

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Электрический привод»**  
**направление подготовки 15.03.04 автоматизация технологических процессов**  
**и производств**  
**очно-заочная форма обучения**

Аннотация к рабочей программе дисциплины разработана в соответствии с рабочей программой дисциплины «Электрический привод», с учетом ФГОС ВО, СУОС ВО по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, компетентностной моделью выпускника, учебным планом.

Дисциплина «Электрический привод» относится к профильной части программы бакалавриата, модуль Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении и энергетике.

**1. Общие положения**

**1.1. Цели и задачи дисциплины**

**Цель** учебной дисциплины – освоение дисциплинарных компетенций по осуществлению анализа, расчета выбора систем электрического привода производственных механизмов, используемых в автоматизированных системах управления технологическими процессами в энергетике и промышленности, и на основе этого обеспечение подготовки бакалавров, способных самостоятельно и творчески решать задачи проектирования, исследования, наладки и эксплуатации современных электромеханических систем промышленных установок в любых отраслях народного хозяйства.

**Задачами** учебной дисциплины

- изучить общие физические закономерности, свойственные системам электрического привода любого значения и способы регулирования координат электроприводов;
- изучить информацию о назначении, классификации, принципы устройства систем электрического привода и особенности их работы;
- изучить электромеханические элементы и преобразовательные устройства систем электрического привода, используемых в автоматических системах управления;
- сформировать умения обоснованного выбора электромеханических устройств и преобразователей для применения в автоматических системах управления;
- сформировать навыки расчета параметров и характеристик электромеханических систем и выбора силовых элементов электроприводов при проектировании электромеханических систем управления.
- формирование дисциплинарных частей профессиональных компетенций ПК-3.4 - Способен разрабатывать проектные решения отдельных частей автоматизированной системы управления технологическими процессами.

**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.

**2. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<b>ПК-3.4</b> Способен разрабатывать	<b>ИД-1</b> ПК-3.4

проектные решения отдельных частей автоматизированной системы управления технологическими процессами

### **Знает**

- требования законодательства Российской Федерации и нормативных правовых актов, нормативных технических и нормативных методических документов к устройству автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- правила проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- методики сбора, обработки справочной, реферативной информации для сравнительного анализа и обоснованного выбора оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- типовые проектные решения автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.

### **ИД-2 пк-3.4**

### **Умеет**

- применять требования нормативно-технической документации, методики и процедуры системы менеджмента качества, правила автоматизированной системы управления организацией, требования частного технического задания на разработку отдельных разделов проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами к составу и содержанию документации для определения полноты данных для оформления комплектов конструкторских документов эскизного, технического и рабочего проектов;
- осуществлять обработку и сравнительный анализ справочной и реферативной информации, передового отечественного и зарубежного опыта по разработке автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- применять методики и процедуры системы менеджмента качества, правила автоматизированной системы управления организацией для выбора оптимального оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- применять систему автоматизированного проектирования для разработки графических частей отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическими процессами;
- применять систему автоматизированного проектирования и программу для написания и модификации документов для разработки текстовых частей отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическими процессами;
- выполнять расчеты для разработки комплекта конструкторской документации для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическими процессами.

### **ИД-3 пк-3.4**

### **Владеет навыками**

- анализа частного технического задания на проектирование отдельных разделов на различных стадиях проекта на автоматизированную систему управления технологическими

	<p>процессами; - сбора информации по существующим техническим решениям автоматизированных систем управления технологическими процессами, выбора оборудования;</p> <p>- выбора оптимальных технических решений для разработки отдельных разделов на различных стадиях проекта на автоматизированную систему управления технологическими процессами;</p> <p>- выбора оборудования для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическими процессами;</p> <p>- разработки комплекта конструкторской документации для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическими процессами.</p>
--	--

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		7
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:		
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:	36	36
- лекции (Л)	12	12
- лабораторные работы (ЛР)	8	8
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	12	12
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
- контрольная работа	-	-
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	105	105
2. Промежуточная аттестация/контактная работа	39/11	39/11
Экзамен/контактная работа	36/8	36/8
Дифференцированный зачет	-	-
Зачет	-	-
Курсовой проект (КП)/контактная работа	3/3	3/3
Курсовая работа (КР)	-	-
Общая трудоемкость дисциплины	180	180

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<b>Раздел 1. Основы механики электропривода.</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>12</b>
<b>Тема 1. Общая структура электропривода и его механическая часть.</b> 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	1			6

