

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Основы электропривода технологических установок**

Направление подготовки:

**23.05.03 Подвижной состав железных дорог**

Профиль:

**Технология производства и ремонт подвижного состава**

Квалификация

**инженер путей сообщения**

Форма обучения

**очная**

Институт Транспортно-технологический

Кафедра Подъемно-транспортные и дорожные машины

Белгород 2023

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.03 подвижной состав железных дорог, утвержденного приказа Минобрнауки России от 27 марта 2018 г. N 215;
- Учебного плана по направлению подготовки 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

Составитель (составители): ст. преподаватель  Духанин С.А.  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 10 » \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 20 23 г., протокол № \_\_\_\_\_ 10

Заведующий кафедрой: д.т.н., доцент  А.А. Романович

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 17 » \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 20 23 г., протокол № \_\_\_\_\_ 9

Председатель: канд. техн. наук, доц.  Орехова Т.Н.

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	ОПК-1.12 Рассчитывает механические характеристики электрических приводов, переходных процессов в них при различных режимах работы	<b>Знания:</b> основных терминов и определений электрического привода, переходных процессов в приводе при различных режимах работы <b>Умения:</b> использовать на практике сведения о расчёте механических характеристик электрических приводов, а также переходных процессов в них при различных режимах работы <b>Навыки:</b> владения методами расчета и выбора механических характеристик электрических приводов, а также переходных процессов в них при различных режимах работы

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.

Данные компетенции формируются следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Математика
2.	Физика
3.	Химия
4.	Инженерная экология
5.	Теоретическая механика
6.	Сопротивление материалов
7.	Начертательная геометрия и инженерная графика
8.	Системы автоматизированного моделирования наземных транспортных систем
9.	Теория механизмов и машин
10.	Детали машин и основы конструирования
11.	Термодинамика и теплопередача
12.	Материаловедение
13.	Технология конструкционных материалов
14.	Электротехника и электроника
15.	Общей курс железнодорожного транспорта
16.	Основы электропривода технологических установок
17.	Электрические машины

18.	Грузоподъёмные машины
19.	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 (пять) зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации \_\_\_\_\_ ЭКЗАМЕН  
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	73	73
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	107	107
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	71	71
Экзамен	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям <sup>1</sup>
<b>1. Предмет и задачи курса. Общие понятия и определения</b>					
1.1	Основные понятия и определения. Структурная схема автоматизированного электропривода. Элементы электропривода: силовая, управляющая и электромеханическая части. Классификация электроприводов. Регулирование координат и принципы управления электроприводами.	2	1	-	8
<b>2. Механика электропривода</b>					
2.1	Величины, характеризующие движение рабочей машины при поступательном и вращательном движениях. Моменты инерции вращающихся тел. К.П.Д. механических передач. Приведение моментов и сил сопротивления, инерционных масс и моментов инерции.	2	1	3	7
2.2	Уравнение движения электропривода и режимы работы. Приводные характеристики машин и механизмов. Механические характеристики электродвигателей. Совместная работа двигателя и производственного механизма. Условия выполнимости установившегося режима работы электропривода.	2	1	-	7
2.3	Неустановившееся движение электропривода при постоянном динамическом моменте. Неустановившееся движение электропривода при линейной зависимости моментов двигателя и исполнительного органа от скорости. Неустановившееся движение электропривода при произвольной зависимости динамического момента от скорости.	2	1	-	7
<b>3. Электроприводы с двигателями постоянного тока</b>					
3.1	Основные параметры двигателя постоянного тока. Механические и электромеханические характеристики ДПТ параллельного, независимого и последовательного возбуждения. Энергетические режимы работы ДПТ независимого возбуждения	4	2	3	7
3.2	Регулирование скорости тока и момента ДПТ параллельного, независимого и последовательного возбуждения с помощью резисторов в цепи якоря; изменением магнитного потока; изменением напряжения, подводимого к якорю. Работа электропривода по системе “генератор-двигатель”, “управляемый выпрямитель - двигатель”, “широотно-импульсный преобразователь - двигатель”.	4	2	3	7
3.3	Виды тормозных режимов двигателя постоянного тока. Генераторное торможение: переход в рекуперативный режим торможения за счет ускорения исполнительного механизма; с отдачей энергии в сеть в результате снижения напряжения. Динамическое торможение: при замыкании обмотки якоря на тормозные сопротивления. Торможение противовключением.	2	1	-	7

