

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов»
РПД Б1.В.ДВ.04.01 «Теория электропривода»



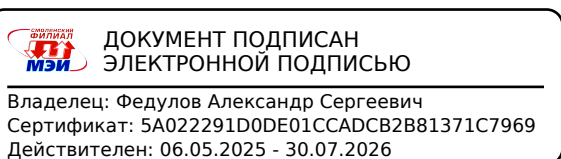
**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора филиала ФГБОУ ВО
«ИИУ «МЭИ» в г. Смоленске
канд. техн. наук, доцент

В.В. Рожков

2026 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория электропривода

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль: «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Смоленск

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов»
РПД Б1.В.ДВ.04.01 «Теория электропривода»



Программа составлена с учетом ОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного ректором ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Н.Д. Роголевым 20.12.2023.

Программу составил:

подпись

к.т.н., доцент В.А. Барышников
ФИО

« 24 » февраля 2026 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электромеханические системы»
« 25 » февраля 2026 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой «Электромеханических систем»:

подпись

к.т.н., доцент В.В. Рожков
ФИО

« 05 » марта 2026 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе
с ЛОВЗ и инвалидами**

подпись

зам. начальника УУ Е.В. Зуева
ФИО

« 05 » марта 2026 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к проектной деятельности путем формирования знаний, умений и навыков в области электрического привода, проектирование систем, замкнутых обратными связями по различным координатам, грамотной инженерной оценки качества регулирования в установившихся и динамических режимах работы промышленных механизмов.

Задачи: изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Теория электропривода относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- Электротехника и основы электроники;
- Теория автоматического управления;
- Электромеханические системы;
- Электрический привод;
- Системы аналогового и цифрового управления электропривода;
- Регулирование координат электропривода;
- Ознакомительная практика.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ПК-2. Способен принимать участие в проектировании систем электропривода и автоматики (их компонентов) в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблю-	ПК-2.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет альтернативные варианты технических решений систем электропривода и автоматики (их компонентов)	Знает: обеспечение и соблюдение заданных параметров технологического процесса электропривода. Умеет: применять к замкнутым системам электроприводов различного типа методы их синтеза и анализа. Владеет: навыками работы с электрооборудованием и измерительными приборами, обработки результатов измерений и оформления документации.



<p>дая различные технические, энергоэффективные и экологические требования</p>	<p>ПК-2.2 Обосновывает выбор наиболее целесообразного решения при проектировании систем электропривода и автоматики (их компонентов) в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией с соблюдением различных технических, энергоэффективных и экологических требований</p>	<p>Знает: задачи и методы анализа и синтеза замкнутых систем электропривода, в частности, для различных производственных механизмов Умеет: обосновать выбор рациональной замкнутой системы электропривода и провести расчет статических и динамических характеристик электропривода в различных режимах работы на альтернативной основе. Владеет: практическими навыками расчета статических характеристик, переходных процессов и нагрузочных диаграмм электроприводов с применением компьютерной техники.</p>
--	---	---

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>Лекционные занятия:</p> <p>1.1. Основные задачи регулирования координат электропривода. Способы регулирования координат и их основные показатели. Связь показателей регулирования с ЛАЧХ разомкнутого контура. Оценка точности автоматического регулирования координат частотным методом. Передаточные функции ошибки по заданию и возмущению. Связь требуемой точности в статических и астатических системах с ЛАЧХ разомкнутого контура.</p> <p>1.2. Оценка качества автоматического регулирования координат частотным методом. Связь показателей колебательности, быстродействия и перерегулирования с ЛЧХ разомкнутого контура. Метод последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат. Суммарная некомпенсируемая постоянная времени T_{Σ}. Зависимость показателей регулирования от коэффициента $a=T_o/T_{\Sigma}$. Настройка контура регулирования на технический оптимум.</p> <p>1.3. Определение передаточной функции регулятора при последовательной коррекции. Принцип подчиненного регулирования координат. Зависимость величины некомпенсируемой постоянной от числа внутренних контуров регулирования. Настройка контура регулирования на симметричный оптимум. Показатели такого регулирования.</p> <p>1.4. Обобщенная система управляемый преобразователь – двигатель (УП–Д). Система уравнений, параметры и структурные схемы системы УП–Д. Автоматическое регулирование момента в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по моменту. Структурная схема, уравнения динамической и статической механических характеристик электропривода. Механические характеристики при автоматическом регулировании момента.</p> <p>1.5. Автоматическое регулирование момента в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по моменту и положительной обратной связью по скорости. Уравнение статической характеристики. Критическая положительная связь по скорости. Механические характеристики в такой системе. Анализ динамических свойств (точности, колебательности) электропривода по системе УП–Д с автоматическим регулированием момента.</p> <p>1.6. Последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП–Д. Статические механические характеристики электропривода с ПИ-регулятором момента. Динамические свойства контура при настройке на технический оптимум. Анализ статических и динамических ошибок регулирования момента по управлению и возмущению в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции. Влияние внутренней обратной связи по скорости на динамические характеристики электропривода.</p> <p>1.7. Расчет параметров унифицированного контура регулирования тока в системе ТП–Д. Автоматическое регулирование скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости. Уравнения динамической и статической механических характеристик. Статические характеристики и динамические свойства при различных коэффициентах обратной связи по скорости.</p> <p>1.8. Автоматическое регулирование скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости и положительной обратной связью по моменту. Свойства электропривода по системе УП–Д при настройке контура скорости на технический оптимум. Статические характеристики электропривода при двухконтурной системе регулирования.</p> <p>1.9. Ошибки регулирования скорости по управляющему и возмущающему воздействиям в двухконтурной системе УП–Д с П-регулятором скорости. Графики переходных процессов. Расчет параметров контура регулирования скорости в двухконтурной системе ТП–Д.</p> <p>1.10. Свойства электропривода при настройке контура регулирования скорости в системе УП–Д на симметричный оптимум при интегрально-пропорциональном регуляторе скорости. Особенности управления асинхронным электроприводом по системе ПЧ–АД. Схема</p>

