

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Электрический привод
(наименование)

Форма обучения: очная/очно-заочная/заочная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления)

Направленность: Электроснабжение
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - формирование комплекса знаний, умений и навыков в области анализа, расчета выбора систем электрического привода производственных механизмов, используемых в автоматизированных системах управления технологическими процессами в энергетике и промышленности

Задачи дисциплины сводятся к:

- изучение общих физических закономерностей, свойственных системам электрического привода любого назначения и способов регулирования координат электроприводов;
- изучение информации о назначении, классификации, принципах устройства систем электрического привода и особенностях их работы;
- изучение электромеханических элементов и преобразовательных устройств систем электрического привода, используемых в автоматических системах управления;
- формирование умений обоснованного выбора электромеханических устройств и преобразователей для применения в автоматических системах управления;
- формирование навыков расчета параметров и характеристик электромеханических систем и выбора силовых элементов электроприводов при проектировании электромеханических систем управления.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- обобщенная электрическая машина;
- электромеханические свойства двигателей;
- переходные режимы электроприводов;
- регулирование координат электроприводов;
- основы теории нагрева и выбора мощности двигателей для производственных механизмов;
- энергетика электроприводов.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК - 2.1	ИД-1 ПК - 2.1	Знать: – назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока;	Знает основы электроники, схемы, состав оборудования, режим работы электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения.	Опрос. Теоретические вопросы экзамена.

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<ul style="list-style-type: none"> – схемотехнические решения и методы стандартных испытаний электроприводов различного назначения; – математическое описание переходных и установившихся процессов электропривода; – основные методы и принципы расчёта потерь энергии и энергетических показателей систем электропривода 		
	ИД-2 ПК - 2.1	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять инженерные методы расчета и выбора элементов, входящих в состав разрабатываемой системы электропривода; – производить разработку электрических схем (функциональная схема, принципиальная схема, схема внешних подключений) проектируемого электропривода на основе выбранной элементной базы 	<p>Умеет проектировать схемы, электротехнические и электроэнергетические установки.</p>	<p>Отчёты по практическим занятиям Отчёты по лабораторным работам. Практические задания экзамена.</p>
	ИД-3 ПК - 2.1	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами расчета переходных и установившихся процессов в системах элект- 	<p>Владеет навыками расчёта схем и режимов работы электронных и электротехнических устройств</p>	<p>Отчёты по практическим занятиям Отчёты по лабораторным работам. Практические задания экзамена.</p>

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>трического привода;</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками проведения стандартных испытаний систем электропривода; – навыками нахождения и устранения неисправностей в несложных электрических схемах электромеханических систем; – методами расчета, проектирования и конструирования систем электрического привода; – методами расчета параметров электрического привода; – навыками исследовательской работы и методами анализа режимов работы электрического привода; – навыками осуществления выбора мощности и типа электродвигателя и управляемого преобразователя для систем электропривода 		
ПК - 2.3	ИД-1 ПК - 2.3	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устройство, основные понятия, принципы, параметры, электро-механические свойства и харак- 	<p>Знает состав, этапы, последовательность и особенности пред-проектного обследо-вания и проектиро-вания объектов проф-фессиональной дея-</p>	<p>Опрос. Теоретические во-просы экзамена.</p>

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>теристики систем электропривода для осуществления сравнительного анализа и выбора электро-механических и преобразовательных устройств – состав и требования, предъявляемые к отчётной технической документации на различных этапах проектирования систем электропривода</p>	<p>тельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энерго-эффективные и экологические требования.</p>	
	ИД-2 ПК - 2.3	<p>Уметь: – применять, эксплуатировать и производить выбор электрического привода; – формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчёта с его публичной защитой; – производить анализ технических требований, предъявляемых к проектируемому электроприводу, и на основании проведенного анализа принимать рациональные схмотехнические решения по его проектированию</p>	<p>Умеет применять основные подходы и методики, программные и технические средства предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энерго-эффективные и экологические требования</p>	<p>Отчёты по практическим занятиям Отчёты по лабораторным работам. Практические задания экзамена.</p>

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
	ИД-3 ПК - 2.3	Владеть: - навыками использования основных программных и технических средств предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Владеет навыками использования основных программных и технических средств предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Отчёты по практическим занятиям Отчёты по лабораторным работам. Практические задания экзамена.