<sup>1</sup> Указать объем часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

<b>4. Электроприводы с двигателями переменного тока</b>					
4.1	Асинхронный двигатель (АД). Схема включения, электромеханические и механические характеристики асинхронных двигателей. Определение параметров схемы замещения АД. Переходный процесс электромагнитного момента при пуске АД с короткозамкнутым ротором прямым включением в сеть и динамическая механическая характеристика АД.	4	2	-	7
4.2	Регулирование координат АД с помощью: включения добавочных резисторов в цепь статора; включения добавочных резисторов в цепь ротора; изменением напряжения; изменением числа пар полюсов; изменением частоты питающего напряжения.	2	1	4	7
4.3	Асинхронный привод с фазовым регулированием угловой скорости, схема силовых цепей нереверсивного и реверсивного тиристорного регулятора напряжения. Системы частотного регулирования угловой скорости АД с короткозамкнутым ротором. Тормозные режимы работы электропривода с АД.	4	2	4	7
<b>5. Энергетика электропривода</b>					
5.1	Потери мощности и энергии в установившемся режиме работы электропривода. Потери энергии в переходных процессах работы электропривода. Способы уменьшения потерь энергии в электроприводе. Расчет КПД электрического привода, способы повышения КПД. Коэффициент мощности электрического привода, изменение $\cos\phi$ в функции мощности и от величины загрузки электродвигателя. Основные способы энергосбережения в электроприводе.	2	1	-	7
<b>6. Выбор электродвигателя по мощности</b>					
6.1	Общие положения по выбору электродвигателя, порядок выбора электродвигателя. Нагрузочная диаграмма и тахограмма рабочей машины.	2	1	-	7
6.2	Нагрев и охлаждение двигателей. Классификация режимов работы. Проверка двигателей: для продолжительного режима работы; в кратковременном режиме работы; для повторно-кратковременного режима работы.	2	1	-	7
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>71</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр № 8</b>				
1	Предмет и задачи курса. Общие понятия и определения	Структурная схема автоматизированного электропривода.	1	1
2	Механика электропривода	Моменты инерции вращающихся тел. К.П.Д. механических передач.	1	1
		Уравнение движения электропривода и режимы работы.	1	1
		Неустановившееся движение электропривода при различных условиях.	1	1
3	Электроприводы с двигателями постоянного тока	Механические и электромеханические характеристики ДПТ параллельного, независимого и последовательного возбуждения	2	2
		Работа электропривода по системе "генератор-двигатель", "управляемый выпрямитель - двигатель", "шиотно-импульсный преобразователь - двигатель".	2	2
		Виды тормозных режимов двигателя постоянного тока.	1	1

4	Электроприводы с двигателями переменного тока	Определение параметров схемы замещения АД.	2	2
		Расчет и построение механических и электромеханических характеристик при различных способах пуска асинхронных двигателей	1	1
		Расчет и построение механических и электромеханических характеристик при различных способах торможения асинхронных двигателей	2	2
5	Энергетика электропривода	Расчет КПД электрического привода, коэффициент мощности электрического привода.	1	1
6	Выбор электродвигателя по мощности	Порядок выбора электродвигателя. Нагрузочная диаграмма и тахограмма рабочей машины.	1	1
		Нагрев и охлаждение двигателей.	1	1
ВСЕГО:			17	17