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных за- нятий по видам в часах			Объем внеа- удиторных занятий по ви- дам в часах
	1	2	3	
производственных механизмов. <b>Тема 2. Приведение моментов инерции и моментов сопротивления к валу двигателя, уравнение движения электропривода.</b> Приведение параметров к расчетной скорости и расчетные схемы механической части электропривода. Цели этих приведений. Уравнения движения и режимы работы электропривода как динамической системы.	1		2	6
<b>Раздел 2. Электромеханические свойства и характеристики электродвигателей постоянного и переменного тока.</b>	2	-	4	23
<b>Тема 3. Электромеханические механические свойства и характеристики двигателей постоянного тока независимого возбуждения (ДНВ).</b> 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.	1	-	2	8
<b>Тема 4. Электромеханические свойства и характеристики двигателей постоянного тока последовательного возбуждения (ДПВ).</b> 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.	-			7
<b>Тема 5. Электромеханические свойства и характеристики асинхронного двигателя (АД).</b>	1	-	2	8
<b>Раздел 3. Регулирование координат электроприводов.</b>	2	6	2	23
<b>Тема 6. Понятие об управлении электроприводом и регулировании его координат.</b> Цели и задачи регулирования координат (переменных). Основные способы регулирования координат, их показатели и характеристики. Понятие о системах "Управляемый преобразователь-двигатель" (УП-Д).	0,25			2
<b>Тема 7. Система "Генератор-Двигатель" (Г-Д).</b> Принципиальная схема системы Г-Д, ее основные элементы. Статические механические характеристики, режимы работы. Регулирование скорости, торможение. Основные технико-экономические показатели.	0,25			2
<b>Тема 8. Система "Тиристорный преобразователь -двигатель" (ТП-Д).</b> Принципиальная схема	0,5	2	-	4

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
<p>системы ТП-Д. Временная диаграмма выпрямленного напряжения. Статические механические характеристики с одним и двумя комплектами вентилялей, режимы работы. Причины возникновения прерывистых и уравнивающих токов, их ограничение. Регулирование скорости, торможение. Основные технико-экономические показатели.</p> <p><b>Тема 9. Регулирование скорости электроприводов с двигателями постоянного тока.</b> 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><b>Тема 10. Частотное регулирование скорости асинхронного электропривода.</b> 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><b>Тема 11. Регулирование скорости асинхронных двигателей (АД) при <math>\omega_0 = \text{const}</math> и в каскадных схемах.</b> 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><b>Тема 12. Электропривод переменного тока с вентильным двигателем.</b> Понятие о вентильном двигателе. Назначение датчика положения ротора (ДПР), его принципиальное устройство и принцип действия. Статические механические характеристики вентильного двигателя. Алгоритм работы вентилялей. Область применения вентильного двигателя.</p>	0,25			3
<p><b>Тема 10. Частотное регулирование скорости асинхронного электропривода.</b> Законы частотного регулирования. Законы, обеспечивающие компенсацию падений напряжения на сопротивлениях обмоток статора и ротора. Системы частотного регулирования с электромашинным и статическим преобразователем частоты.</p>	0,25			3
<p><b>Тема 11. Регулирование скорости асинхронных двигателей (АД) при <math>\omega_0 = \text{const}</math> и в каскадных схемах.</b> 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><b>Тема 12. Электропривод переменного тока с вентильным двигателем.</b> Понятие о вентильном двигателе. Назначение датчика положения ротора (ДПР), его принципиальное устройство и принцип действия. Статические механические характеристики вентильного двигателя. Алгоритм работы вентилялей. Область применения вентильного двигателя.</p> <p><b>Раздел 4. Нагрев и охлаждение электродвигателей, и выбор их по мощности.</b></p> <p><b>Тема 13. Нагревание и охлаждение двигателей при длительном, кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы.</b> 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><b>Тема 14. Методы проверки допустимой нагрузки электродвигателей.</b> Расчёты и выбор двигателей и иного электрооборудования при проектировании</p>	0,25	4	2	5
<p><b>Раздел 4. Нагрев и охлаждение электродвигателей, и выбор их по мощности.</b></p>	2	0	0	16
<p><b>Тема 13. Нагревание и охлаждение двигателей при длительном, кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы.</b> 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>	1			4
<p><b>Тема 14. Методы проверки допустимой нагрузки электродвигателей.</b> Расчёты и выбор двигателей и иного электрооборудования при проектировании</p>	0,5			6