3. Объем и виды учебной работы очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	63	63
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:		
- лекции (Л)	27	27
- лабораторные работы (ЛР)	18	18
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	14	14
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
- контрольная работа		
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	81	81
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен		
Дифференцированный зачет	+	+
Зачет		
Курсовой проект (КП)		
Курсовая работа (КР)		
Общая трудоемкость дисциплины	144	144

4. Содержание дисциплины очная форма обучения

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
6-й семестр				
Введение	1	0	0	0
Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. Взаимосвязь с предыдущими и последующими дисциплинами.				
Раздел 1. Основы механики электропривода	4	0	2	10
Тема 1. Общая структура электропривода и его механическая часть. Обобщенная структурная блок-схема электропривода, его назначение, функции. Основные схемы электроприводов различного назначения. Типы электроприводов. Кинематическая схема. Силы и моменты, действующие в системе электропривода. Механические характеристики производственных механизмов. Тема 2. Приведение моментов инерции и моментов сопротивления к валу двигателя, уравнение движения электропривода. Приведение параметров к расчетной скорости и расчетные схемы механической части электропривода. Цели этих приведений. Уравнения движения и режимы работы электропривода как динамической системы.				
Раздел 2. Электромеханические свойства и характеристики электродвигателей постоянного и переменного тока.	5	8	2	17
Тема 3. Электромеханические механические свойства и характеристики двигателей постоянного тока независимого возбуждения (ДНВ). Основные характеристики ДНВ, определяющие их применение в производственных и коммунально-бытовых технологических процессах. Естественные и искусственные механические характеристики ДНВ. Уравнения и расчет характеристик. Расчет пусковых сопротивлений для якорной цепи ДНВ. Тормозные режимы ДНВ (рекуперативное, противовключение, динамическое). Расчет тормозных сопротивлений. Тема 4. Электромеханические свойства и характеристики двигателей постоянного тока последовательного возбуждения (ДПВ). Основные характеристики ДПВ, определяющие их применение в производственных и коммунально-бытовых технологических процессах. Естественные и искусственные механические характеристики ДПВ. Уравнения и расчет характеристик. Расчет пусковых сопротивлений для якорной цепи ДПВ. Тормозные режимы ДПВ (противовключение, динамическое торможение с неза-				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
<p>висимым возбуждением и с самовозбуждением). Расчет тормозных сопротивлений.</p> <p>Тема 5. Электромеханические свойства и характеристики асинхронного двигателя (АД). Основные характеристики АД, определяющие их применение в производственных и коммунально-бытовых технологических процессах. Параметры схемы замещения АД и основные математические соотношения для тока ротора, скольжения, электромагнитного момента, критического момента. Естественная и искусственные механические и электромеханическая характеристики АД. Формула Клосса и расчет механических характеристик. Тормозные режимы АД (рекуперативное, противовключение, динамическое). Расчет пусковых сопротивлений для роторной цепи АД.</p>				
Раздел 3. Регулирование координат электроприводов.	4	8	2	14
<p>Тема 6. Понятие об управлении электроприводом и регулировании его координат. Цели и задачи регулирования координат (переменных). Основные способы регулирования координат, их показатели и характеристики. Понятие о системах “Управляемый преобразователь-двигатель” (УП-Д).</p> <p>Тема 7. Система “Генератор-Двигатель” (Г-Д). Принципиальная схема системы Г-Д, ее основные элементы. Статические механические характеристики, режимы работы. Регулирование скорости, торможение. Основные технико-экономические показатели.</p> <p>Тема 8. Система “Тиристорный преобразователь - двигатель” (ТП-Д). Принципиальная схема системы ТП-Д. Временная диаграмма выпрямленного напряжения. Статические механические характеристики с одним и двумя комплектами вентиля, режимы работы. Причины возникновения прерывистых и уравнительных токов, их ограничение. Регулирование скорости, торможение. Основные технико-экономические показатели.</p> <p>Тема 9. Регулирование скорости электроприводов с двигателями постоянного тока. Регулирование скорости электроприводов с ДНВ и ДПВ введением добавочного сопротивления в цепь якоря, изменением подводимого к якорю напряжения, изменением магнитного потока. Основные показатели регулирования и области применения различных способов.</p> <p>Тема 10. Частотное регулирование скорости асинхронного электропривода. Законы частотного регулирования. Законы, обеспечивающие компенсацию</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