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 8				
1	Механика электропривода	Изучение схем запуска электромашиных агрегатов М1-М2, М3-М4. Определение момента инерции и махового момента агрегатов методом свободного выбега.	3	3
2	Электроприводы с двигателями постоянного тока	Определение параметров и основных характеристик электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением.	3	3
		Исследование регулировочных свойств электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения в системе "генератор-двигатель"	3	3
3	Электроприводы с двигателями переменного тока	Исследование реверсивной схемы управления трехфазным асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором с торможением противовключением	4	4
		Исследование схемы управления трехфазным асинхронным двигателем с фазным ротором.	3	3
ВСЕГО:			17	17

### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных

## наук, математического анализа и моделирования.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.12 Рассчитывает механические характеристики электрических приводов, переходных процессов в них при различных режимах работы	Собеседование, защита и выполнение лабораторных работ, выполнение практических работ, экзамен

### **5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация осуществляется после завершения изучения дисциплины в конце восьмого семестра в форме экзамена.

Экзамен включает две части: теоретическую (2 вопроса) и практическую (решение задачи). Для подготовки письменного ответа на вопросы билета и решение задачи, которые студент выбирает случайным образом, отводится 50 минут. После проверки ответов преподаватель проводит со студентом собеседование с целью определения уровня освоения студентом изученного материала и может задать дополнительные вопросы.

Распределение вопросов и заданий по билетам находится в закрытом для студентов доступе. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

#### **5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена (Компетенция ОПК-1)**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Предмет и задачи курса. Общие понятия и определения	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Электропривод (ЭП), общие понятия и определения.</li><li>2. Структурная схема автоматизированного ЭП. Электрическая и механическая части ЭП. Энергетическая эффективность ЭП.</li><li>3. Классификация ЭП.</li><li>4. Регулирование координат ЭП. Схема с общим усилителем и схема с подчиненным регулированием координат.</li><li>5. Принципы построения разомкнутых и замкнутых систем управления ЭП.</li><li>6. Неустановившееся движение электропривода при постоянном динамическом моменте.</li><li>7. Неустановившееся движение электропривода при линейной зависимости моментов двигателя и исполнительного органа от скорости.</li><li>8. Неустановившееся движение электропривода при произвольной зависимости динамического момента.</li></ol>



