

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

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры

канд.экон.наук, доцент И.В. Космачева

« 28 апреля » 2022 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетики, информационных
технологий и управляющих систем

канд.техн.наук, доцент А.В. Белоусов

« 28 апреля » 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

направление подготовки

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электропривод и автоматика механизмов и технологических комплексов

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем
Кафедра электроэнергетики и автоматики

Белгород – 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – Магистратура по направлению подготовки 13.04.02, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018г. №147;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2022 году.

Составитель: канд. техн. наук, доцент _____  (О. Ю. Приходько)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматике

« 26 » апреля 2022 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____  (А. В. Белоусов)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой электроэнергетики и автоматике

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____  (А. В. Белоусов)

« 26 » апреля 2022 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 28 » апреля 2022 г., протокол № 8

Председатель: канд. техн. наук, доцент _____  (А. Н. Семернин)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
профессиональная	ПКВ-1. Способен разрабатывать концепции электропривода	ПКВ-1.3. Способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	<p>Знания назначения и видов современных электрических приводов, режимов их работы, математического описание элементов, схемы включения, основных параметров, характеристик и свойств</p> <p>Умения использовать методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов; анализировать полученные результаты на основании выполненных математических вычислений.</p> <p>Навыки сборки электрических схем управления электродвигателями и проводить на лабораторных стендах экспериментальные исследования режимов работы электрических приводов.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Компетенция ПКВ-1. Способен разрабатывать концепции электропривода
 Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Схемотехника,
2	Микропроцессорные системы,
3	Системы автоматизированного проектирования электроприводов
4	Управление распределенными энергосистемами
5	Автоматизация инженерных систем зданий
6	Теория оптимизации
7	Нейро-нечеткое управление в электроприводе
8	Производственная научно-исследовательская работа
9	Теория электропривода,
10	Энергосбережение средствами электропривода
11	Цифровые системы управления электроприводов
12	Производственная проектная практика
13	Производственная преддипломная практика
14	Учебная практика по получению первичных навыков работы с программным обеспечением применительно к области (сфере) профессиональной деятельности

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Форма промежуточной аттестации экзамен (6 семестр)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	73	73
лекции	34	34
лабораторные	-	-
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	71	71
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Обобщенная электрическая машина.					
1.1	Понятие и описание обобщенной электрической машины. Электромеханическая связь электропривода и ее характеристики. Система из пяти уравнений устанавливающая связь между процессами в элементах электропривода.	4	4		5
1.2	Координатные и фазные преобразования переменных. Координатные преобразования уравнений механических характеристик обобщенной электрической машины.	4	4		5
1.3	Запись уравнений равновесия роторной и статорной цепи двигателя, асинхронного электропривода в различных системах координат. Структура и характеристики линеаризованного электромеханического преобразователя.	4	4		5
2. Электромеханические переходные процессы					
2.1	Формирование переходных процессов. Переходные процессы при $L=0$ и «быстрых» изменениях воздействующего фактора.	2	2		4
2.2	Переходные процессы при $L=0$ и «медленных» изменениях воздействующего фактора.	4	4		5
2.3	Переходные процессы при не равной нулю индуктивности.	2	2		4
2.4	Переходные процессы в системах. Переходные процессы электропривода с асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором.	4	4		5
3. Потери энергии в установившихся и переходных процессах, нагрузочные диаграммы, нагревание и охлаждение двигателей, номинальные режимы работы, методы проверки двигателей по нагреву					
3.1	Основы выбора мощности ЭП. Потери энергии в установившихся режимах электропривода. Постоянные и переменные потери в электродвигателях постоянного и переменного тока.	2	2		4
3.2	Потери энергии в переходных процессах в электромеханической системе.	2	2		4
3.3	Нагревание и охлаждение двигателей. Нагрузочные диаграммы ЭП.	2	2		4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
3.4	Номинальные режимы работы двигателей	2	2		4
3.5	Методы эквивалентирования режимов работы двигателя по нагреву.	2	2		4
ВСЕГО		34	34		53