<p>падений напряжения на сопротивлениях обмоток статора и ротора. Системы частотного регулирования с электромашинным и статическим преобразователем частоты.</p> <p>Тема 11. Регулирование скорости асинхронных двигателей (АД) при $\omega_0 = \text{const}$ и в каскадных схемах. Регулирование скорости АД изменением добавочного сопротивления в роторной цепи, изменением подводимого напряжения в системах с тиристорным регулятором напряжения (ТРН-АД). Регулирование скорости АД в каскадных схемах. Понятие об электрическом и электромеханическом каскадах. Основные показатели способов регулирования скорости АД и области применения.</p> <p>Тема 12. Электропривод переменного тока с вентильным двигателем. Понятие о вентильном двигателе. Назначение датчика положения ротора (ДПР), его принципиальное устройство и принцип действия. Статические механические характеристики вентильного двигателя. Алгоритм работы вентиля. Область применения вентильного двигателя.</p>				
Раздел 4. Нагрев и охлаждение электродвигателей, и выбор их по мощности.	4	0	3	14
<p>Тема 13. Нагревание и охлаждение двигателей при длительном, кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы. Понятие о нагрузочных диаграммах механизмов и двигателей. Номинальные режимы работы электродвигателей (S1-S8). Нагревание и охлаждение электродвигателей при длительном (S1), кратковременном (S2) и повторно-кратковременном (S3) режимах работы.</p> <p>Тема 14. Методы проверки допустимой нагрузки электродвигателей. Расчёты и выбор двигателей и иного электрооборудования при проектировании электрических приводов. Предварительный выбор электродвигателей по мощности. Проверка допустимой нагрузки двигателей по методу средних потерь. Определение потерь и КПД в электродвигателе при номинальной и ненормальной нагрузке. Проверка допустимой нагрузки по методам эквивалентных величин (тока, момента, мощности).</p> <p>Тема 15. Выбор электродвигателей по мощности. Выбор электродвигателей по мощности для работы в режимах S1, S2, S3. Определение допустимого числа включений в час коротко-замкнутого асинхронного электродвигателя при повторно-кратковременном режиме работы. Выбор двигателей для работы в режимах S4-S8 и выбор преобразователей.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	5	0	3	
Раздел 5. Энергетика электроприводов.	5	0	3	14
Тема 16. Потери энергии в установившихся режимах работы электроприводов. Понятие об энергетике электроприводов. Потери энергии в установившемся режиме работы нерегулируемого и регулируемого электропривода. Основные математические соотношения, характеризующие потери энергии в электроприводах с двигателями постоянного и переменного тока. Тема 17. Потери энергии при переходных режимах электроприводов и способы уменьшения потерь энергии. Потери энергии при переходных режимах в нерегулируемом электроприводе. Потери энергии при переходных режимах в регулируемом электроприводе. Способы уменьшения потерь энергии				
Раздел 6. Электромеханические переходные процессы.	4	2	2	12
Тема 18. Общие сведения о переходных режимах электроприводов, уравнение электромеханического переходного процесса. Понятие о переходных процессах электроприводов, факторы, влияющие на характер переходного процесса, классификация переходных процессов, методы анализа. Оптимальные переходные процессы. Уравнения электромеханического переходного процесса электропривода с линейной механической характеристикой $\omega_0 = \text{const}$ и $M_c = \text{const}$. Тема 19. Переходные процессы электроприводов с линейной механической характеристикой при различных значениях ω_0 и M_c и различных режимах работы. Переходные процессы с линейной механической характеристикой при одно и многоступенчатом пуске и в тормозных режимах в случае $\omega_0 = \text{const}$ и $M_c = \text{const}$				
Итого по 6-му семестру:	27	18	14	81
Итого по дисциплине:	27	18	14	81