2	Механика электропривода	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Величины, характеризующие движение рабочей машины. Работа (энергия), мощность, динамический момент, момент инерции.</li> <li>2. Приведение моментов и сил сопротивления, инерционных масс и моментов инерции.</li> <li>3. Уравнение движения электропривода.</li> <li>4. Режимы работы ЭП.</li> <li>5. Механические характеристики производственных механизмов.</li> <li>6. Механические характеристики электродвигателей. Жесткость механической характеристики ЭП.</li> <li>7. Механические характеристики электродвигателей. Естественная и искусственная механические характеристики.</li> <li>8. Условия выполнимости установившегося режима ЭП.</li> </ol>
3	Электроприводы с двигателями постоянного тока	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схемы включения ДПТ и их естественные механические характеристики.</li> <li>2. Основные соотношения для ДПТ. Уравнения механической и электромеханической характеристики ДПТ.</li> <li>3. Естественные и искусственные механические характеристики ДПТ независимого возбуждения.</li> <li>4. Регулирование скорости, тока и момента с помощью резисторов в цепи якоря.</li> <li>5. Пуск ДПТ НВ в одну и две ступени реостатным способом.</li> <li>6. Пуск и реверс ДПТ НВ реостатным способом.</li> <li>7. Регулирование скорости ДПТ НВ изменением магнитного потока.</li> <li>8. Регулирование скорости ДПТ НВ изменением подводимого к якору напряжения. 8. Электропривод по системе “генератор - двигатель”.</li> <li>9. Электропривод по системе “управляемый выпрямитель - двигатель”.</li> <li>10. Электропривод по системе “широотно-импульсный преобразователь - двигатель”.</li> <li>11. Тормозные режимы работы ЭП постоянного тока. Генераторное торможение.</li> <li>12. Тормозные режимы работы ЭП постоянного тока. Динамическое торможение. Тормозные режимы работы ЭП постоянного тока. Торможение противовключением.</li> </ol>
4	Электропривод с двигателями переменного тока	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Т-образная схема замещения, основные уравнения асинхронного двигателя</li> <li>2. Механические и электромеханические характеристики асинхронного двигателя.</li> <li>3. Способы регулирования скорости асинхронного двигателя.</li> <li>4. Расчет и построение естественной механической и электромеханической статических характеристик АД</li> <li>5. Регулирование координат АД с помощью резисторов. Включение добавочных резисторов в цепь статора и ротора.</li> <li>6. Влияние напряжения питающей сети на изменение оборотов вращения АД. Принцип работы тиристорного регулятора напряжения (ТРН).</li> <li>7. Системы частотного регулирования угловой скорости короткозамкнутого АД. Законы регулирования скорости в системах ПЧ-АД</li> <li>8. Регулирование оборотов вращения асинхронного двигателя изменением числа пар полюсов. Схема переключения статорных обмоток многоскоростного АД с КЗ ротором – с “треугольника” на “двойную звезду”. Механические характеристики.</li> <li>9. Регулирование оборотов вращения АД изменением числа пар полюсов. Схема переключения статорных обмоток многоскоростного АД с КЗ ротором со “звезды” на “двойную звезду”. Механические характеристики.</li> <li>10. Тормозные режимы работы ЭП с АД. Генераторное торможение. Способы перехода АД в генераторный режим работы.</li> <li>11. Тормозные режимы работы ЭП с АД. Торможение противовключением. Тормозные режимы работы ЭП с АД. Динамическое торможение с независимым возбуждением.</li> </ol>
5	Энергетика электропривода	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Потери мощности и энергии в установившемся режиме работы ЭП.</li> <li>2. Потери энергии в переходных процессах работы ЭП.</li> <li>3. Способы уменьшения потерь энергии в ЭП.</li> <li>4. Расчет КПД электрического провода.</li> </ol>

		5. Коэффициент мощности электрического привода. 6. Энергосбережение в ЭП.
6	Выбор электродвигателя по мощности	1. Общие положения по выбору электродвигателя. Расчет мощности и предварительный выбор электродвигателя. 2. Уравнение теплового баланса. Кривые нагрева и охлаждения двигателя. 3. Продолжительный, кратковременный и повторно-кратковременный режимы работы двигателя.

### 5.2.2. Перечень типовых задач для экзамена (Компетенция ОПК-1)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Электроприводы с двигателями постоянного тока	1. ДПТ НВ имеет следующие параметры: $R_n = 2,5 \text{ кВт}$ ; $U_n = 220 \text{ В}$ ; $I_n = 14 \text{ А}$ ; $n_n = 1300 \text{ об/мин}$ ; $\eta_n = 75\%$ . Рассчитать $R_d$ при котором $I_{доп} = 2I_n$ . 2. ДПТ НВ имеет следующие параметры: $R_n = 4,8 \text{ кВт}$ ; $U_n = 220 \text{ В}$ ; $I_n = 24,2 \text{ А}$ ; $n_n = 1500 \text{ об/мин}$ ; $R_{я} = 0,38 \text{ Ом}$ . Рассчитать $R_d$ , включение которого ограничит ток при пуске и торможении противовключением до уровня $I_{доп} = 3I_n$ . 3. Каким должно быть $R_d$ ДПТ НВ по сравнению с $R_{я}$ для того, чтобы перепад скорости при заданном токе увеличился в 3 раза. 4. $M = 50 \text{ Нм}$ ; $M_c = 100 \text{ Нм}$ ; $J = 0,1 \text{ кг м}^2$ ; $\omega_{нач} = 100 \text{ рад/с}$ . Рассчитать и построить $\omega(t)$ ДПТ НВ и определить $t_{пл}$ , за которое скорость снизится в 2 раза. 5. ДПТ НВ работал в установившемся режиме в т.А, преодолевая $M_{с1} = 150 \text{ Нм}$ , в момент времени $t_1 = 1,2 \text{ с}$ произошло скачкообразное изменение нагрузки до $M_{с2} = 250 \text{ Нм}$ . Рассчитать и построить $\omega(t)$ и $M(t)$ .
2	Электропривод с двигателями переменного тока	1. АД с КР имеет следующие параметры: $R_n = 15 \text{ кВт}$ ; $n_n = 1465 \text{ об/мин}$ ; $I_n = 29,3 \text{ А}$ ; $\lambda_m = M_k / M_{ном} = 2,3$ ; $\lambda_l = I_{п} / I_{ном} = 7$ ; $p = 2$ ; $U_n = 380 \text{ В}$ ; $f_n = 50 \text{ Гц}$ . Рассчитать и построить естественную механическую характеристику. 2. АД с КР имеет следующие параметры: $R_n = 1,5 \text{ кВт}$ ; $s_n = 0,072$ ; $\lambda_m = M_k / M_{ном} = 2,2$ ; $p = 1$ ; $f_n = 50 \text{ Гц}$ . Рассчитать и построить естественную механическую характеристику.