	<p>замещения и статические характеристики асинхронного двигателя при различных законах регулирования: $\frac{U_R}{f_1}; \frac{U_\mu}{f_1}; \frac{U_S}{f_1}; \frac{U_1}{f_1} = \text{const}$ и $\overline{I_1} = \text{const}$.</p> <p>1.11. Регулирование момента электропривода постоянного тока в системе источник тока – двигатель (ИТ–Д). Механические характеристики при индуктивно-емкостном источнике тока. Регулирование скорости электропривода постоянного тока в системе (ИТ–Д) с обратной связью по скорости или напряжению на якоре, механические характеристики. Использование последовательной коррекции для регулирования тока возбуждения двигателя.</p> <p>1.12. Реостатное регулирование момента и скорости электроприводов постоянного и переменного тока в разомкнутой системе. Ступенчатый пуск при поддержании постоянства среднего значения пускового момента двигателя. Реостатное регулирование скорости и его показатели.</p> <p>Автоматическое регулирование координат асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора. Принципы построения замкнутых систем электропривода. Обратные связи для стабилизации скорости электропривода.</p> <p>1.13. Расчет статических механических характеристик асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора в замкнутой системе. Динамические свойства замкнутых систем асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора. Расчет переходных процессов.</p> <p>1.14. Точное позиционирование. Влияние отклонения параметров на точность позиционирования. Пути уменьшения ошибки позиционирования.</p> <p>Автоматическое регулирование положения (пути) по отклонению. Трехконтурная система УП–Д для регулирования положения. Определение передаточной функции регулятора положения.</p> <p>1.15. Переходные процессы при точной остановке и отработке дозированных перемещений позиционным электроприводом с пропорциональным регулятором положения. Регулятор положения с параболической характеристикой.</p> <p>Понятие о следящем электроприводе. Ошибки следящего электропривода и пути их уменьшения.</p> <p>1.16 Особенности многодвигательных электроприводов. Двухдвигательный электропривод с механической связью между двигателями. Способы выравнивания нагрузки двигателей. Использование двухдвигательного электропривода для получения специальных механических характеристик.</p> <p>Многодвигательный асинхронный электропривод с общим импульсным регулятором в роторной цепи. Особенности работы электропривода при отсутствии и наличии механической связи.</p> <p>1.17. Статические характеристики двухдвигательного асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора. Переходные процессы в нём.</p> <p>Многодвигательный электропривод по системе электрического вала. Разновидности систем электрического вала: с уравнительными машинами, с преобразователем частоты и машинами двойного питания, с общим реостатом. Порядок пуска рассмотренных систем. Сравнительные достоинства и недостатки различных систем электрического вала. ...</p>
2	<p>Лабораторные работы:</p> <p>2.1. «Каскадные схемы асинхронных электроприводов»</p> <p>2.2. «Подчиненное регулирование координат электропривода по системе ТП–Д»</p> <p>2.3. «Нагрузочные диаграммы и энергетика переходных процессов электропривода»</p> <p>2.4. «Нагревание электродвигателей и определение допустимой по нагреву нагрузки»</p>
3	<p>Практические занятия:</p> <p>3.1. Определить параметры контура регулирования тока (момента) в системе ТП–Д при настройке на технический оптимум и оценить точность регулирования момента. Рассчитать с помощью математической модели без учета ($\omega=0$) и с учетом внутренней обратной связи по скорости (ЭДС) двигателя графики $\omega(t)$ и $M(t)$ при пуске вхолостую; графики</p>

$\omega(t)$, $M(t)$ и динамическую механическую характеристику $\omega(M)$ при пуске двигателя под нагрузкой с $M_c=M_H$ и стопорении под действием $M_c=1,25M_{\text{стоп}}$. Сделать сравнительный анализ полученных результатов.

Технические данные двигателя и преобразователя: $P_H=8$ кВт; $U_H=220$ В; $I_H=41,7$ А; $\omega_H=111$ рад/с; $k\Phi_H=1,82$ В·с; $E_{п\text{ макс}}=310$ В (трехфазная мостовая схема с отдельным управлением группами вентиля; напряжение трансформатора $U_{2H}=230$ В); $u_{y\text{ макс}}=10$ В.

Электрохимическая постоянная времени привода $T_M=0,12$ с; электромагнитная постоянная времени якорной цепи $T_\alpha=0,065$ с; расчетное сопротивление якорной цепи $R_p=R_{\Sigma}=0,888$ Ом.