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Синтез расчётной схемы и определение параметров механической части электропривода
2	Расчёт параметров и характеристик электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения
3	Расчёт параметров и характеристик электропривода переменного тока с асинхронным двигателем

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Определение момента инерции и махового момента электропривода методом свободного выбега
2	Исследование электромеханических и механических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения
3	Исследование механических характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором
4	Исследование переходных режимов и построение нагрузочных диаграмм электродвигателя

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1.1.	Москаленко В.В. Электрический привод: учебник для вузов / В. В. Москаленко. – М.: Академия, 2000.– 368 с.	74
1.2.	Ключев В.И. Теория электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 2001.–704 с.	30
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
2.1.	Ильинский, Н. Ф. Основы электропривода : учебное пособие для вузов / Н. Ф. Ильинский .– 2-е изд., перераб. И доп .– Москва : Изд-во МЭИ, 2003 .– 221 с.	26
2.2.	Белов, М. П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов : учебник для вузов / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов .– Москва : Academia, 2004 .– 575	18
2.2. Периодические издания		
1	Электро. Электротехника. Электроэнергетика. Электротехническая промышленность: научно-технический журнал/ Учредитель ОАО «Электрозавод». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2012-2017 гг.	
2	Электрооборудование: эксплуатация и ремонт / Учредитель ООО «ИЕДЕПЕНДЕНТ МАСС МЕДИА» - Архив номеров 2018-2021 г.	
3	Электрик Международный Электротехнический Журнал/Учредитель ДП «Издательство Радиомотор» Киев,, «Радиомотор». Архив номеров 2018 г.	
4	Информационно-аналитический журнал Электроэнергетика: сегодня, завтра. ООО «Издательский Дом « Деловая Пресса», ИП ЛевлюхЮ.А.Архив номеров 2019 -2024 г.	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Муконин, А. К. Электрический привод : учебное пособие / А. К. Муконин, А. В. Романов, В. А. Трубецкой. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 171 с.	https://www.iprbookshop.ru/93347.html	сеть Интернет /авторизованный
Основная литература	Негадаев, В. А. Электрический привод : учебное пособие / В. А. Негадаев. — Кемерово :КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 132 с.	https://e.lanbook.com/book/122220	сеть Интернет /авторизованный
Дополнительная литература	Синицын, И. Е. Электрический привод : учебное пособие / И. Е. Синицын. — Рязань : РГРТУ, 2019 — Часть 1 — 2019. — 64 с.	https://e.lanbook.com/book/168223	сеть Интернет /авторизованный
Дополнительная литература	Мещеряков, В. Н. Электрический привод. Ч.4. Энергетика электропривода : учебное пособие / В. Н. Мещеряков. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 50 с.	https://www.iprbookshop.ru/99157.html	сеть Интернет /авторизованный
Дополнительная литература	Колдаев, А. И. Электрический привод : лабораторный практикум / А. И. Колдаев. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 152 с.	https://www.iprbookshop.ru/66135.html	сеть Интернет /авторизованный
Дополнительная литература	Фролов, Ю. М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу : учебное пособие для вузов / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 368 с.	https://e.lanbook.com/book/173122	сеть Интернет /авторизованный
Периодические издания	Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления [Текст]: научный рецензируемый журнал. Архив номеров 2010-2023 гг.	http://vestnik.pstu.ru/elinf/about/inf/	Сеть Интернет /авторизованный
Периодические издания	Энергетические системы Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (Белгород) Арх. номеров 2016-2023 г.	https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=75396	Сеть Интернет /авторизованный
Периодические издания	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА Холдинговая компания "Электрозавод"ОАО "Электровыпрямитель" НТА «Прогрессэлектро» ООО "Русэлпром" Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт электро-	https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=8295	Сеть Интернет /авторизованный

	возрождения (Москва) Арх. номеров 2023-2024 г.		
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ «Электрический привод» основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника» МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по организации лабораторных работ. Лысьва, 2021	\\mserv\elcat\Электронные пособия\	Локальная сеть/свободный
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ «Электрический привод» основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по организации практических занятий. Лысьва, 2021	\\mserv\elcat\Электронные пособия\	Локальная сеть/свободный

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Не используется	

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование БД	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	http://e.lanbook.ru/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция, практическое занятие, лабораторная работа	Рабочее место преподавателя	
	Доска аудиторная для написания мелом	
	Стенд "Комплекующие двигателя постоянного тока"	
	Стенд "Разновидности двигателей постоянного тока"	
	Макет выставочный тяжелого электродвигателя ВАСО	
	Лабораторное оборудование "Электропривод"	2
	Лабораторный стенд	2