### 5.2.3. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ и собеседования.

С целью текущего контроля и подготовки студентов к изучению новой темы вначале каждого занятия преподавателем проводится собеседование по выполненным лабораторным работам предыдущей темы, а также проводится тестирование по прошедшему материалу дисциплины.

## Контрольные вопросы для собеседования (Компетенция ОПК-1)

№ п/п	Тема лабораторного занятия	Контрольные вопросы
1	Лабораторная работа №1. Изучение схем запуска электромашинных агрегатов М1-М2, М3-М4. Определение момента инерции и махового момента агрегатов методом свободного выбега.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пояснить схему и порядок операций при включении электродвигателя М1 электромашинного агрегата М1-М2.</li> <li>2. Пояснить схему и порядок операций при включении электродвигателя М3 электромашинного агрегата М3-М4 (первый способ определения момента инерции и махового момента второго электромашинного агрегата).</li> <li>3. Пояснить схему и порядок операций при включении электродвигателя М4 электромашинного агрегата М3-М4 (второй способ определения момента инерции и махового момента второго электромашинного агрегата).</li> <li>4. На какие свойства электропривода влияет величина момента инерции и махового момента?</li> <li>5. Что такое маховый момент и какова его зависимость от момента инерции?</li> <li>6. На чем основан метод свободного выбега для определения момента инерции?</li> <li>7. Что представляет собой кривая выбега и каков порядок снятия данных для её построения?</li> <li>8. Как изменится время выбега агрегата, если на валу двигателя установить маховик?</li> </ol>
2	Лабораторная работа №2. Определение параметров и основных характеристик электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. По какому признаку классифицируются двигатели постоянного тока?</li> <li>2. Какими характеристиками оцениваются рабочие свойства двигателя?</li> <li>3. В чем состоят особенности пуска двигателей параллельного возбуждения?</li> <li>4. Какие способы уменьшения пускового тока применяются в двигателях постоянного тока?</li> <li>5. Поясните устройство и назначение основных частей машины постоянного тока.</li> <li>6. Напишите формулы, характеризующие работу двигателя постоянного тока.</li> <li>7. Изобразите схемы двигателей параллельного, последовательного и смешанного возбуждения. Покажите на них токи и ЭДС.</li> <li>8. На примере двигателя параллельного возбуждения поясните физические процессы и особенности пуска в ход двигателя постоянного тока?</li> <li>9. Изобразите и поясните механические характеристики двигателя параллельного и последовательного возбуждения.</li> <li>10. В каком случае и почему возможен «разнос» двигателей параллельного возбуждения, последовательного возбуждения?</li> <li>11. Объясните принцип действия двигателя постоянного тока.</li> <li>12. Почему в момент пуска ток якоря двигателя в несколько раз больше номинального значения и уменьшается в процессе пуска?</li> <li>13. Как осуществляется пуск двигателя?</li> <li>14. Какова зависимость вращающего момента двигателя от тока якоря?</li> </ol>
3	Лабораторная работа №3. Исследование регулировочных свойств электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения в системе «генератор-двигатель»	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что собой представляет система Г-Д?</li> <li>2. Назовите способы регулирования частоты вращения при работе электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения в системе Г-Д.</li> <li>3. Каковы достоинства и недостатки системы Г-Д?</li> </ol>