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	Обобщенная электрическая машина.	Модель асинхронного двигателя на базе обобщенной электрической машины	4	4
		Фазные и координатные преобразования величин асинхронного двигателя	4	4
		Запись уравнений равновесия роторной и статорной цепи двигателя асинхронного электропривода в различных системах координат	4	4
2	Электромеханические переходные процессы	Переходные процессы при $L=0$ и «быстрых» изменениях воздействующего фактора.	2	2
		Переходные процессы при $L=0$ и «медленных» изменениях воздействующего фактора.	4	4
		Переходные процессы при не равной нулю индуктивности.	2	2
		Переходные процессы в системах. Переходные процессы электропривода с асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором.	4	4
3	Потери энергии в установившихся и переходных процессах, нагрузочные диаграммы, нагревание и охлаждение двигателей, номи-	Определение расчётного момента и расчётной мощности двигателя. Выбор асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором;	2	2
		Определение полных потерь энергии при пуске, торможении и установившемся режиме работы асинхронного двигателя	2	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
	нальные режимы работы, методы проверки двигателей по нагреву	Построение нагрузочной диаграммы. Проверка двигателя по нагреву и перегрузочной способности	2	2
		Определение средневзвешенных значений КПД и коэффициента мощности двигателя	2	2
		Определение потерь энергии в частотном преобразователе для всех периодов движения.	2	2
ВСЕГО:			34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.

4.5. Содержание расчетно-графического задания.

Целью расчетно-графического задания (РГЗ) является на основании математической модели спрогнозировать или сформировать свойства динамических и стационарных процессов в электроприводах в соответствии требований технологического процесса.

РГЗ состоит из двух типовых заданий. В первом рассчитываются динамические процессы в электроприводе при пуске, торможении и реверсирования скорости электродвигателя без и под нагрузкой. При этом рассматриваются различные способы задания скорости. Результатами расчетов являются графики переменных состояния электропривода и выводы по ограничению координат электропривода. Во втором рассчитываются и анализируются потери энергии в элементах электропривода в статических и динамических режимах. Производится оценка экономической эффективности при неонаправленных потоках энергии в электроприводе. На основании диаграммы движения и нагрузочной диаграммы производится выбор частотного электропривода и оцениваются потери энергии, коэффициент мощности, коэффициент полезного действия.

РГЗ оформляется на листах формата А4 объемом до 10 страниц и включать в себя:

- титульный лист;
- задание;
- основные теоретические положения, расчётные формулы, расчёты, необходимые рисунки и характеристики;
- список используемой литературы.

Пример расчетно – графического задания

Часть 1. Переходные процессы в электроприводе постоянного тока

Для двигателя постоянного тока с независимым возбуждением выполнить:

1. Построить пусковые характеристики двигателя при пуске с одной ступенью;
 2. Рассчитать переходный процесс пуска с одной ступенью пускового реостата при реактивном моменте M_c ;
 3. Рассчитать переходный процесс при динамическом торможении до скорости ω_T ;
 4. Рассчитать переходный процесс при линейном законе изменения $\omega_0(t)=\omega_{нач}+\varepsilon_0 t$ при пуске вхолостую;
 5. Рассчитать переходный процесс при линейном законе изменения $\omega_0(t)=\omega_{нач}-\varepsilon_0 t$ при реверсе вхолостую;
 6. Рассчитать переходный процесс при $L_\alpha \neq 0$ при пуске вхолостую.
- В пунктах 1-4 $L_\alpha=0$.

Исходные данные

$P_{ном},$ кВт	$U_{ном},$ В	$n_{ном},$ об/мин	$J_{дв},$ кг·м ²	p	$M_{п}/M_{ном}$	$M_c/M_{ном}$	$\omega_T/\omega_{ном}$	$\omega_{нач},$ рад/с	$\varepsilon_0,$ рад/с ²
6	220	1130	0,5	4	2	0,7	0,2	1,2	0,1

Часть 2. Определение энергетических показателей асинхронного электропривода

Движение рабочей машины и изменение момента статических сопротивлений характеризуется графиками, представленными на рисунке 1.