3.2. Дополнить систему регулирования момента, рассчитанную в предыдущей задаче, контуром регулирования скорости, настроенным на технический оптимум; рассчитать параметры регулятора скорости; рассчитать и построить механическую характеристику, проходящую через точку $[M_c; \omega_c]$; определить ошибку в регулировании момента в процессе пуска двигателя при задании $u_{z\text{ макс}}$ скачком, а также необходимое значение ЭДС преобразователя и вторичного напряжения трансформатора. Рассчитать с помощью математической модели переходный процесс пуска с задатчиком интенсивности. Данные для расчета: $M_c=133$ Н·м; $\omega_c=92,4$ рад/с; $\beta=3,728$ Н·м·с; $T_M=0,12$ с; $T_\mu=0,01$ с; $u_{z\text{ макс}}=10$ В; $a_c=a_T=2$; $k\Phi_H=1,82$ В·с; $k_{от}=0,08$ В/А; $R_{\Sigma}=0,888$ Ом; $k_{тп}=0,2$ В·с; $I_{\text{стоп}}=3 I_{яH}=3 \cdot 41,7=125$ А; $M_{\text{стоп}}=227,5$ Н·м; $J_\Sigma=0,447$ кг·м².

3.3. Определить параметры каналов регулирования электромагнитного момента и потока сцепления ротора, построенных по подчиненному двухконтурному принципу в соответствии с «классической» системой векторного управления Transvektor (структура рис.3.24). Систему управления синтезировать для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором 4А132М2У3. Настройку регуляторов системы осуществить на модульный оптимум.

Технические данные двигателя: номинальная мощность $P_H=11$ кВт; номинальный момент $M_H=36$ Н·м; номинальное линейное напряжение $U_L=380$ В; номинальная частота $f_1=50$ Гц; соединение обмоток Y ; число пар полюсов $p_H=1$; момент инерции $J=0,12$ кг·м²; активное сопротивление статора $r_1=0,039$ Ом; активное сопротивление ротора, приведенное к статору, $r_2'=0,024$ Ом; полная индуктивность статора $L_1=0,014$ Гн; полная индуктивность статора $L_2=0,014$ Гн; взаимная индуктивность $L_\mu=0,013$ Гн.

Схема преобразователя частоты: «трехфазный неуправляемый выпрямитель – звено постоянного тока – трёхфазный транзисторный инвертор с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ)» выходного напряжения на несущей частоте $f_{\text{нес}}=1$ кГц.

3.4. Рассчитать и построить механические характеристики асинхронного электропривода с импульсным регулятором в роторной цепи в разомкнутой системе при $R_{\text{доб}}=0$ и в замкнутой системе с обратной связью по скольжению.

Исходные данные. Двигатель типа МТФ012-6; технические данные при ПВ=40%: $U_c=380$ В; $P_{\text{ном}}=2,2$ кВт; $n_{\text{ном}}=890$ об/мин; $\omega_{\text{ном}}=93,201$ с⁻¹; $I_{1\text{ ном}}=7,6$ А; $I_{2\text{ ном}}=11,5$ А; $\cos\varphi=0,68$; КПД=64,0%; $E_{2k}=144$ В; $M_{\text{макс}}=56$ Н·м; $J=0,029$ кг·м²; $\lambda=2,3$; $I_0=6,12$ А; $\cos\varphi_0=0,14$; $R_{1д}=3,63$ Ом; $x_{1\sigma д}=2,51$ Ом; $\sigma=1,075$; $R_{2д}=0,745$ Ом; $x_{2\sigma д}=0,59$ Ом; $k_T=6,06$.

3.5. Рассчитать и построить графики переходных процессов $M(t)$ и $\omega(t)$ асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора для пуска под нагрузкой, а также для наброса и сброса нагрузки при работе на естественной характеристике.

Исходные данные для расчета. Тип двигателя МТН311-6 с расчетными параметрами: $E_{2м}=140,5$ В; $\omega_{\text{син}}=104,72$ 1/с; $R_1=0,131$ Ом; $x_{2\sigma}=0,281$ Ом; $R_2=0,145$ Ом.

