеханика». 3-е	Рекомендовано Государственным комитетом РФ по высшему образованию в качестве учебника для студентов, обучающихся по	8



№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Кол. экз
	изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001. – 327 с.: илл.	специальности «Электромеханика»	
6	Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.: ил.	—	1
7	Москаленко В.В. Электрический привод: Учебник / В. В. Москаленко. - М.: Высш. шк., 1991. – 430 с.	Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебника для студентов вузов	3
8	Ильинский Н.Ф. Общий курс электропривода / Н. Ф. Ильинский, В. Ф. Козаченко. - М.: Энергоатомиздат, 1992. – 543 с.	Допущено Министерством Высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебного пособия для студентов вузов	4

### **7.3 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в учебном процессе техническим средствам**

#### **7.3.1 Методические рекомендации**

##### Методические указания по лабораторным работам

1 Методические указания по лабораторной работе № 1 «Экспериментальное исследование статических характеристик двигателя постоянного тока с независимым возбуждением» (электронный вариант).

2 Методические указания по лабораторной работе № 2 «Экспериментальное исследование статических характеристик двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением» (электронный вариант).

3 Методические указания по лабораторной работе № 3 «Экспериментальное исследование статических характеристик асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором» (электронный вариант).

4 Методические указания по лабораторной работе № 4 «Экспериментальное исследование электропривода по системе «ЭМУ-ДПТ» (электронный вариант).

5 Методические указания по лабораторной работе № 5 «Экспериментальное исследование электропривода по системе «МУ-ДПТ» (электронный вариант).

6 Методические указания по лабораторной работе № 6 «Исследование электропривода постоянного тока по системе «УВ-ДПТ» (электронный вариант).

7 Методические указания по лабораторной работе № 7 «Исследование переходных процессов при пуске и торможении двигателя постоянного тока» (электронный вариант).

8 Методические указания по лабораторной работе № 8 «Исследование переходных процессов при пуске и торможении асинхронного двигателя.» (электронный вариант).

9 Методические указания по лабораторной работе № 9 «Исследование динамических свойств электропривода постоянного тока по системе «УВ-ДПТ» (электронный вариант).

10 Методические указания по лабораторной работе № 10 «Исследование детерминированного включения асинхронного электропривода» (электронный вариант).

11 Методические указания по лабораторной работе № 11 «Исследование динамических свойств электропривода переменного тока по системе «ТРН-АД» (электронный вариант).

12 Методические указания по лабораторной работе № 12 «Исследование динамических свойств электропривода переменного тока по системе «ПЧ-АД». Составление спецификации» (электронный вариант).

Методические указания по курсовой работе

1 Методические указания по курсовому проектированию и для проведения практических занятий по дисциплине «Электрический привод» (электронный вариант).

### **7.3.2 Перечень программного обеспечения, используемого в учебном процессе**

Лабораторная работа № 7, № 8, № 9, № 10, № 11, № 12 – Приложения Simulink и SimPowerSystems математического пакета Matlab.

Программное обеспечение, используемое в курсовом проектировании

Математический пакет MathCad;

Приложения Simulink и SimPowerSystems математического пакета Matlab.

## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ\***

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте «совместной учебно-научной компьютерной лаборатории», рег. номер № ПУЛ-4.503-207/2-16.

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории, рег. номер № ПУЛ-4.503-204/2-16.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ УВО  
по учебной дисциплине «Электрический привод»**

**13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

**«Электрооборудование автомобилей и тракторов»**

на 2018-2019 учебный год

№№ п/п	Дополнения и изменения								Основание	
1	<b>Заменить содержание лабораторных работ 3.1 Учебно – методическая карта учебной дисциплины для очной формы обучения</b>								Протокол заседания кафедры №7 от 07 февраля 2018 г.	
№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний		Баллы (max)
<b>Модуль 1</b>										
1	1. Введение в электропривод	2		2	ЛР № 1 Эксперименталь ное исследование статических характеристик двигателя постоянного тока с независимым возбуждением	2	1	ЗИЗ		2
2	2. Механика электропривода	2	ПЗ № 1 Механика электропри- вода	2	ЛР № 1	2	1	ЗИЗ		4
3	2. Механика электропривода	2		2	ЛР № 2 Эксперименталь ное исследование статических характеристик двигателя постоянного тока с последовательны м возбуждением	2	1	ЗИЗ		4
4	3. Электромехани ческое преобразование энергии	2	ПЗ № 1 Механика электропри- вода	2	ЛР № 2	2	1	ЗИЗ		6
5	4. Электромехани ческие свойства и характеристики двигателей постоянного тока	2		2	ЛР № 3 Эксперименталь ное исследование статических характеристик асинхронного двигателя с короткозамкнуты м ротором	2	1	ЗИЗ		4
6	4. Электромехани ческие свойства и характеристики двигателей	2	ПЗ № 2 Расчёт статических характеристик двигателей постоянного	2	ЛР № 3	2	1	ЗИЗ		4