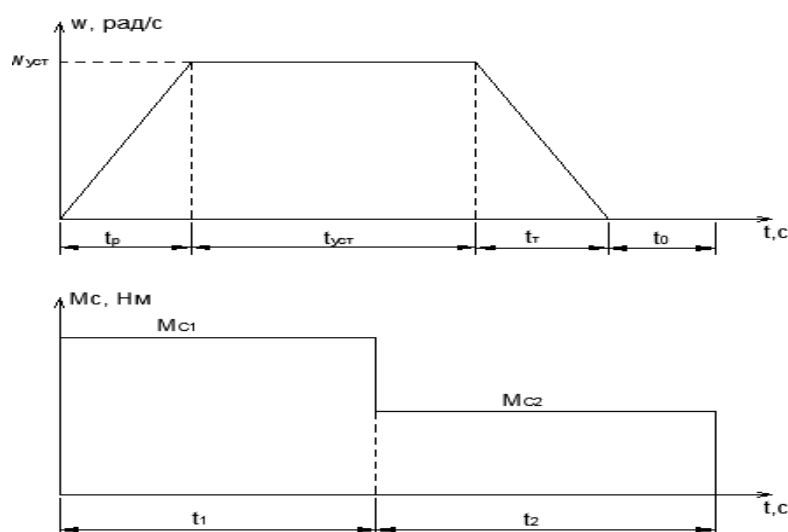


Рисунок 1. Тахограмма и диаграмма моментов статических сопротивлений

Выполнить:

1. Определить расчётный момент и расчётную мощность двигателя и в соответствии этого выбора выбрать асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором;
2. Построить нагрузочную диаграмму и произвести проверку двигателя по нагреву и перегрузочной способности;
3. Определить полные потери энергии при пуске, торможении и установившемся режиме;
4. Определить средневзвешенные значения КПД и коэффициента мощности двигателя;
5. Определить потери энергии в частотном преобразователе для всех периодов движения.

Исходные данные

$\omega_{уст},$ рад/с	$t_0,$ с	$t_p,$ с	$t_T,$ с	$t_{уст},$ с	$M_{C1},$ Нм	$M_{C2},$ Нм	$t_1,$ с	$t_2,$ с	$J_{PM},$ кг·м ²
142	10	3	3	114	90	60	55	75	1,8

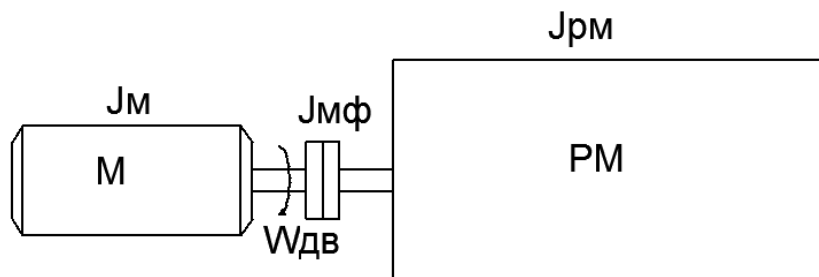


Рисунок 2. Кинематическая схема механизма

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПКВ-1. Способен разрабатывать концепции электропривода

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПКВ-1.3. Способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	Экзамен, защита РГЗ, собеседование

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

Вопросы для подготовки к экзамену

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.

Перечень тем и вопросов для подготовки к теоретической части экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Обобщенная электрическая машина.	1. Понятие ЭМП (электромеханического преобразователя) и что определяют его физические свойства. 2. Обобщенная электрическая машина. 3. Схема обобщенной двухполюсной машины. 4. Уравнение электромагнитного момента для неявнополюсной машины (вывод уравнения). 5. Электромеханическая связь ЭП и ее характеристики 6. Переменные обобщенной машины в различных системах координат. 7. Преобразование переменных обобщенной двухфазной электрической машины.