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных за- нятий по видам в часах			Объем внеа- удиторных занятий по ви- дам в часах
электрических приводов. Предварительный выбор электродвигателей по мощности. Проверка допустимой нагрузки двигателей по методу средних потерь. Определение потерь и КПД в электродвигателе при номинальной и не номинальной нагрузке. Проверка допустимой нагрузки по методам эквивалентных величин (тока, момента, мощности). <b>Тема 15. Выбор электродвигателей по мощности.</b> 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.	0,5			6
<b>Раздел 5. Энергетика электроприводов.</b>	1	0	2	10
<b>Тема 16. Потери энергии в установившихся режимах работы электроприводов.</b> 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. <b>Тема 17. Потери энергии при переходных режимах электроприводов и способы уменьшения потерь энергии.</b> Потери энергии при переходных режимах в нерегулируемом электроприводе. Потери энергии при переходных режимах в регулируемом электроприводе. Способы уменьшения потерь энергии.	0,5		2	5
<b>Раздел 6. Электромеханические переходные процессы.</b>	1	2	2	10
<b>Тема 18. Общие сведения о переходных режимах электроприводов, уравнение электромеханического переходного процесса.</b> 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 $M_c = \text{const}$ . <b>Тема 19. Переходные процессы электроприводов с линейной механической характеристикой при различных значениях <math>\omega_0</math> и <math>M_c</math> и различных режимах работы.</b> Переходные процессы с линейной механической характеристикой при одно- и многоступенчатом пуске и в тормозных режимах в случае $\omega_0 = \text{const}$ и $M_c = \text{const}$ .	0,5			4
	0,5	2	2	6
<b>Раздел 7. Автоматизация управления электроприводом в разомкнутых и замкнутых системах.</b>	2	0	0	11
<b>Тема 20. Принципы автоматизации режимов ра-</b>	0,5			4

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
<b>боты электроприводов в разомкнутых системах.</b> Принципы автоматизации процессов пуска, торможения, реверса электродвигателей в разомкнутых системах. Типовые узлы систем автоматического управления пуском, торможением и реверсированием двигателей постоянного и переменного тока. <b>Тема 21. Замкнутые системы «Управляемый преобразователь двигатель» с различными обратными связями.</b> Принципы построения и структурные схемы замкнутых систем. Системы Г-Д, ТП-Д, ТПЧ-АД с обратными связями по скорости, току и ЭДС. Принципиальные схемы и статические механические характеристики. <b>Тема 22. Элементы проектирования автоматизированных электроприводов.</b> Выбор системы электропривода. Унифицированные системы электроприводов (комплектный электропривод). Технические требования, технические условия, техническое задание. Номинальные параметры типового электрооборудования. Климатическое исполнение. Заключение.	0,5			4
	1			3
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>105</b>

#### Тематика практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Синтез расчетной схемы и определение параметров механической части электропривода
2	Расчет параметров и характеристик электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения
3	Расчет параметров и характеристик электропривода переменного тока с асинхронным двигателем
4	Расчёт регулируемого электропривода производственной установки с двигателем переменного тока в системе ПЧ-АД
5	Расчёт потерь электроэнергии в установившихся и переходных режимах работы электропривода
6	Расчёт и построение переходного процесса пуска и торможения электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения

#### Тематика лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование статических характеристик системы «Тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока»
2	Исследование статических характеристик системы «Преобразователь частоты с автономным инвертором напряжения асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором»
3	Исследование статических характеристик системы «Тиристорный регулятор напряжения (ТРН) - асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором»
4	Исследование электромеханических переходных процессов в электроприводе постоянного тока с двигателем независимого возбуждения

№ п.п.	Наименование темы курсового проектирования
1	Проектирование регулируемого электропривода с двигателем постоянного тока в системе «генератор – двигатель» (Г-Д), по вариантам.
2	Проектирование регулируемого электропривода с двигателем постоянного тока в системе «тиристорный преобразователь – двигатель» (ТП-Д), по вариантам.
3	Проектирование регулируемого электропривода с двигателем переменного тока в системе «преобразователь частоты- асинхронный двигатель» (ПЧ-АД), по вариантам.

### 5. 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.

### 6. Формы контроля:

Контроль качества освоения программы дисциплины «Электрический привод», включает в себя: текущий контроль успеваемости, рубежный контроль и итоговый контроль.

**Текущий контроль** успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и проводится в следующих формах:

- устный опрос для анализа усвоения материала предыдущей лекции;
- оценка работы студента на практических занятиях, лабораторных работах.

**Рубежный контроль** осуществляется по завершении раздела дисциплины, в соответствии с рабочей программой, проводится в следующих формах:

- защита лабораторных работ;
- выполнение рубежных контрольных работ;
- тестирование

**Итоговый контроль:** экзамен, курсовой проект.

### 7. Учебно-методическая литература.

#### 7.1. Основная литература

1. Онищенко, Г.Б. Электрический привод: учебник для студентов высшего профессионального образования / Г.Б. Онищенко-3-е изд., исправ. и доп - М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с.
2. Новиков В.А. Электропривод в современных технологиях: учебник для студ. учреждений высшего образования / В.А. Новиков, СВ. Савва, Н.И. Татаринцев; под ред. В.А. Новикова. - М.: Изд. центр «Академия», 2014 – 400 с.

## **7.2. Дополнительная литература**

1. Москаленко, В.В. Электрический привод: учебник для вузов / В.В. Москаленко. - М.: Академия, 2007. – 368 с.
2. Белов, М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник для вузов / М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов. - 3-е изд., испр. - М: Академия, 2007. – 576 с.