	постоянного тока		тока с независимым возбуждением (ДПТ с НВ) и асинхронных двигателей (АД)						
7	5. Электромеханические свойства и характеристики двигателей переменного тока	2			ЛР № 4 Экспериментальное исследование статических характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором	2	1	ЗИЗ	6
8	5. Электромеханические свойства и характеристики двигателей переменного тока	2	ПЗ № 2 Расчёт статических характеристик двигателей постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ с НВ) и асинхронных двигателей (АД)	2	ЛР № 4	2	1	ПКУ	30
Модуль 2									
9	6. Переходные процессы в электроприводе	2			ЛР № 5 Экспериментальное исследование электропривода по системе «Генератор – двигатель»	2	2	ЗИЗ	4
10	6. Переходные процессы в электроприводе	2	ПЗ № 2 Расчёт статических характеристик двигателей постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ с НВ) и асинхронных двигателей (АД)	2	ЛР № 5	2	2	ЗИЗ	4
11	7. Динамика электропривода	2			ЛР № 6 Экспериментальное исследование электропривода по системе «Электромашинный усилитель – двигатель»	2	2	ЗИЗ	4
12	7. Динамика электропривода	2	ПЗ № 2 Расчёт статических характеристик двигателей постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ с НВ) и асинхронных двигателей	2	ЛР № 6	2	2	ЗИЗ	4

			(АД)						
13	8. Регулирование координат электропривода	2			ЛР № 7 Экспериментальное исследование электропривода по системе «Магнитный усилитель – двигатель»	2	2	ЗИЗ	3
14	8. Регулирование координат электропривода	2	ПЗ № 3 Энергетика и основы выбора мощности электропривода	2	ЛР № 7	2	2	ЗИЗ	3
15	9. Энергетика и основы выбора мощности электропривода	2			ЛР № 8 Экспериментальное исследование электропривода по системе «Тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока»	2	1	ЗИЗ	4
16	9. Энергетика и основы выбора мощности электропривода	2	ПЗ № 3 Энергетика и основы выбора мощности электропривода	2	ЛР № 8	2	2	ЗИЗ	4
17	9. Энергетика и основы выбора мощности электропривода	2			ЛР № 8	2	1	ПКУ	30
1-17	Выполнение курсовой работы						36		
17-20							36	ПА (экзамен)	40
	Итого	34		16		34	96		100
2	Внести в п.7.2 «Дополнительная литература»: 9. Фираго Б. И. Расчеты по электроприводу производственных машин и механизмов: учеб. пособие для вузов. - Мн.: Техноперспектива, 2012. - 639с.: ил.								Пополнение библиотечного фонда
3	Внести в п.7.3.1 «Методические рекомендации» 13. В.Н. Шарков Электрический привод. Методические рекомендации к курсовому проектированию для студентов очной формы обучения специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». – Могилев: Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско – Российский университет», 2017, 48 с. 14. А.С. Третьяков Электрический привод Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов дневной формы обучения очной формы обучения специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». – Могилев: Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско – Российский университет», 2018, 48 с.								Сводный план изданий на 2018 г., протокол №5 от 27.12.2017 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Электропривод и АПУ»

(протокол №7 от «07» февраля 2018 г.)

Заведующий кафедрой:

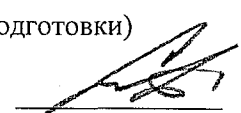
К.Т.Н., ДОЦЕНТ  
(ученая степень, ученое звание)

  
Г. С. Леневский

УТВЕРЖДАЮ

Декан электротехнического факультета  
(название факультета,  
выпускающего по данному направлению подготовки)


К.Т.Н., ДОЦЕНТ  
(ученая степень, ученое звание)

  
С.В.Болотов


« 09 » 20 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Ведущий библиотекарь

  
Л.А. Астекалова

Начальник учебно-методического  
отдела

  
О.Е. Печковская