		<p>8.Схема обобщенной машины в осях U, V.</p> <p>9.Уравнения электромеханической характеристики обобщенной машины, преобразованные к осям U, V.</p> <p>10.Фазные преобразования переменных.</p> <p>11. Схемы преобразования переменных 3-хфазной машины.</p> <p>12.Линеаризованный ЭМП, его механическая характеристика и структура.</p> <p>13.Режимы преобразования энергии и ограничения, накладываемые на их протекание</p>
2	Электромеханические переходные процессы.	<p>1.Переходные процессы и группы задач для их изучения.</p> <p>2.Переходные процессы при $L=0$ и «быстрых» изменениях воздействующего фактора.</p> <p>3.Переходные процессы при $L=0$ и «медленных» изменениях воздействующего фактора.</p> <p>4.Переходные процессы в системе «П-Д» (пуск вхолостую).</p> <p>5.Переходные процессы в системе «П-Д» (реверс и торможение вхолостую).</p> <p>6.Переходные процессы в системе «П-Д» (под нагрузкой).</p> <p>7.Переходные процессы при $L \neq 0$ в ЭП с ДПТ НВ при $L\sigma \neq 0$.</p> <p>8.Переходные процессы при изменении Φ ДПТ НВ.</p> <p>9.Переходные процессы АД с КР</p>
3	Потери энергии в установившихся и переходных процессах, нагрузочные диаграммы, нагревание и охлаждение двигателей, номинальные режимы работы, методы проверки двигателей по нагреву	<p>1.Потери энергии в установившихся режимах ЭП.</p> <p>2.Потери энергии в установившихся режимах ЭП для ДПТ НВ.</p> <p>3.Потери энергии в установившихся режимах ЭП для АД.</p> <p>4.Потери энергии в переходных процессах работы ЭП.</p> <p>5.Нагревание и охлаждение двигателей.</p> <p>6.Нагрузочные диаграммы ЭП.</p> <p>7.Нагрузочные диаграммы механизмов непрерывного действия.</p> <p>8.Нагрузочные диаграммы механизмов циклического действия.</p> <p>9.Номинальные режимы работы двигателей.</p> <p>10.Методы эквивалентирования режимов работы двигателя по нагреву.</p> <p>11.Метод средних потерь.</p> <p>12.Метод эквивалентного тока.</p> <p>13.Метод эквивалентного момента.</p>

Перечень типовых задач для практической части экзамена

Задача

При помощи выражений для собственных и взаимных индуктивностей обмоток получить уравнение электромеханического преобразования энергии в обобщенной явнополусной электрической машине.

Задача

При помощи выражений для собственных и взаимных индуктивностей обмоток получить уравнение электромеханического преобразования энергии в обобщенной неявнополусной электрической машине.

Задача

Выполнив необходимые графические построения, получить формулы прямого преобразования для статорных переменных в координатах U и V

Задача

Выполнив необходимые графические построения, получить формулы прямого преобразования для роторных переменных в координатах U и V

Задача

Выполнив необходимые графические построения, получить формулы обратного преобразования переменных в координаты α , β , d и q

Задача

Выполнив необходимые графические построения, получить преобразованные уравнения потокосцеплений в координатах U и V

Задача

Воспользовавшись необходимыми формулами преобразования, получить уравнение электромагнитного момента для неявнополюсной машины

Задача

Выполнив необходимые графические построения, получить формулы прямого фазного преобразования

Задача

Выполнив необходимые графические построения, получить формулы обратного фазного преобразования

Задача

Построить механические характеристики и графики переходных процессов $\omega(t)$ и $M(t)$ при линейной зависимости (M)

Задача

Построить механические характеристики и графики переходных процессов $\omega(t)$ и $M(t)$ при пуске вхолостую с $\omega_0(t) = \epsilon t$

Задача

Построить механические характеристики и графики переходных процессов $\omega(t)$ и $M(t)$ при реверсе вхолостую с $\omega_0(t) = -\epsilon t$

Задача

Построить механические характеристики и графики переходных процессов $\omega(t)$ и $M(t)$ при торможении вхолостую с $\omega_0(t) = -\epsilon t$

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 1 семестра - в форме выполнения и защиты расчетно-графического задания.

Примеры типовых вопросов для защиты РГЗ

Вопросы к заданию №1

1. Причины возникновения переходных процессов.
2. На какие четыре группы делятся задачи анализа переходных процессов?
3. Как выглядят механические характеристики и графики переходных процессов $\omega(t)$ и $M(t)$ при линейной зависимости (M)?