Расчетные сопротивления двигателя были найдены путем пересчета действительных

	<p>сопротивлений к «Г»-образной схеме замещения с учетом коэффициента рассеяния σ и приведения их к цепи выпрямленного тока ротора.</p> <p>Функциональная схема электропривода с обратной связью по скольжению (рис.4.11); параметры схемы: $R=4,42$ Ом; $L_d=0,005$ Гн; $T_\Phi=0,01$ с; $T_{\Phi\Phi}=0,0037$ с; $M_n=107$ Н·м; $M_c=1,16M_n=124,14$ Н·м; $J_\Sigma=0,225$ кг·м².</p> <p>3.6. Дополнить систему регулирования скорости, рассчитанную в задании 2, контуром регулирования положения; рассчитать параметры регулятора положения, определить допустимое значение начальной скорости и путь торможения при оптимальной настройке регулятора положения. Рассчитать с помощью математической модели переходный процесс торможения при регуляторе положения с коэффициентом $k_{рпо}$.</p> <p>Данные для расчета: $M_c=133$ Н·м; $\omega_c=92,4$ рад/с; $\beta=3,728$ Н·м·с; $T_m=0,12$ с; $T_u=0,01$ с; $u_{zсмакс}=10$ В; $a_c=a_r=2$; $k\Phi_n=1,82$ В·с; $k_{от}=0,08$ В/А; $R_{я\Sigma}=0,888$ Ом; $k_{тТ}=0,2$ В·с; $I_{стоп}=3 I_{ян}=3 \cdot 41,7=125$ А; $M_{стоп}=227,5$ Н·м; $J_\Sigma=0,447$ кг·м²; $k_{ос}=0,096$ В·с; $k_{рс}=5,18$.</p> <p>3.7. Рассчитать статические характеристики двухдвигательного асинхронного электропривода с общим импульсным регулятором в роторной цепи при отсутствии механической связи между ними, исходя из схемы замещения по цепи выпрямленного тока ротора (рис.6.9).</p> <p><i>Исходные данные для расчета.</i> Двигатели типа МТФ112-6; технические данные при ПВ=40%: $U_c=380$ В; $P_{ном}=5$ кВт; $n_{ном}=930$ об/мин; $\omega_{ном}=97,34$ с⁻¹; $I_{1ном}=14,4$ А; $I_{2ном}=15,7$ А; $\cos\varphi=0,70$; КПД=75,0%; $E_{2к}=216$ В; $M_{макс}=137$ Н·м; $J=0,068$ кг·м²; $I_0=12,3$ А; $\cos\varphi_0=0,105$; $R_{1д}=1,28$ Ом; $x_{1од}=1,74$ Ом; $\sigma=1,08$; $R_{2д}=0,5$ Ом; $x_{2од}=0,905$ Ом; $k_r=2,56$.</p> <p>3.8. Рассчитать параметры модели двухдвигательного асинхронного электропривода с общим импульсным регулятором при наличии механической связи с упругостью и зазором между двигателями, исходя из схемы замещения по цепи выпрямленного тока ротора (рис.6.9).</p> <p><i>Исходные данные для расчета.</i> Двигатели типа МТН311-6; технические данные при ПВ=40%: $U_c=380$ В; $P_{ном}=11$ кВт; $n_{ном}=940$ об/мин; $\omega_{ном}=98,39$ с⁻¹; $I_{1ном}=31,5$ А; $I_{2ном}=42$ А; $\cos\varphi=0,69$; КПД=78,0%; $E_{2к}=172$ В; $M_{макс}=314$ Н·м; $J=0,225$ кг·м²; $I_0=23,2$ А; $\cos\varphi_0=0,095$; $R_{1д}=0,51$ Ом; $x_{1од}=0,645$ Ом; $\sigma=1,073$; $R_{2д}=0,124$ Ом; $x_{2од}=0,241$ Ом; $k_r=4,2$.</p> <p>Расчетные параметры: $M_{c1}=0,5M_n$; $M_{c2}=M_n$; $J_1=1$ кгм²; $J_2=2$ кгм²; $c_{12}=50$ Нм/рад; $\Delta\varphi_3=2\pi$; $L_d=0$; $R_d=0,05 \div 2,195$ Ом; $A=\infty$; $I_{dмакс}=4I_{дн}=218$ А.</p>
4	<p>Курсовая работа на тему: «Расчет электропривода производственного механизма».</p>
5	<p>Самостоятельная работа студентов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5.1. Подготовка к защите лабораторных работ. 5.2. Подготовка к контрольным опросам на практических занятиях. 5.3. Выполнение курсовой работы. 5.4. Подготовка к экзамену по дисциплине (оценочные материалы приведены в разделе 6 настоящей РПД).

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной занятости по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Лекции	Классическая (традиционная, информационная) лекция в формате мультимедийных презентаций
2	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений
3	Лабораторные работы	Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде)
4	Консультации по курсовой работе	Индивидуальные и групповые консультации
5	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)
6	Контроль (промежуточная аттестация: экзамен)	Технология устного опроса

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости:

Примеры вопросов к защите лабораторных работ:

1. Какова сущность метода последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат?
2. Как определяется передаточная функция регулятора?
3. В чем заключается настройка контура регулирования на технический оптимум и каковы его динамические показатели?
4. В чем заключается настройка контура регулирования на симметричный оптимум и каковы его динамические показатели?
5. Каковы статические характеристики электропривода в однократноинтегрирующей двухконтурной системе ТП-Д?
6. Каковы статические характеристики электропривода в двукратноинтегрирующей двухконтурной системе ТП-Д?

7. Для чего и когда используется фильтр в задающей цепи при настройке контура на симметричный оптимум?
8. Каким образом проявляется влияние внутренней обратной связи по ЭДС двигателя в динамических режимах?
9. Чем вызвано отличие нагрузочной диаграммы двигателя от нагрузочной диаграммы производственного механизма?
10. В каких случаях нагрузочная диаграмма двигателя практически совпадает с нагрузочной диаграммой производственного механизма?
11. При каких условиях нагрузочная диаграмма двигателя описывается отрезками экспонент?
12. Каким образом можно увеличить электромеханическую постоянную времени электропривода и как при этом изменится нагрузочная диаграмма двигателя?
13. Как определить потребление энергии из сети и потери энергии в якорной цепи двигателя за время переходного процесса?
14. Чему равны потери энергии в якорной цепи при пуске двигателя вхолостую и при динамическом торможении?
15. Какие допущения положены в основу одноступенчатой теории нагрева электродвигателей?
16. Какой физический смысл имеет постоянная времени нагрева двигателя? Остается ли она неизменной в различных режимах работы конкретного двигателя? Как определить ее величину?
17. С какими номинальными режимами работы изготавливаются серийные двигатели?
18. Что характеризуют собой коэффициенты термической и механической перегрузки?
19. Как определить допустимую по нагреву мощность двигателя с номинальным продолжительным режимом работы при кратковременном или повторно-кратковременном режиме эксплуатации?
20. Каким образом регулируется скорость холостого хода асинхронного двигателя в различных каскадных схемах?
21. Как рассчитываются статические механические характеристики асинхронного двигателя в различных каскадных схемах?