		<p>4. Как будет изменяться частота вращения ИД при уменьшении тока возбуждения генератора?</p> <p>5. Какова обычно бывает кратность регулирования частоты вращения ИД в системе Г-Д при изменении напряжения в цепи якоря и при изменении тока возбуждения ИД?</p> <p>6. Почему механические характеристики ИД в системе Г-Д почти прямолинейны?</p> <p>7. Как изменить направление вращения якоря ИД в системе Г-Д?</p> <p>8. Изменится ли жесткость механических характеристик ИД в системе Г-Д, если в цепь якорей ИД и Г ввести добавочное сопротивление?</p>
4	Лабораторная работа №4. Исследование реверсивной схемы управления трехфазным асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором с торможением противотоком	<p>1. В чем состоят недостатки прямого пуска асинхронного двигателя?</p> <p>2. Как рассчитать по паспортным данным пусковой ток и пусковой момент асинхронного двигателя?</p> <p>3. Напряжение сети 380 В. Номинальное напряжение асинхронного двигателя <math>U_{ном} = 380/220В</math>. Можно ли применить при пуске двигателя переключение обмоток статора со звезды на треугольник?</p> <p>4. Начертите схемы пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором при включении в цепь статора пусковых резисторов, пусковых катушек и автотрансформатора. В чем достоинства и недостатки рассматриваемых способов пуска?</p> <p>5. Какими основными характеристиками оцениваются пусковые свойства двигателей?</p> <p>6. Когда применяется прямой пуск асинхронных двигателей?</p> <p>7. Назовите способы пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором?</p>
5	Лабораторная работа №5 Исследование схемы управления трехфазным асинхронным двигателем с фазным ротором.	<p>1. Изложите последовательность срабатывания пускателей и реле при нажатии на кнопку SB701.</p> <p>2. Для чего нужен шунтирующий контакт К 2.1 к кнопке SB701?</p> <p>3. Как происходит двухступенчатый пуск двигателя с фазным ротором?</p> <p>4. Достоинства и недостатки асинхронного двигателя с фазным ротором?</p> <p>5. Что такое динамическое торможение асинхронного двигателя?</p> <p>6. Изложите последовательность срабатывания пускателей и реле при динамическом торможении (при нажатии на кнопку SB701).</p>

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, классификаций, понятий.
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов.

	Объем освоенного материала.
	Полнота ответов на вопросы.
	Четкость изложения и интерпретации знаний.
Умения	Умение использовать на практике сведения о расчёте механических характеристик электрических приводов, а также переходных процессов в них при различных режимах работы
Навыки	Владение методами расчета и выбора механических характеристик электрических приводов, а также переходных процессов в них при различных режимах работы