	ЛС Автоматизированное управление электроприводом Мультимедиа проектор	
--	--	--

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Приложение 1

3. Объем и виды учебной работы (очно-заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах			
		Номер семестра			
		6			
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36			
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:					
- лекции (Л)				18	18
- лабораторные работы (ЛР)				9	9
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)				7	7
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2			
- контрольная работа					
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108			
2. Промежуточная аттестация					
Экзамен					
Дифференцированный зачет	+	+			
Зачет					
Курсовой проект (КП)					
Курсовая работа (КР)					
Общая трудоемкость дисциплины	144	144			

4. Содержание дисциплины (очно-заочная форма обучения)

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
6-й семестр				
Введение	0	0	0	1
Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. Взаимосвязь с предыдущими и последующими дисциплинами.				
Раздел 1. Основы механики электропривода	4	0	1	11
Тема 1. Общая структура электропривода и его механическая часть. Обобщенная структурная блок-схема электропривода, его назначение, функции. Основные схемы электроприводов различного назначения. Типы электроприводов. Кинематическая схема. Силы и моменты, действующие в системе электропривода. Механические характеристики производственных механизмов. Тема 2. Приведение моментов инерции и моментов сопротивления к валу двигателя, уравнение движения электропривода. Приведение параметров к рас-				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
четной скорости и расчетные схемы механической части электропривода. Цели этих приведений. Уравнения движения и режимы работы электропривода как динамической системы.				
Раздел 2. Электромеханические свойства и характеристики электродвигателей постоянного и переменного тока.	4	4	1	23
<p>Тема 3. Электромеханические механические свойства и характеристики двигателей постоянного тока независимого возбуждения (ДНВ). Основные характеристики ДНВ, определяющие их применение в производственных и коммунально-бытовых технологических процессах. Естественные и искусственные механические характеристики ДНВ. Уравнения и расчет характеристик. Расчет пусковых сопротивлений для якорной цепи ДНВ. Тормозные режимы ДНВ (рекуперативное, противовключение, динамическое). Расчет тормозных сопротивлений.</p> <p>Тема 4. Электромеханические свойства и характеристики двигателей постоянного тока последовательного возбуждения (ДПВ). Основные характеристики ДПВ, определяющие их применение в производственных и коммунально-бытовых технологических процессах. Естественные и искусственные механические характеристики ДПВ. Уравнения и расчет характеристик. Расчет пусковых сопротивлений для якорной цепи ДПВ. Тормозные режимы ДПВ (противовключение, динамическое торможение с независимым возбуждением и с самовозбуждением). Расчет тормозных сопротивлений.</p> <p>Тема 5. Электромеханические свойства и характеристики асинхронного двигателя (АД). Основные характеристики АД, определяющие их применение в производственных и коммунальнобытовых технологических процессах. Параметры схемы замещения АД и основные математические соотношения для тока ротора, скольжения, электромагнитного момента, критического момента. Естественная и искусственные механические и электромеханическая характеристики АД. Формула Клосса и расчет механических характеристик. Тормозные режимы АД (рекуперативное, противовключение, динамическое). Расчет пусковых сопротивлений для роторной цепи АД.</p>				
Раздел 3. Регулирование координат электроприводов.	3	4	1	21
Тема 6. Понятие об управлении электроприводом и регулировании его координат. Цели и задачи регулирования координат (переменных). Основные спо-				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
<p>собы регулирования координат, их показатели и характеристики. Понятие о системах “Управляемый преобразователь-двигатель” (УП-Д).</p> <p>Тема 7. Система “Генератор-Двигатель” (Г-Д). Принципиальная схема системы Г-Д, ее основные элементы. Статические механические характеристики, режимы работы. Регулирование скорости, торможение. Основные техникоэкономические показатели.</p> <p>Тема 8. Система “Тиристорный преобразователь - двигатель” (ТП-Д). Принципиальная схема системы ТП-Д. Временная диаграмма выпрямленного напряжения. Статические механические характеристики с одним и двумя комплектами вентиляей, режимы работы. Причины возникновения прерывистых и уравнивающих токов, их ограничение. Регулирование скорости, торможение. Основные техникоэкономические показатели.</p> <p>Тема 9. Регулирование скорости электроприводов с двигателями постоянного тока. Регулирование скорости электроприводов с ДНВ и ДПВ введением добавочного сопротивления в цепь якоря, изменением подводимого к якорю напряжения, изменением магнитного потока. Основные показатели регулирования и области применения различных способов.