Примеры вопросов к контрольному опросу на 4-м практическом занятии:

1. Для чего необходимо регулирование координат электропривода? Какие ограничения накладываются на режимы работы двигателя?
2. Каким целям служит регулирование координат? Какие способы регулирования координат Вы знаете?
3. Охарактеризуйте основные показатели регулирования координат.
4. Как выводится формула для определения суммарной ошибки замкнутого контура регулирования?
5. Какова связь требуемой точности регулирования в статических и астатических системах с ЛАЧХ разомкнутого контура?
6. Какова связь показателей регулирования: колебательности, быстродействия и перерегулирования с ЛЧХ разомкнутого контура?
7. В чем суть метода последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат? Что представляет собой некомпенсируемая постоянная времени T_{μ} ? Какова желаемая передаточная функция разомкнутого контура регулирования?
8. От чего зависит колебательность и быстродействие замкнутого контура регулирования? Как производится настройка контура регулирования на технический оптимум?
9. Как определяется передаточная функция регулятора? Почему ограничено применение ПИД-регулятора и более сложных регуляторов?
10. В чем заключается принцип подчиненного регулирования координат? Как изменяется некомпенсируемая постоянная при увеличении числа контуров регулирования?

11. Как настраивается контур регулирования на симметричный оптимум? Какие показатели регулирования при такой настройке?
12. Что представляет собой обобщенная система управляемый преобразователь – двигатель (УП–Д)? Какие уравнения, параметры и структурные схемы для системы УП–Д?
13. Напишите уравнения и изобразите структурную схему и механические характеристики электропривода по системе УП–Д с отрицательной обратной связью по моменту.
14. Какие свойства приобретает электропривод по системе УП–Д с отрицательной обратной связью по моменту, если дополнительно ввести положительную обратную связь по скорости? Напишите уравнения и изобразите структурную схему и механические характеристики для этого случая.
15. Как влияет введение отрицательной обратной связи по моменту на динамические свойства электропривода по системе УП–Д?
16. Каким образом осуществляется последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП–Д? Изобразите структурную схему и статические механические характеристики электропривода.
17. Какими динамическими свойствами обладает контур момента в системе УП–Д при настройке на технический оптимум?

Примеры вопросов к контрольному опросу на 8-м практическом занятии:

- 1 Как определить статические и динамические ошибки регулирования момента по управлению и возмущению в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции?
- 2 Как влияет внутренняя обратная связь по скорости на точность регулирования момента в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции?
- 3 Как рассчитываются параметры унифицированного контура регулирования тока в системе ТП–Д?
- 4 Каковы особенности последовательной коррекции контура регулирования момента (тока) в системе Г–Д? Напишите уравнения и изобразите структурную схему и механические характеристики электропривода по системе УП–Д с отрицательной обратной связью по моменту.
- 5 Какие свойства приобретает электропривод по системе УП–Д с отрицательной обратной связью по моменту, если дополнительно ввести положительную обратную связь по скорости? Напишите уравнения и изобразите структурную схему и механические характеристики для этого случая.
- 6 Как влияет введение отрицательной обратной связи по моменту на динамические свойства электропривода по системе УП–Д?
- 7 Каким образом осуществляется последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП–Д? Изобразите структурную схему и статические механические характеристики электропривода.
- 8 Какими динамическими свойствами обладает контур момента в системе УП–Д при настройке на технический оптимум?
- 9 Как определить статические и динамические ошибки регулирования момента по управлению и возмущению в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции?
- 10 Как влияет внутренняя обратная связь по скорости на точность регулирования момента в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции?
- 11 Как рассчитываются параметры унифицированного контура регулирования тока в системе ТП–Д?
- 12 Каковы особенности последовательной коррекции контура регулирования момента (тока) в системе Г–Д?

13 Изобразите структурную схему автоматического регулирования скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости. Как влияет коэффициент обратной связи по скорости на статические характеристики и динамические свойства электропривода?

14 Нарисуйте структурную схему, напишите уравнения для системы УП–Д при настройке контура скорости на технический оптимум. От чего зависит жесткость статической механической характеристики при такой настройке?

15 Охарактеризуйте ошибки регулирования скорости по управляющему и возмущающему воздействиям в двухконтурной системе УП–Д с П-регулятором скорости. Нарисуйте графики переходных процессов при скачке и линейном нарастании задающего сигнала.

16 Как производится расчет параметров контура регулирования скорости в двухконтурной системе ТП–Д с П-регулятором скорости? Как рассчитываются и строятся механические характеристики?

17 Какими свойствами обладает электропривод по системе УП–Д при настройке контура регулирования скорости на симметричный оптимум при интегрально-пропорциональном регуляторе скорости?

Краткое содержание курсовой работы:

Целью курсовой работы является практическое закрепление студентами лекционного материала по дисциплине «Теория электропривода» путем решения комплексной задачи проектирования и расчета электропривода для механизма с определенной нагрузочной диаграммой.