4. Как выглядят механические характеристики и графики переходных процессов $\omega(t)$ и $M(t)$ при пуске вхолостую с $\omega_0(t) = \varepsilon t$?
5. Как вычислить электромеханическую постоянную времени?
6. Как выглядят механические характеристики и графики переходных процессов $\omega(t)$ и $M(t)$ при реверсе вхолостую с $\omega_0(t) = -\varepsilon t$?
7. Как выглядят механические характеристики и графики переходных процессов $\omega(t)$ и $M(t)$ при торможении вхолостую с $\omega_0(t) = -\varepsilon t$?
8. Как выглядят механические характеристики и графики переходных процессов $\omega(t)$ и $M(t)$ при активном моменте сопротивления M_c ?
9. Как выглядят механические характеристики и графики переходных процессов $\omega(t)$ и $M(t)$ при реактивном моменте сопротивления M_c ?
10. Как выглядят механические характеристики и графики переходных процессов $\omega(t)$ и $M(t)$ при $L_{я} \neq 0$?

Вопросы к заданию №2

1. Что называется потерями в обмотках двигателя?
2. Что называется потерями в магнитопроводе?
3. Что называется механическими потерями?
4. Как рассчитываются потери мощности в двигателях?
5. Как определить потери энергии в переходных режимах электропривода?
6. Как определить потери энергии при работе электропривода без нагрузки?
7. Как определить потери энергии в системе «преобразователь-двигатель»?
8. Назовите способы снижения потерь электроэнергии в переходных процессах.
9. Как рассчитывается КПД двигателя?
10. Как рассчитывается коэффициент мощности электропривода?

9.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена (1 семестр) используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

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

При промежуточной аттестации в форме экзамена:

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений, понятий используемых при изучении теории электропривода	Знает термины и определения теории электропривода, но допускает неточности формулировок	Знает технические термины и определения теории электропривода	Знает термины и определения теории электропривода, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов;	Знает методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов.	Знает методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов; их интерпретирует	Знает методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов;

				может самостоятельно объяснить их выбор
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Имеет поверхностные знания основного материала дисциплины, не усвоив его детали	Знает материал дисциплины в полном объеме	Обладает твердыми и полными знаниями материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство задаваемых вопросов	Дает неполные ответы на большинство вопросов	Дает полные ответы на большую часть заданных вопросов	Дает полные, развернутые ответы на все 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 формулами, графиками, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие формулы, графики и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие формулы, рисунки и схемы корректно и правильно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний
	Не излагает или 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
Полнота ответа на вопросы экзаменационного билета	Ответы на вопросы экз. билета даны не верно	Ответы даны не в полном объеме	Ответы на вопросы билета раскрыты полностью	Ответы выполнены полностью, рациональным способом
Качество ответа на вопросы экзаменационного билета	Имеются существенные ошибки при ответе на вопросы билета	Ответы выполнены с существенными неточностями, не носящими принципиальный характер	Ответы выполнены с небольшими неточностями	Ответы выполнены без ошибок
Самостоятельность подготовки ответа на вопросы экзаменационного билета	Не может подготовить ответы, в том числе и с дополнительной помощью	Может выполнить задание только с дополнительной помощью	Выполняет задание в основном самостоятельно	Самостоятельно выполняет задание
Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы	Не умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делать выводы при ответе на вопросы билета	Допускает ошибки при сопоставлении, обобщении и при формулировании выводов на заданные вопросы	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, но допускает небольшие неточности при формулировании выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делать верные выводы на задаваемые вопросы

Качество оформления ответа на вопросы экзаменационного билета	Ответы оформлено настолько неряшливо, что не поддаются проверке	Ответы оформлены неаккуратно, отсутствуют необходимые пояснения в виде графиков, схем и формул	Ответы оформлены аккуратно, с необходимыми пояснениями	Ответы оформлены аккуратно, с необходимыми пояснениями и ссылками на используемые источники
Правильность применения теоретического материала	При объяснении теоретического материала допускаются грубые ошибки в технических терминах	Объясняя теоретический материал, допускает ошибки, не носящие принципиальный характер	Теоретический материал применен и интерпретирован в целом правильно, но с несущественными неточностями	Теоретический материал применен и интерпретирован правильно