</p> <p>Тема 10. Частотное регулирование скорости асинхронного электропривода. Законы частотного регулирования. Законы, обеспечивающие компенсацию падений напряжения на сопротивлениях обмоток статора и ротора. Системы частотного регулирования с электромашинным и статическим преобразователем частоты.</p> <p>Тема 11. Регулирование скорости асинхронных двигателей (АД) при $\omega_0 = \text{const}$ и в каскадных схемах. Регулирование скорости АД изменением добавочного сопротивления в роторной цепи, изменением подводимого напряжения в системах с тиристорным регулятором напряжения (ТРН-АД). Регулирование скорости АД в каскадных схемах. Понятие об электрическом и электромеханическом каскадах. Основные показатели способов регулирования скорости АД и области применения.</p> <p>Тема 12. Электропривод переменного тока с вентильным двигателем. Понятие о вентильном двигателе. Назначение датчика положения ротора (ДПР), его принципиальное устройство и принцип действия. Статические механические характеристики вентильного двигателя. Алгоритм работы вентиляей. Область применения вентильного двигателя.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	2	0	1	
Раздел 4. Нагрев и охлаждение электродвигателей, и выбор их по мощности.	2	0	1	18
<p>Тема 13. Нагревание и охлаждение двигателей при длительном, кратковременном и повторнократковременном режимах работы. Понятие о нагрузочных диаграммах механизмов и двигателей. Номинальные режимы работы электродвигателей (S1-S8). Нагревание и охлаждение электродвигателей при длительном (S1), кратковременном (S2) и повторнократковременном (S3) режимах работы.</p> <p>Тема 14. Методы проверки допустимой нагрузки электродвигателей. Расчёты и выбор двигателей и иного электрооборудования при проектировании электрических приводов. Предварительный выбор электродвигателей по мощности. Проверка допустимой нагрузки двигателей по методу средних потерь. Определение потерь и КПД в электродвигателе при номинальной и ненормальной нагрузке. Проверка допустимой нагрузки по методам эквивалентных величин (тока, момента, мощности).</p> <p>Тема 15. Выбор электродвигателей по мощности. Выбор электродвигателей по мощности для работы в режимах S1, S2, S3. Определение допустимого числа включений в час коротко-замкнутого асинхронного электродвигателя при повторно-кратковременном режиме работы. Выбор двигателей для работы в режимах S4-S8 и выбор преобразователей.</p>				
Раздел 5. Энергетика электроприводов.	2	0	1	18
<p>Тема 16. Потери энергии в установившихся режимах работы электроприводов. Понятие об энергетике электроприводов. Потери энергии в установившемся режиме работы нерегулируемого и регулируемого электропривода. Основные математические соотношения, характеризующие потери энергии в электроприводах с двигателями постоянного и переменного тока.</p> <p>Тема 17. Потери энергии при переходных режимах электроприводов и способы уменьшения потерь энергии. Потери энергии при переходных режимах в нерегулируемом электроприводе. Потери энергии при переходных режимах в регулируемом электроприводе. Способы уменьшения потерь энергии</p>				
Раздел 6. Электромеханические переходные процессы.	3	1	2	14
Тема 18. Общие сведения о переходных режимах электроприводов, уравнение электромеханического переходного процесса. Понятие о переходных процессах электроприводов, факторы, влияющие на характер переходного процесса, классификация пе-				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
<p>реходных процессов, методы анализа. Оптимальные переходные процессы. Уравнения электромеханического переходного процесса электропривода с линейной механической характеристикой $\omega_0 = \text{const}$ и $M_c = \text{const}$.</p> <p>Тема 19. Переходные процессы электроприводов с линейной механической характеристикой при различных значениях ω_0 и M_c и различных режимах работы. Переходные процессы с линейной механической характеристикой при одно и многоступенчатом пуске и в тормозных режимах в случае $\omega_0 = \text{const}$ и $M_c = \text{const}$</p>				
Итого по 6-му семестру:	18	9	7	106
Итого по дисциплине:	18	9	7	106

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Синтез расчётной схемы и определение параметров механической части электропривода
2	Расчёт параметров и характеристик электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения
3	Расчёт параметров и характеристик электропривода переменного тока с асинхронным двигателем

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Определение момента инерции и махового момента электропривода методом свободного выбега
2	Исследование электромеханических и механических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения
3	Исследование механических характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором
4	Исследование переходных режимов и построение нагрузочных диаграмм электродвигателя