Исходные данные для курсовой работы (задаются руководителем):

- кинематическая схема механизма с указанием числовых значений масс (моментов инерции) основных движущихся элементов, передаточного числа и КПД механических передач;
- график усилий (моментов), воздействующих на рабочий орган за цикл работы механизма;
- график скорости и ускорений рабочего органа за цикл работы механизма;
- требования, предъявляемые к электроприводу в отношении точности и качества регулирования его координат.

Содержание курсовой работы:

1. Расчет и построение нагрузочной диаграммы производственного механизма, предварительный выбор электродвигателя.
2. Расчет и построение нагрузочной диаграммы двигателя, проверка двигателя по условиям нагрева и допустимой перегрузки.
3. Выбор схемы и расчет параметров силового преобразователя.
4. Расчет и построение статических характеристик электропривода в разомкнутой системе.
5. Расчет и построение статических характеристик электропривода при автоматическом регулировании координат с учетом предъявляемых требований.
6. Определение статических и динамических ошибок регулирования координат, расчет и построение (качественное) графиков $\omega=f(t)$, $M=f(t)$ и $\omega=f(M)$ для случая пуска электропривода. Анализ полученных результатов.
7. Заключение.

Примеры вопросов к защите курсовой работы:

1. Для чего необходимо регулирование координат электропривода? Какие ограничения накладываются на режимы работы двигателя?
2. Каким целям служит регулирование координат? Какие способы регулирования координат Вы знаете?
3. Охарактеризуйте основные показатели регулирования координат.
4. Какова связь требуемой точности регулирования в статических и астатических системах с ЛАЧХ разомкнутого контура?
5. Какова связь показателей регулирования: колебательности, быстродействия и перерегули-

рования с ЛЧХ разомкнутого контура?

6. В чем суть метода последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат? Что представляет собой некомпенсируемая постоянная времени T_{μ} ? Какова желаемая передаточная функция разомкнутого контура регулирования?

7. От чего зависит колебательность и быстродействие замкнутого контура регулирования? Как производится настройка контура регулирования на технический оптимум?

8. Как определяется передаточная функция регулятора? Почему ограничено применение ПИД-регулятора и более сложных регуляторов?

9. В чем заключается принцип подчиненного регулирования координат? Как изменяется некомпенсируемая постоянная при увеличении числа контуров регулирования?

10. Как настраивается контур регулирования на симметричный оптимум? Какие показатели регулирования при такой настройке?

11. Что представляет собой обобщенная система управляемый преобразователь – двигатель (УП–Д)? Какие уравнения, параметры и структурные схемы для системы УП–Д?

12. Изобразите структурную схему автоматического регулирования скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости. Как влияет коэффициент обратной связи по скорости на статические характеристики и динамические свойства электропривода?

13. Нарисуйте структурную схему, напишите уравнения для системы УП–Д при настройке контура скорости на технический оптимум. От чего зависит жесткость статической механической характеристики при такой настройке?

14. Охарактеризуйте ошибки регулирования скорости по управляющему и возмущающему воздействиям в двухконтурной системе УП–Д с П-регулятором скорости. Нарисуйте графики переходных процессов при скачке и линейном нарастании задающего сигнала.

15. Какими свойствами обладает электропривод по системе УП–Д при настройке контура регулирования скорости на симметричный оптимум при интегрально-пропорциональном регуляторе скорости?

16. Изобразите схему замещения асинхронного двигателя в статическом режиме при частотном управлении и охарактеризуйте ее параметры.

17. С какой целью в системах частотного управления асинхронным электроприводом используется преобразование переменных от неподвижной системы координат к вращающейся системе и наоборот?

Оценочные средства промежуточной аттестации:

Примеры вопросов к экзамену по дисциплине:

Первый вопрос в экзаменационном билете – вопрос по лекционному материалу. Второй вопрос – задача на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях и в процессе выполнения курсовой работы.

1 Особенности выбора двигателя для регулируемого электропривода в зависимости от способа регулирования скорости и механической характеристики производственного механизма.

2 Основные задачи регулирования координат электропривода. Способы регулирования координат и их основные показатели.

3 Связь показателей регулирования с ЛАЧХ разомкнутого контура. Оценка точности автоматического регулирования координат частотным методом. Передаточные функции ошибки по заданию и возмущению. Связь требуемой точности в статических и астатических системах с ЛАЧХ разомкнутого контура.

4 Оценка качества автоматического регулирования координат частотным методом. Связь показателей колебательности, быстродействия и перерегулирования с ЛЧХ разомкнутого контура.

5 Метод последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат. Суммарная некомпенсируемая постоянная времени T_{μ} . Зависимость показателей регулирования от коэффициента $a=T_0/T_{\mu}$. Настройка контура регулирования на технический оптимум.

6 Определение передаточной функции регулятора при последовательной коррекции. Принцип подчиненного регулирования координат. Зависимость величины некомпенсируемой постоянной от числа внутренних контуров регулирования.

7 Настройка контура регулирования на симметричный оптимум. Показатели такого регулирования.

8 Обобщенная система управляемый преобразователь – двигатель (УП–Д). Система уравнений, параметры и структурные схемы системы УП–Д.

9 Автоматическое регулирование момента в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по моменту. Структурная схема, уравнения динамической и статической механических характеристик электропривода. Механические характеристики при автоматическом регулировании момента.

10 Автоматическое регулирование момента в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по моменту и положительной обратной связью по скорости. Уравнение статической характеристики. Критическая положительная связь по скорости. Механические характеристики в такой системе.