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и, по существу, излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение использовать на практике сведения о расчёте механических характеристик электрических приводов, а также переходных процессов в них при различных режимах работы	Не умеет самостоятельно решать практические задачи с использованием сведений о расчёте механических характеристик электрических приводов, а также переходных процессов в них при различных режимах работы	Умеет с помощью решать практические задачи с использованием сведений о расчёте механических характеристик электрических приводов, а также переходных процессов в них при различных режимах работы	Умеет самостоятельно решать практические задачи с использованием сведений о расчёте механических характеристик электрических приводов, а также переходных процессов в них при различных режимах работы	Умеет самостоятельно решать и использовать сведения о механических характеристика электрических приводов, а также переходных процессов в них при различных режимах работы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение методами расчета и выбора механических характеристик электрических приводов, а также переходных процессов в них при различных режимах работы	Не владеет методами расчета и выбора механических характеристик электрических приводов, а также переходных процессов в них при различных режимах работы	Владеет теоретическими методами расчета и выбора механических характеристик электрических приводов, а также переходных процессов в них при различных режимах работы	Владеет методами расчета и выбора механических характеристик электрических приводов, а также переходных процессов в них при различных режимах работы	Владеет различными методами расчета и выбора механических характеристик электрических приводов, а также переходных процессов в них при различных режимах работы

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием площади и номера помещения в соответствии с документами бюро технической инвентаризации)
1	Учебные аудитории лекционных, практических и лабораторных занятий, специализированная мебель, специализированные лабораторные стенды	308012, Белгородская область, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, УК 4 № 221, 58,8 кв. м, этаж 2, помещение 29
2	Читальный зал библиотеки с выходом в сеть Интернет для самостоятельной работы: специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.	308012, Белгородская область, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, Библиотека № 303, 83,1 кв. м, этаж 3, помещение 9

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

## 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Никитенко Г.В. Электропривод производственных механизмов: Учебное пособие. — 2-е изд., испр. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2013. — 224 с. — Режим доступа — ЭБС издательства “Лань” [https://e.lanbook.com/book/5845?category\\_pk=937#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/5845?category_pk=937#book_name)

2. Епифанов А. П., Малайчук Л. М., Гущинский А. Г. Электропривод: Учебник / Под ред. А. П. Епифанова. — СПб.: Издательство «Лань», 2012. — 400 с. — Режим доступа — ЭБС издательства “Лань” [https://e.lanbook.com/book/3812?category\\_pk=931#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/3812?category_pk=931#book_name)

3. Электропривод: методические указания к выполнению лабораторных работ/ сост.: А.Н. Семернин, А.Н. Потапенко, А.И. Лимаров, Ф.М. Гребенчук. — Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. — 89с.

4. Москаленко В.В. Электрический привод: Учебник. — М.: Издательский центр “Академия”, 2007. — 368с.

5. Фролов Ю. М., Шелякин В. П. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2012. — 368с. — Режим доступа — ЭБС издательства “Лань” [https://e.lanbook.com/book/3185?category\\_pk=931#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/3185?category_pk=931#book_name)

6. Электрические машины постоянного тока: метод. указания к

выполнению лаб. работ для студентов всех специальностей / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. электроэнергетики; сост.: С. А. Духанин, Ю. И. Рудаков. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. - 28 с. - 10.92 р. М/у N 1789. Копия на CD: Э.Р. N 1581. Документ имеется в электронной библиотеке.

#### **6.4. Перечень дополнительной литературы**

1. Кобозев В.А. Электрические машины: учебное пособие. Часть 2. Электрические машины переменного тока. / Кобозев В.А. – Ставропольский ГАУ, 2015. 200 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/82226>. Книга доступна для чтения в рамках проекта СЭБ.

2. Основы электропривода: методические рекомендации к выполнению расчетно-графического задания для студентов направления бакалавриата 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника/ сост.: О.Ю.Приходько, Н.А.Корнилова, В.В.Фролов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. – 43 с.

#### **6.5. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Сайт научно-технической библиотеки БГТУ им. В.Г. Шухова: <http://elib.bstu.ru/>

2. Сайт Электронно-библиотечной системы издательства «Лань»: <http://edanbook.com/>

3. Сайт РОСПАТЕНТА: <http://www1.fips.ru/>

4. Сайт Электронно-библиотечной системы «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru/>

5. Школа для электрика. Электрические машины. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/>

6. Разработка и производство шаговых вентильных и коллекторных электроприводов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://electroprivod.ru/products.htm>