Оценка сформированности компетенций по показателю *Навыки*.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Выбор методики формирования ответов на вопросы билета	Неверно выбрана методика подготовки ответов	Методика формирования ответов выбрана в целом верно, но имеются незначительные неточности при описании расчетных зависимостей и графического материала	Методика выполнения ответов выбрана, верно, но имеются недочеты, не относящиеся к основным расчетным зависимостям и графическому материалу	Выбрана верная или наиболее рациональная методика формирования ответов с применением графического и аналитического методов
Анализ результатов решения задачи	Не произведен анализ результатов решения задачи	Анализ результатов, полученных при решении задачи, выполняется только при помощи преподавателя	Допускаются незначительные неточности в ходе анализа результатов решения задачи	Произведен анализ результатов решения задачи и сделаны исчерпывающие выводы
Обоснование полученных результатов	Представляемые результаты не обоснованы	Имеются замечания к полученным результатам, отсутствует в достаточной степени их обоснование	Представляемые результаты обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на учебно-методическую литературу	Представляемые результаты обоснованы, четко аргументированы с указанием ссылок на нормативные, справочные и учебно-методические источники

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
---	---	---

1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
2	Учебная аудитория для проведения практических занятий, лабораторных работ, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Специализированная мебель. Переносные лабораторные стенды: изучение магнетострикционного эффекта; исследование влияния температуры на сопротивление проводников и полупроводников; исследование влияния материала сердечника катушки индуктивности на характеристики колебательного контура; исследование свойств магнитных материалов. Специализированное оборудование: осциллографы Instek GOS - 620, цифровые мультиметры DT-890+, M-890D, генераторы ГЗ-112/1,
3	Мастерская для проведения лабораторной работы по изучению пайки электротехнических материалов	Специализированная мебель. Специализированное оборудование: паяльной станцией Lukey 852D ⁺ . Расходные материалы: проволока (медная, алюминиевая); флюсы (канифоль, активный флюс); припой (ПОС-61, сплав Вуда).
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

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 19.08.2022г.
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. Ключев В.И. Теория электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 2001. – 704с.
2. Онищенко Г. Б. Электрический привод: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Г.Б. Онищенко. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с.
3. Ильинский Н.Ф. Основы электропривода. – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 217 с.
4. Бекишев Р.Ф. Общий курс электропривода [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.Ф. Бекишев, Ю.Н. Дементьев. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014. — 302 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34688.html>.
5. Кувшинов, А. Теория электропривода: учебное пособие / А. Кувшинов, Э. Греков; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2014. - Ч. Часть 2. регулирование координат электропривода. - 166 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259232>.
6. Кувшинов А.А. Теория электропривода. Часть 3. Переходные процессы в электроприводе [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Кувшинов, Э.Л. Греков. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 114 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71338.html>.
7. Дементьев Ю.Н. Электрический привод [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.Н. Дементьев, А.Ю. Чернышев, И.А. Чернышев. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2013. — 224 с. — 978-5-4387-0194-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34739.html>.
8. Никитенко, Г.В. Электропривод производственных механизмов: учебное пособие / Г.В. Никитенко ; ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет». - Ставрополь : Агрус, 2012. - 240 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-9596-0778-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277520>
9. Чернышев, А.Ю. Электропривод переменного тока: учебное пособие / А.Ю. Чернышев, Ю.Н. Дементьев, И.А. Чернышев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». - 2-е изд. - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015. - 210 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442089>

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Каталог образовательных Интернет-ресурсов: Электропривод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.30.12. – Заглавие с экрана.
2. Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 038 – Устройства плавного пуска и преобразователи частоты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.schneider-electric.ru/ru/download/document/МКР-TECHCOL38-11/>
3. Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 27 – Энергоэффективность: преимущества применения частотно-регулируемого привода в насосных, вентиляционных и компрессорных установках [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.schneider-electric.ru/documents/customers/designers/d-web-advanced/RCT027.pdf>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ¹

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год без изменений / с изменениями, дополнениями²

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

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

¹ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

² Нужно подчеркнуть

Директор института _____

подпись, ФИО