11 Анализ динамических свойств (точности, колебательности) электропривода по системе УП–Д с автоматическим регулированием момента.

12 Последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП–Д. Статические механические характеристики электропривода с ПИ-регулятором момента. Динамические свойства контура при настройке на технический оптимум.

13 Анализ статических и динамических ошибок регулирования момента по управлению и возмущению в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции. Влияние внутренней обратной связи по скорости на динамические характеристики электропривода.

14 Расчет параметров унифицированного контура регулирования тока в системе ТП–Д.

15 Автоматическое регулирование скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости. Уравнения динамической и статической механических характеристик. Статические характеристики и динамические свойства при различных коэффициентах обратной связи по скорости.

16 Автоматическое регулирование скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости и положительной обратной связью по моменту.

17 Свойства электропривода по системе УП–Д при настройке контура скорости на технический оптимум. Статические характеристики электропривода при двухконтурной системе регулирования.

18 Ошибки регулирования скорости по управляющему и возмущающему воздействиям в двухконтурной системе УП–Д с П-регулятором скорости. Графики переходных процессов.

19 Расчет параметров контура регулирования скорости в двухконтурной системе ТП–Д.

20 Свойства электропривода при настройке контура регулирования скорости в системе УП–Д на симметричный оптимум при интегрально-пропорциональном регуляторе скорости.

21 Особенности управления асинхронным электроприводом по системе ПЧ–АД. Схема замещения и статические характеристики асинхронного двигателя при различных законах регулирова-

ния: $\frac{U_R}{f_1}; \frac{U_{\mu}}{f_1}; \frac{U_S}{f_1}; \frac{U_1}{f_1} = \text{const}$ и $|\overline{I_1}| = \text{const}$.

22 Регулирование момента электропривода постоянного тока в системе источник тока – двигатель (ИТ–Д). Механические характеристики при индуктивно-емкостном источнике тока.

23 Регулирование скорости электропривода постоянного тока в системе (ИТ–Д) с обратной связью по скорости или напряжению на якоре, механические характеристики. Использование последовательной коррекции для регулирования тока возбуждения двигателя.

24 Реостатное регулирование момента и скорости электроприводов постоянного и переменного тока в разомкнутой системе. Ступенчатый пуск при поддержании постоянства среднего значения пускового момента двигателя. Реостатное регулирование скорости и его показатели.

25 Автоматическое регулирование координат асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора. Принципы построения замкнутых систем электропривода. Обратные связи для стабилизации скорости электропривода.

26 Расчет статических механических характеристик асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора в замкнутой системе.

27 Динамические свойства замкнутых систем асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора. Расчет переходных процессов.

28 Точное позиционирование. Влияние отклонения параметров на точность позиционирования. Пути уменьшения ошибки позиционирования.

29 Автоматическое регулирование положения (пути) по отклонению. Трехконтурная система УП–Д для регулирования положения. Определение передаточной функции регулятора положения.

30 Переходные процессы при точной остановке и обработке дозированных перемещений позиционным электроприводом с пропорциональным регулятором положения. Регулятор положения с параболической характеристикой.

31 Понятие о следящем электроприводе. Ошибки следящего электропривода и пути их уменьшения.

32 Особенности многодвигательных электроприводов. Двухдвигательный электропривод с механической связью между двигателями. Способы выравнивания нагрузки двигателей. Использование двухдвигательного электропривода для получения специальных механических характеристик.

33 Многодвигательный асинхронный электропривод с общим импульсным регулятором в роторной цепи. Особенности работы электропривода при отсутствии и наличии механической связи.

34 Статические характеристики двухдвигательного асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора. Переходные процессы в нём.

35 Многодвигательный электропривод по системе электрического вала. Разновидности систем электрического вала: с уравнительными машинами, с преобразователем частоты и машинами двойного питания, с общим реостатом. Порядок пуска рассмотренных систем. Сравнительные достоинства и недостатки различных систем электрического вала.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – **экзамен**.

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
----------------------	--

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».
«неудовлетворительно»/ не зачтено	Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Для лекций и практических занятий:

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

Лабораторные работы по данной дисциплине проводятся в учебной лаборатории № Б-105 «Электропривод», расположенной по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр., д.1 и оснащенной одиннадцатью лабораторными стендами.

В основное оборудование указанной лаборатории входит оборудование, необходимое для проведения лабораторных работ по дисциплине «Электрический привод» (использовано оборудование, общее для настоящей дисциплины и дисциплины «Теория электропривода»):

испытываемые двигатели и нагрузочные устройства, представляющие собой машины постоянного и переменного тока общепромышленного назначения мощностью в единицы кВт; релейно-контакторная аппаратура, реостаты и трансформаторы напряжения.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;

- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;

- экзамен и зачет проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;

- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;

- экзамен и зачет проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Данилов, П.Е. Теория электропривода : учебное пособие / П.Е. Данилов, В.А. Барышников, В.В. Рожков ; Национальный исследовательский университет “МЭИ” в г. Смоленске. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. – 416 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480141> (дата обращения: 18.03.2018). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-9457-2. – DOI 10.23681/480141. – Текст : электронный.

2. Бекишев, Р.Ф. Общий курс электропривода: учебное пособие [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.Ф. Бекишев, Ю.Н. Дементьев. — Электрон. дан. — Томск: ТПУ (Томский политехнический университет), 2014. — 302 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=62911 — Загл. с экрана.

3. Волченсков, В.И. Исследование трехфазных асинхронных двигателей с фазным ротором [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. — Электрон. дан. — М.: МГТУ им. Н.Э.

Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2009. — 42 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52091 — Загл. с экрана.

4. Епифанов А. П. Электропривод [Электронный ресурс]: учебник / Епифанов А. П., Малайчук Л. М., Гущинский А. Г. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2012. — 400 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3812 — Загл. с экрана.

5. Фролов, Ю.М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.М. Фролов, Шелякин В. П. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2012. — 367 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3185 — Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Данилов П.Е. Основы теории электропривода. Часть первая. Конспект лекций по курсу «Электрический привод» [Текст]: конспект лекций / П.Е. Данилов. — 2-ое изд., испр. и доп. — Смоленск, 2013. — 200 с.

2. Данилов П.Е. Теория электропривода. [Текст]: монография / П.Е. Данилов, В.А. Барышников, В.В. Рожков. — Смоленск, 2014. — 348 с.

3. Данилов П.Е. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Электрический привод» [Текст]: методические указания / П.Е. Данилов. — Смоленск: РИО филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске. 2016. — 60 с.

Список авторских методических разработок.

В.А. Барышников, комплект лекций по дисциплине «Теория электропривода» в формате мультимедийных презентаций, расположен на кафедральных ресурсах в ауд В-114.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронный сайт приборов и электронных компонентов [Электронный ресурс]: база данных содержит информацию о вакуумном выключателе. — Германия, 2007-2015. — Режим доступа: <http://forca.ru/v/sobi2Task,sobi2Details/catid,0/sobi2Id,49/> — Загл. с экрана.

2. Электронный сайт приборов и электронных компонентов [Электронный ресурс]: база данных содержит информацию о вакуумном контакторе. — Германия, 2007-2015. — Режим доступа: <http://forca.ru/spravka/spravka/kontactory-vakuumnye-kvt2-1-14.html> — Загл. с экрана.

3. Электронный сайт приборов и электронных компонентов [Электронный ресурс]: база данных содержит информацию о вакуумных контакторах. — Санкт Петербург, 2006-2015. — Режим доступа: http://ecovacuum.ru/contactorkvt_6_400.html — Загл. с экрана.

4. Электронный сайт приборов и электронных компонентов [Электронный ресурс]: база данных содержит информацию о датчике напряжения. — Москва, 2004-2015. — Режим доступа: <http://www.sensorica.ru/pdf/lv25-p-sp20.pdf> — Загл. с экрана.

5. Электронный сайт приборов и электронных компонентов [Электронный ресурс]: база данных содержит информацию о датчике тока. — Москва, 2004-2015. — Режим доступа: <http://www.sensorica.ru/pdf/lt300-s-sp50.pdf> — Загл. с экрана.

6. Электронный сайт приборов и электронных компонентов [Электронный ресурс]: база данных содержит информацию о дросселях. — Москва, 2001-2015. — Режим доступа: <http://www.ielectro.ru/gelem390418.html> — Загл. с экрана.

7. Электронный сайт приборов и электронных компонентов [Электронный ресурс]: база данных содержит информацию о конденсаторах. — Москва, 2010-2015. — Режим доступа: <http://www.elcod.spb.ru/catalog/k75-40.pdf> — Загл. с экрана.

8. Электронный сайт приборов и электронных компонентов [Электронный ресурс]: база данных содержит информацию о конденсаторах. – Санкт Петербург, 2001-2015. – Режим доступа: <http://www.eandc.ru/catalog/detail.php?ID=8443> – Загл. с экрана.
9. Электронный сайт приборов и электронных компонентов [Электронный ресурс]: база данных содержит информацию о контакторе. – Германия, 2007-2015. – Режим доступа: <http://forca.ru/spravka/nizkovoltnoe-oborudovanie/nch8-kontaktor-chint.html> – Загл. с экрана.
10. Электронный сайт приборов и электронных компонентов [Электронный ресурс]: база данных содержит информацию о тиристорах. – Иркутск, 2009-2015. – Режим доступа: <http://www.fotorele.net/pdf/IGBT%20&%20SFRD.pdf> – Загл. с экрана.
11. Электронный сайт приборов и электронных компонентов [Электронный ресурс]: база данных содержит информацию о транзисторах. – Москва, 2005-2015. – Режим доступа: <http://www.fotorele.net/pdf/IGBT%20&%20SFRD.pdf> – Загл. с экрана.
12. Электронный сайт приборов и электронных компонентов [Электронный ресурс]: база данных содержит информацию о трансформаторах. – Москва, 2013-2015. – Режим доступа: <http://surz.ru/product/transformatory/23/index.php> – Загл. с экрана.
13. Электронный сайт, информационный портал [Электронный ресурс]: база данных содержит информацию о двигателе. – Краснодар, 2002-2015. – Режим доступа: <http://www.sez.ru/pdf/sez.pdf> – Загл. с экрана.
14. Электронный сайт, информационный портал [Электронный ресурс]: база данных содержит информацию о диодах. – Саранск, 1997-2015. – Режим доступа: http://www.moris.ru/~martin/spp/new_prod/dl%20dtu/dl%20tdu.htm – Загл. с экрана.



ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер из- ме- не- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	из- ме- нен- ных	за- ме- нен- ных	но- вых	ан- ну- ли- ро- ванн ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10