3. Объем и виды учебной работы (заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах			
		Номер семестра			
		6			
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	16	16			
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:					
- лекции (Л)				6	6
- лабораторные работы (ЛР)				4	4
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)				4	4
- контроль самостоятельной работы (КСР)				2	2
- контрольная работа	+	+			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	124	124			
2. Промежуточная аттестация					
Экзамен					
Дифференцированный зачет	4	4			
Зачет					
Курсовой проект (КП)					
Курсовая работа (КР)					
Общая трудоемкость дисциплины	144	144			

4. Содержание дисциплины (заочная форма обучения)

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
6-й семестр				
Введение	0	0	0	1
Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. Взаимосвязь с предыдущими и последующими дисциплинами.				
Раздел 1. Основы механики электропривода	1	0	1	14
Тема 1. Общая структура электропривода и его механическая часть. Обобщенная структурная блок-схема электропривода, его назначение, функции. Основные схемы электроприводов различного назначения. Типы электроприводов. Кинематическая схема. Силы и моменты, действующие в системе электропривода. Механические характеристики производственных механизмов. Тема 2. Приведение моментов инерции и моментов сопротивления к валу двигателя, уравнение движения электропривода. Приведение параметров к расчетной скорости и расчетные схемы механической				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
части электропривода. Цели этих приведений. Уравнения движения и режимы работы электропривода как динамической системы.				
Раздел 2. Электромеханические свойства и характеристики электродвигателей постоянного и переменного тока.	1	2	1	28
<p>Тема 3. Электромеханические механические свойства и характеристики двигателей постоянного тока независимого возбуждения (ДНВ). Основные характеристики ДНВ, определяющие их применение в производственных и коммунально-бытовых технологических процессах. Естественные и искусственные механические характеристики ДНВ. Уравнения и расчет характеристик. Расчет пусковых сопротивлений для якорной цепи ДНВ. Тормозные режимы ДНВ (рекуперативное, противовключение, динамическое). Расчет тормозных сопротивлений.</p> <p>Тема 4. Электромеханические свойства и характеристики двигателей постоянного тока последовательного возбуждения (ДПВ). Основные характеристики ДПВ, определяющие их применение в производственных и коммунально-бытовых технологических процессах. Естественные и искусственные механические характеристики ДПВ. Уравнения и расчет характеристик. Расчет пусковых сопротивлений для якорной цепи ДПВ. Тормозные режимы ДПВ (противовключение, динамическое торможение с независимым возбуждением и с самовозбуждением). Расчет тормозных сопротивлений.</p> <p>Тема 5. Электромеханические свойства и характеристики асинхронного двигателя (АД). Основные характеристики АД, определяющие их применение в производственных и коммунальнобытовых технологических процессах. Параметры схемы замещения АД и основные математические соотношения для тока ротора, скольжения, электромагнитного момента, критического момента. Естественная и искусственные механические и электромеханическая характеристики АД. Формула Клосса и расчет механических характеристик. Тормозные режимы АД (рекуперативное, противовключение, динамическое). Расчет пусковых сопротивлений для роторной цепи АД.</p>				
Раздел 3. Регулирование координат электроприводов.	1	2	1	24
Тема 6. Понятие об управлении электроприводом и регулировании его координат. Цели и задачи регулирования координат (переменных). Основные способы регулирования координат, их показатели и				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
<p>характеристики. Понятие о системах “Управляемый преобразователь-двигатель” (УП-Д).</p> <p>Тема 7. Система “Генератор-Двигатель” (Г-Д). Принципиальная схема системы Г-Д, ее основные элементы. Статические механические характеристики, режимы работы. Регулирование скорости, торможение. Основные техникоэкономические показатели.</p> <p>Тема 8. Система “Тиристорный преобразователь - двигатель” (ТП-Д). Принципиальная схема системы ТП-Д. Временная диаграмма выпрямленного напряжения. Статические механические характеристики с одним и двумя комплектами вентиляей, режимы работы. Причины возникновения прерывистых и уравнильных токов, их ограничение. Регулирование скорости, торможение. Основные техникоэкономические показатели.</p> <p>Тема 9. Регулирование скорости электроприводов с двигателями постоянного тока. Регулирование скорости электроприводов с ДНВ и ДПВ введением добавочного сопротивления в цепь якоря, изменением подводимого к якорю напряжения, изменением магнитного потока. Основные показатели регулирования и области применения различных способов.</p> <p>Тема 10. Частотное регулирование скорости асинхронного электропривода. Законы частотного регулирования. Законы, обеспечивающие компенсацию падений напряжения на сопротивлениях обмоток статора и ротора. Системы частотного регулирования с электромашинным и статическим преобразователем частоты.</p> <p>Тема 11. Регулирование скорости асинхронных двигателей (АД) при $\omega_0 = \text{const}$ и в каскадных схемах. Регулирование скорости АД изменением добавочного сопротивления в роторной цепи, изменением подводимого напряжения в системах с тиристорным регулятором напряжения (ТРН-АД). Регулирование скорости АД в каскадных схемах. Понятие об электрическом и электромеханическом каскадах. Основные показатели способов регулирования скорости АД и области применения.</p> <p>Тема 12. Электропривод переменного тока с вентильным двигателем. Понятие о вентильном двигателе. Назначение датчика положения ротора (ДПР), его принципиальное устройство и принцип действия. Статические механические характеристики вентильного двигателя. Алгоритм работы вентиляей. Область применения вентильного двигателя.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
Раздел 4. Нагрев и охлаждение электродвигателей, и выбор их по мощности.	1	0	0	20
<p>Тема 13. Нагревание и охлаждение двигателей при длительном, кратковременном и повторнократковременном режимах работы. Понятие о нагрузочных диаграммах механизмов и двигателей. Номинальные режимы работы электродвигателей (S1-S8). Нагревание и охлаждение электродвигателей при длительном (S1), кратковременном (S2) и повторнократковременном (S3) режимах работы.</p> <p>Тема 14. Методы проверки допустимой нагрузки электродвигателей. Расчёты и выбор двигателей и иного электрооборудования при проектировании электрических приводов. Предварительный выбор электродвигателей по мощности. Проверка допустимой нагрузки двигателей по методу средних потерь. Определение потерь и КПД в электродвигателе при номинальной и ненормальной нагрузке. Проверка допустимой нагрузки по методам эквивалентных величин (тока, момента, мощности).</p> <p>Тема 15. Выбор электродвигателей по мощности. Выбор электродвигателей по мощности для работы в режимах S1, S2, S3. Определение допустимого числа включений в час коротко-замкнутого асинхронного электродвигателя при повторно-кратковременном режиме работы. Выбор двигателей для работы в режимах S4-S8 и выбор преобразователей.</p>				
Раздел 5. Энергетика электроприводов.	1	0	0	19
<p>Тема 16. Потери энергии в установившихся режимах работы электроприводов. Понятие об энергетике электроприводов. Потери энергии в установившемся режиме работы нерегулируемого и регулируемого электропривода. Основные математические соотношения, характеризующие потери энергии в электроприводах с двигателями постоянного и переменного тока.</p> <p>Тема 17. Потери энергии при переходных режимах электроприводов и способы уменьшения потерь энергии. Потери энергии при переходных режимах в нерегулируемом электроприводе. Потери энергии при переходных режимах в регулируемом электроприводе. Способы уменьшения потерь энергии</p>				
Раздел 6. Электромеханические переходные процессы.	1	0	1	18
Тема 18. Общие сведения о переходных режимах электроприводов, уравнение электромеханического переходного процесса. Понятие о переходных процессах электроприводов, факторы, влияющие на характер переходного процесса, классификация пе-				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
<p>переходных процессов, методы анализа. Оптимальные переходные процессы. Уравнения электромеханического переходного процесса электропривода с линейной механической характеристикой $\omega_0 = \text{const}$ и $M_c = \text{const}$.</p> <p>Тема 19. Переходные процессы электроприводов с линейной механической характеристикой при различных значениях ω_0 и M_c и различных режимах работы. Переходные процессы с линейной механической характеристикой при одно и многоступенчатом пуске и в тормозных режимах в случае $\omega_0 = \text{const}$ и $M_c = \text{const}$</p>				
Итого по 6-му семестру:	6	4	4	124
Итого по дисциплине:	6	4	4	124

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчёт параметров и характеристик электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения
2	Расчёт параметров и характеристик электропривода переменного тока с асинхронным двигателем

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование электромеханических и механических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения
2	Исследование механических характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором