

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

---

С.К. КОЗЫРЕВ, А.С. АНУЧИН, А.Е. КОЗЯРУК, А.Н. ЛАДЫГИН,  
Ю.И. ПРУДНИКОВА, Ю.Н. СЕРГИЕВСКИЙ

## **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД**

### **Термины и определения**

Учебное пособие  
по курсу  
*«Электрический привод»*  
для студентов, обучающихся по направлению  
«Электроэнергетика и электротехника»

Москва  
Издательство МЭИ  
2015

*Допущено УМО вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника"*

Рецензенты: докт. техн. наук Беспалов В.Я.  
докт. техн. наук Геча В.Я.

Авторы: Козырев С.К., Анучин А.С., Козярук А.Е., Ладыгин А.Н.,  
Прудникова Ю.И., Сергиевский Ю.Н.

Э 454 **Электрический** привод. Термины и определения / под ред.  
С.К. Козырева. — М.: Издательство МЭИ, 2015. — 96 с.

ISBN 978-5-7046-1548-4

Развитие электрического привода как технической системы и как прикладной науки ведет к появлению новых терминов и требует их однозначного толкования, а одновременно — уточнения уже существовавших терминов.

Настоящее учебное пособие ставит своей задачей познакомить студентов с определениями (толкованием) терминов, широко используемых в области электропривода и встречающихся при изучении профилирующих дисциплин. Издание содержит также вновь появившиеся термины и уточненные определения ранее применявшихся терминов.

Издание предназначено для студентов, обучающихся по направлению «Электроэнергетика и электротехника». Оно будет также полезно преподавателям вузов, в которых проходят подготовку специалисты в области электропривода, и специалистам в области электропривода, а также в смежных научно-технических областях.

Издание посвящено светлой памяти Сергея Картерьевича Козырева, внесшего основной вклад в создание рукописи, но ушедшего из жизни до того, как это издание увидело свет.

УДК 621.34

ISBN 978-5-7046-1548-4

© Национальный исследовательский  
университет «МЭИ», 2015

## ПАМЯТИ СЕРГЕЯ КАРТЕРЬЕВИЧА КОЗЫРЕВА

*Сергею Картерьевичу Козыреву*, вдохновителю и основному автору данной книги, которая является его последним печатным трудом, мы хотели отдать должное как талантливому ученому, методисту и руководителю.

Свою научную деятельность на кафедре Автоматизированного электропривода Сергей Картерьевич начал, будучи еще студентом МЭИ, в научной группе под руководством профессора В.П. Бычкова, специализирующегося на электроприводах металлургических прокатных станов. Впоследствии еще многие годы научной работы Сергей Картерьевич оставался верен «металлургическому» приложению теории и практики электропривода. Это были годы, когда именно в металлургической отрасли внедрялись самые передовые технические решения в области регулируемого промышленного электропривода. Специалисты «металлургической» научной группы кафедры в одном ряду с коллективами ведущих отраслевых организаций разрабатывали самые инновационные проекты по заказу металлургических комбинатов Магнитогорска, Челябинска, Череповца и Мариуполя. При его непосредственном участии на кафедре создавались первые отечественные образцы тиристорных выпрямителей для электроприводов постоянного тока. С.К. Козырев является автором нескольких прогрессивных изобретений в данной области техники. В такое богатое на творческие открытия время он в соавторстве с коллегами написал свою первую монографию «Электропривод постоянного тока с тиристорными преобразователями». Для многих специалистов — электротехников, работников электротехнических служб предприятий — эта книга стала настольным пособием. По их многочисленным отзывам, она отличалась доступностью изложения новых и непростых для того времени вопросов электротехники. Пожалуй, именно в этом издании впервые проявился необычайный талант Сергея Картерьевича не только как пытливого ученого, но и как методиста.

Как талантливый руководитель Сергей Картерьевич наиболее ярко проявил себя после избрания на должность заведующего кафедрой Автоматизированного электропривода. Он руководил коллективом кафедры с 1994 по 2003 год. В это непростое время Сергей Картерьевич сохранил коллектив, в максимальной степени поддерживал новые приоритетные научные исследования, направленные на развитие теории микропроцессорных систем управления и создание электропри-

водов с новыми типами двигателей (вентильные и вентильно-индукторные). В данный период, несмотря на материальные трудности, укреплялись лаборатории, а кафедра продолжала занимать лидирующие позиции.

Весьма значим вклад Сергея Картерьевича в консолидацию методической работы всех кафедр страны, ведущих подготовку электроприводчиков. Общее количество таких кафедр превышает 100. В этом многоликом сообществе с географией общероссийского масштаба основную роль методической комиссии (УМК) специальности, председателем которой Сергей Картерьевич являлся до самых последних дней жизни, он видел в сохранении организационных форм и традиций в условиях постоянно изменяющихся правил и методов подготовки специалистов практически для всех отраслей промышленности и транспорта. Под его руководством УМК активно участвовала в разработке примерных программ и учебных планов. Выверенная и выдержанная политика Сергея Картерьевича во внедрении всех требований и новшеств в рамках специальности «Электропривод и автоматика» позволила сохранить наработанные позитивные методы и программы, обеспечивающие высокий уровень подготовки электроприводчиков.

Важным направлением деятельности УМК являлась организация и проведение специализированных научно-методических семинаров и конференций по проблемам автоматизированного электропривода. В этой связи следует отметить значительную роль ежегодных научно-практических семинаров кафедры, проводимых одновременно с расширенным заседанием УМК, в работе которого участвуют заведующие и сотрудники многих кафедр электропривода России. Сергей Картерьевич был у основания этих семинаров в 1994 году и являлся их неперменным председателем. Тематика семинаров отличалась актуальностью, и в них принимали участие представители многочисленных научных и производственных предприятий соответствующего профиля. На расширенных заседаниях УМК по инициативе ее председателя участники всегда получали новейшую информацию по реформированию и реорганизации образовательного процесса. Это было особенно важно в нестабильное для образовательного процесса время, отмеченное разработкой новых образовательных стандартов и переходом на двухуровневое образование, широким внедрением методов тестирования знаний и многим другим.

Не менее значимым и плодотворным направлением работы Сергея Картерьевича на посту председателя УМК была деятельность по фор-

мированию плана издания и рецензированию учебно-методической литературы по специальности. Без преувеличения можно сказать, что большая часть изданных (особенно издательствами МЭИ и «Академия») по дисциплинам специальности учебников и учебных пособий отрецензированы или откорректированы Сергеем Картерьевичем. В этой работе он проявлял максимум такта и заинтересованности в продвижении прогрессивных идей и методических подходов. Что касается требовательности Сергея Картерьевича к содержанию рукописей, то, прежде всего, это относилось к его собственным текстам; он считал: «лучше никак, чем плохо».

Всегда, а в последние годы — особенно, профессор Сергей Картерьевич Козырев придавал значение терминологии и определению понятий в области электропривода. Он был редактором статей раздела «Электропривод» в «Электротехнической энциклопедии» (в 4-х томах, главный редактор А.Ф. Дьяков), им же были написаны многие статьи этого раздела. После завершения работы над энциклопедией Сергей Картерьевич выступил с инициативой издания методического пособия, специально посвященного терминам и определениям в области электрического привода, которое Вы сейчас и держите в руках. Он являлся редактором и вдохновителем работы над ней и всегда с особой отеческой теплотой называл ее «СЛОВНИК».

Вклад профессора Сергея Картерьевича Козырева в теорию, практику и методологию подготовки специалистов по электроприводу существен и несомненен. Хочется верить, что еще долгие годы многочисленная когорта студентов, преподавателей и коллег с благодарностью будет пользоваться его научными, практическими и методическими разработками.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемое вашему вниманию учебное пособие представляет собой краткий толковый словарь по электроприводу.

Основная цель словаря — дать в сжатой форме объяснение определений терминов, широко используемых в области электропривода. Целесообразность подготовки настоящего издания, по мнению авторов, диктуется тем, что быстрое развитие электропривода в последние десятилетия привело к появлению и широкому применению целого ряда новых терминов.

Развитие электропривода идет в двух основных направлениях: развитие электропривода как технической системы и развитие электропривода как прикладной науки.

Первое направление связано с совершенствованием элементной базы. Совершенствуются электрические двигатели и создаются их новые версии, например, вентильно-индукторный двигатель, разрабатываются новые преобразователи электрической энергии, например, многоуровневый инвертор напряжения и т.д. Развитие силовых полупроводниковых приборов, микропроцессорной и компьютерной техники ведет к значительным изменениям электропривода как технической системы.

Одновременно с этим развивается и электропривод как прикладная наука. Появляются новые, ранее не известные, способы управления, например, такие как управление с применением нечеткой логики, управление с использованием нейронных сетей и др.

С развитием электропривода появляется необходимость уточнить определения некоторых уже применявшихся ранее терминов и дать определения вновь возникшим терминам. Этой цели и посвящено данное издание.

В Словаре термины расположены в алфавитном порядке. Название термина дано жирным прописным шрифтом. После названия термина в круглых скобках приводится его англоязычная версия. Далее дано определение термина. Если термин имеет несколько определений, то все они объединены, но каждое определение выделено цифрой с круглой скобкой.

Термины во многих случаях состоят из двух и более слов. Такие составные термины даны в наиболее распространенном в литературе виде. Некоторые термины в соответствии с принятой терминологией даны во множественном числе. Для исключения повторов в Словаре

используется система ссылок; ссылки выделяются *курсивом*. Слова, составляющие название термина, в тексте определения обозначаются начальными буквами (например, Диапазон регулирования скорости — Д.р.с.). В конце Словаря приведен предметный указатель терминов на русском и английском языках.

При подготовке данного Словаря авторы использовали следующие источники:

- Электротехническая энциклопедия: в 4 т. / под ред. А.Ф. Дьякова (гл. ред.). — М.: Издательский дом МЭИ, 2005;

- Советский энциклопедический словарь / гл. ред. А.М. Прохоров. — М.: Сов. энциклопедия, 1983;

- Политехнический словарь / гл. ред. А.Ю. Ишлинский. — М.: Большая Российская энциклопедия, 1998;

- Силовая электроника: краткий энциклопедический словарь терминов и определений / под ред. Ф.И. Ковалева и М.В. Рябчицкого. — М.: Издательский дом МЭИ, 2008;

- ГОСТ Р МЭК 61800-1-2012. Общие требования. Номинальные технические характеристики низковольтных систем электроприводов постоянного тока с регулируемой скоростью / М.: Стандартиформ, 2012;

- ГОСТ Р МЭК 61800-2-2012. Общие требования. Номинальные технические характеристики низковольтных систем электроприводов переменного тока с регулируемой частотой / М.: Стандартиформ, 2012 и другие литературные источники, в которых приводятся термины и определения из области электропривода.

Авторы выражают благодарность всему коллективу кафедры автоматизированного электропривода МЭИ и коллегам родственных кафедр других вузов за участие в обсуждении терминологии электропривода, а также особую признательность -- Бычкову Михаилу Григорьевичу за тщательную корректировку терминов и Кузнецовой Валентине Николаевне — за приведение рукописи к виду, пригодному для комфортного и эффективного использования.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ** (automation) — процесс частичного или полного замещения деятельности человека в получении, преобразовании, передаче и использовании энергии, материалов или информации, направленный на облегчение условий труда человека, повышение производительности и качества, повышение энерго- и экономической эффективности, исключение влияния человеческого фактора и др.

**АВТОМАТИКА** (automation, automatics) — 1) Отрасль техники, решающая задачи построения систем управления процессами и оборудованием, действующих без непосредственного участия человека; 2) Область теоретических и прикладных знаний об автоматически действующих устройствах и системах.

**АВТОНОМНЫЙ СИЛОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ** (self-commutated converter) — *преобразователь электрической энергии*, в котором осуществляется принудительная коммутация силовых вентилей внутренними средствами преобразователя, например, по управляющему электроду при использовании полностью управляемых ключей, или с помощью цепей коммутации — при не полностью управляемых ключах, которые коммутируются при прохождении тока через нулевое значение.

**АВТОНОМНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (off-line drive) — *электропривод*, получающий питание от автономного источника энергии (дизельная электростанция, аккумулятор и т.п.), а не от энергетической компании, предоставляющей право пользования электрической энергией. Используется на транспорте, установках для геолого-разведочных работ и других объектах.

**АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ** сокр. и далее **АЦП** (ADC — analog-to-digital converter) — устройство, которое преобразует в общем случае изменяющееся непрерывное (аналоговое) напряжение или ток в соответствующий цифровой сигнал, выполняя при этом необходимые операции *дискретизации* (квантования по времени), *квантования по уровню* и *кодирования*. А.ц.п. характеризуется внутренней архитектурой, уровнем входного напряжения, разрядностью, быстродействием (числом выборок в секунду), типом *интерфейса*.

**АСИНХРОННО-ВЕНТИЛЬНЫЙ КАСКАД** (static Kramer drive, static Scherbius drive) — регулируемый электропривод с асинхронным двигателем с фазным ротором, в котором энергия скольжения возвращается через вентильный преобразователь в электрическую сеть (при скоростях ниже синхронной — в т.н. каскаде Крамера, а при скоростях выше и ниже синхронной — в каскаде Шербиуса) или преобразуется в механическую энергию и передается на вал двигателя.



**АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ** (сокр. и) далее АД (induction motor) — *электродвигатель* переменного тока, принцип действия которого основан на законе электромагнитной индукции, в соответствии с которым в проводнике, движущемся в магнитном поле, наводится ЭДС (см. *электрохимическое преобразование энергии*), и на законе Ампера, согласно которому на проводник с током в магнитном поле действует сила. Обмотки статора А.д. выполняют в виде нескольких расположенных в пазах катушек, при протекании в которых тока образуется магнитное поле, вращающееся с определенной скоростью, называемой синхронной. Ротор выполняется или короткозамкнутым, или имеет обмотки в виде нескольких катушек (фазный ротор). В проводниках ротора наводится ЭДС, под действием которой возникает ток. При взаимодействии тока ротора с магнитным потоком образуется электромагнитный момент.

**АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (induction motor power drive system) — *электропривод*, в котором в качестве *электродвигателя* используется *асинхронный двигатель* с короткозамкнутым (применяется наиболее часто) или с фазным ротором. Современные способы управления позволяют получить регулировочные свойства А.э., аналогичные свойствам *электропривода постоянного тока*. Благодаря простоте, дешевизне и надежности двигателя с короткозамкнутым ротором в сравнении с двигателем постоянного тока А.э. вытесняет электропривод постоянного тока во многих применениях.

**БЕЗДАТЧИКОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ** (sensorless control) — управление *электродвигателем* при отсутствии *датчиков* (скорости, угла, момента и т.п.). В частности, скорость двигателя при Б.у. может вычисляться с помощью математической модели в функции ЭДС, напряжений и токов двигателя, снимаемых с соответствующих *датчиков*. Применяется для повышения надежности электропривода и исключения дорогостоящего датчика.

**БЫСТРОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (drive velocity) — один из *показателей качества* регулирования *координат электропривода*, характеризующийся скоростью протекания *переходного процесса* при изменении *задающего воздействия* скачком. Б.э. определяется такими параметрами, как *время отклика* и *время регулирования*.

**ВЕКТОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ** (vector control, flux-vector control, field oriented control, F.O.C.) — управление в *частотно-регулируемом электроприводе*, при котором регулируется не только модуль вектора напряжения, подаваемого на статор (см. *частотное управление*) или модуль вектора тока в обмотках статора (см. *частотно-токовое управление*), но и пространственное положение этих векторов, например, относительно положения вектора потокоцепления ротора в асинхронном электродвигателе. В.у. позволяет управлять асинхрон-

ными и синхронными двигателями аналогично *электроприводам постоянного тока со схемой подчиненного регулирования*.

**ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ** (switched reluctance motor) — *электродвигатель*, принцип действия которого основан на притяжении ферромагнитного тела к возбужденному электромагниту — индуктору (см. *электрохимическое преобразование энергии*). В.и.д. состоит из  $n$ -полюсного статора, несущего катушки, и  $m$ -полюсного пассивного ротора, причем  $n$  не равно  $m$ . По сигналам датчика положения ротора (или наблюдателя положения) катушки статора в заданной последовательности подключаются к источнику питания, что приводит к повороту ротора на определенный угол. Дальнейшее переключение тока в катушках ведет к непрерывному вращению ротора. Момент В.и.д. можно регулировать изменением значения тока в катушках статора и углов включения и отключения токов в катушках.

**ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (switched reluctance drive) — *электропривод*, в котором в качестве *электродвигателя* используется *вентильно-индукторный двигатель*. Благодаря предельной простоте, низкой стоимости и высокой надежности двигателя, широким функциональным возможностям и хорошим *энергетическим показателям* В.и.э. может превосходить по эксплуатационным показателям *частотно-регулируемый электропривод с асинхронным двигателем*.

**ВЕНТИЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ** (Brushless Direct Current Motor, BLDC) — совокупность устройств, состоящая из *синхронного двигателя* (преимущественно с постоянными магнитами), датчика положения ротора и коммутатора, подключающего обмотки статора к источнику постоянного напряжения в определенной последовательности в функции положения ротора. Обладает хорошими регулировочными свойствами, аналогичными свойствам электропривода постоянного тока.

**ВЕНТИЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** — см. *вентильный двигатель*.

**ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ** (explosion-proof electrical equipment) — электрооборудование специального назначения, выполненное таким образом, что устранена или затруднена возможность воспламенения окружающей его взрывоопасной среды вследствие эксплуатации.

**ВОЗМУЩАЮЩЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ** (disturbance) — внешнее воздействие на *электропривод*, вызывающее изменение *координат электропривода* независимо от *задающего воздействия*. Основным В.в. в электроприводе является изменение *момента нагрузки электропривода*. К В.в. относятся изменение значения напряжения источника питания *электродвигателя*, изменение температуры окружающей среды и пр. В.в. является также изменение момента инерции и некоторых других *параметров электропривода* (в том числе неучтенных при разработке системы управления). С целью уменьшения влияния В.в. применяют *управление комбинированное*.

**ВОССТАНАВЛИВАЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (restorable electric drive) — комплектный электропривод, для которого проведение восстановления работоспособного состояния предусмотрено в нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

**ВРЕМЯ ОТКЛИКА** (response time) — промежуток времени между приложением скачка задающего воздействия и первым моментом вхождения регулируемой переменной в определенную область ее отклонения от заданного значения. В.о. — один из показателей *быстродействия*.

**ВРЕМЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ** (settling time) — промежуток времени между приложением скачка задающего воздействия и окончательным вхождением регулируемой переменной в определенную (обычно пятипроцентную) область ее отклонения от заданного значения. В.р. — один из показателей *быстродействия*.

**ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (auxiliary electric drive) — электропривод, обеспечивающий движение исполнительного органа рабочей машины, выполняющего вспомогательную технологическую операцию.

**ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (medium voltage drive) — *электропривод*, в котором используется высоковольтный (6-10 кВ) *электродвигатель*. При ограниченных возможностях применяемых силовых ключей в В.э. используют или *многоуровневый преобразователь частоты*, или *преобразователь частоты* с трансформаторами на его входе и выходе.

**ГИСТЕРЕЗИСНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ** (hysteresis motor) — *синхронный двигатель* специального исполнения. Статор Г.д. имеет такую же конструкцию, как статор машин переменного тока обычного исполнения. Ротор выполнен неявнополюсным из магнитотвердого (гисте-

резисного) материала с большим остаточным намагничиванием. Обладает хорошими пусковыми свойствами и надежным вводом в синхронизм даже при больших *моментах нагрузки электропривода*.

**ГИСТЕРЕЗИСНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (hysteresis electric drive) — *электропривод*, в котором в качестве *электродвигателя* используется *гистерезисный двигатель*. Хорошие пусковые свойства и надежный ввод в синхронизм при больших *моментах инерции* и *моментах нагрузки электропривода* в сочетании с режимом импульсного намагничивания обеспечили использование Г.э. в качестве *многодвигательного электропривода* в химической (производство искусственной нити), атомной (установки по обогащению урана), текстильной (электроверетена) и других отраслях промышленности. Для этих целей разработаны Г.э. мощностью от 0,3 до 3 кВт с частотой вращения до 9000 об/мин.

**ДАТЧИК** (sensor) (измерительный преобразователь — measuring converter) — устройство, преобразующее измеряемые физические величины в электрический сигнал для дальнейшей обработки, передачи, хранения, регистрации и управления. По принципу действия делятся на аналоговые и дискретные.

**ДВИГАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА** (direct current motor) — *электродвигатель*, конструкция которого содержит обмотку возбуждения, расположенную на статоре, и вращающуюся якорную обмотку, подключаемую к источнику питания через щеточно-коллекторный узел. Принцип действия основан на взаимодействии неподвижного магнитного поля обмотки возбуждения с током в проводниках ротора. Иногда вместо обмотки возбуждения применяют постоянные магниты. Щеточно-коллекторный узел обеспечивает однонаправленное протекание тока в якорной цепи. Различают Д.п.т. с независимым, последовательным, смешанным возбуждением и с возбуждением от постоянных магнитов. Наибольшее распространение находит Д.п.т. с независимым возбуждением.

**ДВУХЗОННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ** (double mode control) — *регулирование* в двух зонах.

**ДВУХКАНАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (two-channel electric drive) — *позиционный электропривод*, содержащий два *электродвигателя*, один из которых предназначен для отработки больших (грубых) перемещений, а другой — малых (точных). Первый двигатель выбирается традиционным (как в *электроприводе постоянного тока* или *электроприводе переменного тока*), а второй выбирается из дви-

гателей, специально предназначенных для отработки малых перемещений, например, *магнитострикционных, пьезоэлектрических* и других типов.

**ДВУХМАССОВАЯ СИСТЕМА** (two-mass system) — частный случай *многомассовой системы*, когда механическая часть системы *электропривод — рабочая машина* может быть представлена в виде двух взаимосвязанных элементов с сосредоточенными параметрами. Каждый элемент представляется материальной точкой, обладающей определенной массой или моментом инерции, а идеализированные безынерционные связи между ними не обладают массой и характеризуются упругостью с постоянными коэффициентами жесткости. Внешние силы или моменты приложены к сосредоточенным массам.

**ДИАГНОСТИКА** (diagnostics) — использование методов и средств экспериментального определения технического состояния электропривода (или отдельных компонентов электропривода) с целью своевременного предотвращения нарушений работоспособного режима работы.

**ДИАПАЗОН РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ** (speed range) — отношение максимальной скорости при регулировании к минимальной.

Увеличение верхнего предела обычно бывает ограничено механической прочностью ротора. Для двигателей постоянного тока верхний предел скорости ограничивается также коммутационной способностью коллектора. Нижний предел скорости ограничивается необходимой точностью поддержания заданной скорости при возможных колебаниях момента статической нагрузки.

В тех случаях, когда не задана допустимая неточность отклонения скорости при изменениях момента статической нагрузки обычно принимают зону изменения момента нагрузки, от 0 до (1,5—2)-кратного. Если при этом известно минимальное значение модуля статической жесткости, то минимальная скорость равна отношению момента статической нагрузки к модулю статической жесткости.

**ДИНАМИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ** (dynamic braking) — процесс преобразования энергии вращения ротора и инерционной нагрузки в электрическую энергию, рассеиваемую на сопротивлении.

**ДИНАМИЧЕСКИЙ ПЕРЕПАД СКОРОСТИ** (maximum transient deviation) — разность между значением скорости в установившемся режиме до переходного процесса и минимальным значением скорости в переходном процессе при *ударном приложении нагрузки*.

**ДИСКРЕТИЗАЦИЯ ПО ВРЕМЕНИ** (sampling) — выборка мгновенных значений (отсчетов) непрерывного (аналогового) сигнала с равными интервалами времени между ними, в результате чего непрерывный сигнал заменяется последовательностью отдельных отсчетов в соответствующие моменты времени. Шаг дискретизации выбирается так, чтобы обратная ему величина, называемая частотой дискретизации, была в соответствии с теоремой Котельникова более чем в два раза выше наибольшей частоты спектра преобразуемого аналогового сигнала.

**ДОПУСТИМОЕ ЧИСЛО ВКЛЮЧЕНИЙ В ЧАС** (permissible switching per hour) — количество включений в час, не приводящее к перегреву или выходу из строя *электродвигателя*, работающего в *повторно-кратковременном режиме* с частыми пусками.

**ЖЕСТКОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ** (stiffness of speed-torque characteristic) — отношение разности моментов (сил) к разности скоростей при этих значениях моментов в *установившемся режиме работы электропривода*.

**ЗАДАТЧИК ИНТЕНСИВНОСТИ** (ramp generator) — устройство, обеспечивающее требуемое в функции времени изменение выходного сигнала при быстром изменении входного. Применяется для формирования переходных процессов с требуемым ускорением. В ряде случаев (например, для мягкой выборки зазоров редуктора) применяются З.и. с ограничением рывка (S-образный З.и.).

**ЗАДАЮЩЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ** (specified stimulus, reference) — воздействие (например, определенная величина напряжения), подаваемое на вход *системы автоматического регулирования* или *контура регулирования* и определяющее желаемое значение их выходной координаты (см. *координаты электропривода*).

**ЗАМКНУТАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ** (control loop) — *система автоматического регулирования*, в которой отклонение регулируемой (выходной) координаты от желаемого значения компенсируется воздействием через обратную связь по регулируемой координате вне зависимости от причин, вызвавших это отклонение (см. *регулирование по отклонению*). За счет обратной связи образуется замкнутый контур регулирования, включающий *управляющее устройство* и управляемый объект.

**ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (power drive system protection) — совокупность устройств, обеспечивающих защиту как самого *электропривода* (его электрической и механической частей), так и

*рабочей машины* от аварийных режимов. Задача З.э. — отключить двигатель от источника питания и остановить исполнительный орган рабочей машины при возникновении аварийных режимов.

**ЗВЕНО СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ** (unit of control system) — часть системы (элемент), описываемая тем или иным уравнением и имеющая определенные динамические характеристики. К типовым З.с.а.р. относятся: *безынерционное* (усилительное), *инерционное* (апериодическое), *колебательное*, *интегрирующее*, дифференцирующее, интегро-дифференцирующее и др.

**ЗОНЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ** (operational modes) — области регулирования скорости *электродвигателя*, в которых регулирование осуществляется либо при постоянном магнитном потоке при скоростях, меньших номинальной скорости двигателя, либо с уменьшением потока при постоянном напряжении (ЭДС) при скоростях выше номинальной. Регулирование в первой зоне принято называть регулированием с постоянным моментом, а во второй — регулированием с постоянной мощностью, при этом имеются в виду длительно допустимые значения (с весьма сильными допущениями) переменных двигателя.

**ИНВЕРТОР** (inverter) — *преобразователь электрической энергии* постоянного тока в электрическую энергию переменного тока. Различают *инверторы напряжения* и *инверторы тока*.

**ИНВЕРТОР НАПРЯЖЕНИЯ** (voltage source inverter) — *инвертор*, вход которого подключен к источнику постоянного напряжения, а выходное напряжение регулируемой частоты получают за счет коммутации ключей инвертора по определенному алгоритму. Значение выходного напряжения можно регулировать как источником постоянного напряжения (применяется редко), так и с помощью широтно-импульсной модуляции (используется наиболее часто). Применяется в *преобразователях частоты с промежуточным звеном постоянного тока*.

**ИНВЕРТОР ТОКА** (current source inverter) — *инвертор*, вход которого подключен к источнику питания, работающему в режиме источника тока. Выходной ток требуемой частоты получают за счет коммутации ключей И.т. Значение выходного тока изменяют регулированием тока источника питания. Используется в *преобразователях частоты с промежуточным звеном постоянного тока*.

**ИНДУКТИВНО-ЕМКОСТНОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ** (inductance-capacitance converter) — электротехническое устройство, состоящее из одного или нескольких реакторов и конденсаторов с оди-

наковыми реактивными сопротивлениями, включаемое между сетью переменного тока с постоянным значением напряжения и нагрузкой и обеспечивающее за счет резонанса напряжений неизменность выходного тока при изменении нагрузки в широких пределах.

**ИНДУКТОРНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МАШИНА** (inductor motor) — синхронная электрическая машина, у которой обмотки якоря и возбуждения расположены на статоре; ротор имеет ряд равномерно расположенных по окружности выступов без обмотки. Индукторный генератор — И. э. м. для генерирования одно- или многофазного переменного тока с частотой 400 Гц — 15 кГц в установках индукционного нагрева и поверхностной закалки, для сварки на переменном токе повышенной частоты, для питания высокоскоростного электропривода. Мощность И. э. м. — от нескольких ватт до сотен киловатт.

**ИНЕРЦИОННОЕ ЗВЕНО** (relaxation circuit) — *звено системы автоматического регулирования, передаточная функция* которого имеет в знаменателе полином первого порядка, а числитель представлен или *коэффициентом усиления*, или *коэффициентом передачи*. *Переходная функция* И.з. представляет собой экспоненту. И.з. часто называют апериодическим.

**ИНТЕГРИРУЮЩЕЕ ЗВЕНО** (integrator) — *звено системы автоматического регулирования*, у которого выходная величина пропорциональна интегралу по времени от величины, подаваемой на вход. Если на вход И.з. подать постоянное *задающее воздействие*, то на его выходе получают величину, возрастающую линейно с течением времени.

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (intelligent drive) — *электропривод*, обладающий свойствами коммуникабельности, обучаемости, контролируемости и пр. Указанные свойства электропривод получает за счет применения интеллектуальных способов управления (см. *нечеткая логика*, *нейронные сети*, генетические алгоритмы), использования сетевых технологий (см. *промышленная коммуникационная сеть*).

**ИНТЕНСИВНОСТЬ ОТКАЗОВ** (failure ratio) — отношение числа однотипных устройств, отказавших за определенный интервал времени, к величине данного интервала и к числу работоспособных к началу данного интервала времени таких же устройств с одновременным началом эксплуатации при условии, что отказавшие объекты не восстанавливаются и не заменяются исправными. И.о.— *важнейшая характеристика надежности* электропривода и приводится в справочниках по надежности.



**ИНТЕРФЕЙС** (interface) — совокупность унифицированных аппаратных и программных средств, предназначенных для обмена информацией как между элементами и устройствами внутри *электропривода*, так и с внешними устройствами, в том числе с другими электроприводами и с *системой автоматического управления* более высокого уровня. Обеспечивает совместимость (взаимодействие) устройств различного функционального назначения и делает электропривод интеллектуальным (см. *интеллектуальный электропривод*). Различают *параллельный* и *последовательный интерфейс*.

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ КАНАЛ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (control equipment) — совокупность устройств, обеспечивающих управление *силовым каналом электропривода* с целью осуществления требуемого протекания технологического процесса *рабочей машины*. В состав И.к.э. входят *управляющее устройство* и *датчики координат электропривода*.

**ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ОРГАН РАБОЧЕЙ МАШИНЫ** (driven equipment) — движущийся элемент *рабочей машины*, выполняющий основную технологическую операцию. Приводится в движение, как правило, посредством *электропривода*.

**КАНАЛ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (basic drive module) — совокупность элементов *системы автоматического регулирования*, обеспечивающих передачу энергии (см. *силовой канал электропривода*) и информации (см. *информационный канал электропривода*) с целью регулирования координат электропривода.

**КВАНТОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ ПО УРОВНЮ** (amplitude quantization) — замена действительного непрерывного (аналогового) сигнала после *дискретизации* в данный момент времени ближайшим значением из определенного заранее множества. После квантования непрерывный сигнал заменяется ступенчатой (решетчатой) функцией с фиксированными дискретными значениями, называемыми уровнями квантования. Разность между соседними уровнями квантования называется шагом квантования, который определяется отношением максимального значения аналогового сигнала к числу уровней и остается постоянным.

**КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ** (information encoding) — присвоение каждому значению квантованного сигнала (см. *квантование информации по уровню*) определенного кода (числа из определенного заранее конечного множества чисел), связанного с используемой системой счисления. В *электроприводе* чаще всего используется дво-

ичная система. После кодирования передача или обработка цифрового сигнала сводится к операциям над кодами (безразмерными числами).

**КОЛЕБАТЕЛЬНОЕ ЗВЕНО** (oscillatory link) — *звено системы автоматического регулирования, передаточная функция* которого имеет *характеристическое уравнение* второго порядка с комплексными корнями, а числитель представляет собой или *коэффициент передачи*, или *коэффициент усиления*.

**КОЛЕБАТЕЛЬНОСТЬ** (attenuation) — параметр (иногда его называют коэффициентом затухания колебаний), характеризующий динамические свойства *системы автоматического регулирования*. Численно он определяется как косинус угла, в который вписываются наиболее отдаленные от мнимой оси комплексные корни *характеристического уравнения*. Чем меньше этот параметр, тем более система склонна к колебаниям.

**КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ** (integrated automation) — уровень автоматизации производства, при котором комплекс операций производственного процесса осуществляется системой автоматических машин и технологических агрегатов с помощью различных автоматических устройств, объединенных общей системой автоматизированного управления. При К.а. за счет интеграции ряда автоматизированных систем: научных исследований (АСНИ), проектирования (САПР), технологической подготовки производства (АСТПП), управления технологическими процессами (АСУТП), транспортно-складской (АТСС), инструментального обеспечения (АСИО), контроля и диагностики (САКД), удаления отходов (ПСУО) и др. с системой автоматизации административно-хозяйственной деятельности предприятия (АСУП) решается задача оптимального управления производственным процессом.

Электрической основой К.а. являются *автоматизированные электроприводы* рабочих машин, обеспечивающие связь через *сетевые технологии* как между собой, так и с системами управления более высокого уровня.

**КОМПЛЕКТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ** (complete drive module) — *силовой преобразователь*, содержащий все необходимые для собственного функционирования и питания двигателя компоненты, включая систему питания, защиты, управления, силовые и информационные интерфейсы. Использование в проектах технологических установок К.п. снижает время на проектирование, уменьшает

затраты на электромонтажные работы и наладку, оптимизирует функциональные характеристики.

**КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (electric drive components) — элементы, входящие в состав *электропривода* как технической системы: коммутирующая защитная и сигнальная аппаратура, *преобразователи электрической энергии, электродвигатели, механические преобразователи, управляющие устройства, датчики, устройства сопряжения.*

**КОНДЕНСАТОРНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ** (capacitor motor) — однофазный асинхронный двигатель, у которого на статоре расположены две сдвинутые на  $90^\circ$  (электрических) обмотки, одна из которых непосредственно подключается к сети, а другая подключается к сети последовательно с конденсатором. При таком включении обмоток создается вращающееся эллипсоидное магнитное поле. К.д. изготавливаются на мощности от долей ватт до нескольких сотен ватт и применяются в электробытовых приборах, холодильных установках, для привода маломощных насосов, вентиляторов и т.д.

**КОНТРОЛЛЕР** (controller) — устройство управления, которое может иметь различные исполнения и предназначается для выполнения самых разнообразных функций управления. Например, К. могут быть предназначены для управления пуском и торможением *электродвигателя*, регулирования *координат электропривода*, защиты, диагностирования *электропривода* и т.д. К. могут быть выполнены на базе релейно-контакторной аппаратуры, аналоговых и цифровых элементов, *микропроцессорных средств*. Некоторые К., например, контроллер последовательного *интерфейса*, контроллер жидкокристаллических и светодиодных индикаторов и др. могут входить в состав *микрореконтроллера*.

**КОНТУР РЕГУЛИРОВАНИЯ** (control loop) — замкнутый контур, получаемый при охвате обратной связью прямого канала регулирования. В прямой канал регулирования входят объект регулирования и *регулятор*. Система автоматического регулирования может иметь один К.р. или несколько (см. *электропривод с подчиненным регулированием координат*).

**КООРДИНАТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (power drive system variable) — любая электрическая, механическая, магнитная, тепловая переменная, принятая для описания состояния *электропривода* и его элементов, а также управляемого *технологического процесса*.

Различают координаты, непосредственно связанные с состоянием электропривода, и координаты, связанные с регулированием технологических переменных средствами электропривода. Среди первых наиболее часто используются переменные: напряжение (ЭДС), ток, магнитный поток, момент, скорость, линейное перемещение, угол поворота. К технологическим координатам относятся температура, натяжение, геометрические размеры обрабатываемого материала, давление, расход жидкости и т.д.

**КОЭФФИЦИЕНТ ГОТОВНОСТИ** (availability factor) — коэффициент, показывающий вероятность того, что объект (*электропривод*) окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение электропривода по назначению не предусматривается.

**КОЭФФИЦИЕНТ ГАРМОНИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ** (total harmonic distortion — THD) — коэффициент, характеризующий содержание высших гармоник сигнала относительно его первой гармоники. Численно равен отношению среднеквадратичного значения всех гармоник, кроме первой, к действующему значению первой. Используется для количественной оценки нелинейных искажений, вносимых устройством в сигнал (ток, напряжение) на его входе или выходе.

**КОЭФФИЦИЕНТ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ** (total harmonic factor — THF) — коэффициент, характеризующий содержание высших гармоник сигнала относительно его суммарного действующего значения.

**КОЭФФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ** (power factor) — коэффициент, характеризующий энергетическую эффективность работы *электропривода* как потребителя энергии и определяемый как отношение активной мощности к полной. При синусоидальных токах и напряжениях К.м. определяется как косинус угла между потребляемым током и напряжением. При несинусоидальности токов и напряжений К.м. определяется как произведение косинуса угла между потребляемым током и напряжением первой гармоники на отношение *коэффициента нелинейных искажений к коэффициенту гармонических искажений*.

**КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕДАЧИ** (transmission factor) — коэффициент, представляющий собой отношение выходной величины *звена системы автоматического регулирования* (части системы) или всей *системы автоматического регулирования* к постоянной входной величине в *установившемся режиме* работы при разной физической

природе этих величин (например, выходная величина представляет собой скорость, а входная — напряжение).

**КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (power drive system efficiency) — безразмерная величина, характеризующая степень совершенства *электропривода* в отношении использования электрической энергии в процессе ее преобразования в механическую для приведения в движение *исполнительного органа рабочей машины*. К.п.д.э. показывает, какая часть суммарной подводимой электрической энергии за заданный интервал времени полезно используется электроприводом за этот же интервал времени, т.е. превращается в полезную механическую работу.

**КОЭФФИЦИЕНТ УСИЛЕНИЯ** (gain factor) — коэффициент, представляющий собой отношение выходной величины *звена системы автоматического регулирования* (части системы) или всей *системы автоматического регулирования* к входной величине в *установившемся режиме* работы при одной и той же физической природе выходной и входной величин (например, выходная и входная величины являются напряжениями).

**КОЭФФИЦИЕНТ УХУДШЕНИЯ ТЕПЛООТДАЧИ** (heat transfer drop coefficient) — безразмерная величина, характеризующая степень ухудшения теплоотдачи *электродвигателя* при снижении его скорости в сравнении с номинальной. При проверке двигателей с самовентиляцией по нагреву *методом средних потерь* или *методами эквивалентных величин* учитывают ухудшение условий охлаждения введением в используемые соотношения  $K_{у.т.}$ . Для самовентилируемых защищенных двигателей  $K_{у.т.} = 0,25 - 0,35$ , для закрытых с независимой вентиляцией  $K_{у.т.} = 1$ .

**КОЭФФИЦИЕНТ ФОРСИРОВКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ** (excitation overload factor) — безразмерная величина, показывающая, во сколько раз приложенное извне к обмотке возбуждения генератора или двигателя максимальное напряжение выше номинального. Повышенное напряжение прикладывается к обмотке возбуждения для ускорения нарастания в ней тока в переходных процессах. В конце переходного процесса для ограничения установившегося значения тока на уровне номинального напряжение, прикладываемое к обмотке возбуждения, делают равным номинальному. Обычно  $K_{ф.в.}$  не превышает 3—4.

**КРАТКОВРЕМЕННЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ** (short-time duty) — *стандартный режим работы электропривода (S2)*, при котором за время включения (работы) температура *электродвигателя* не успева-

ет достигнуть установившегося значения, а за время паузы двигатель охлаждается до температуры окружающей среды.

**ЛИНЕЙНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ** (linear motor) — электродвигатель, у которого неподвижная часть представляет собой разомкнутую магнитную систему с развернутой обмоткой, создающей бегущее магнитное поле, которое обеспечивает линейное перемещение подвижной части. Л.д. могут быть постоянного и переменного тока. Многие типы линейных двигателей (асинхронные, синхронные или постоянного тока) повторяют по принципу своего действия соответствующие двигатели вращательного движения, в то время как работа других (магнитострикционных, пьезоэлектрических и др.) основана на иных физических принципах. Неподвижную часть линейного электродвигателя, получающую электроэнергию из сети, называют статором, или первичным элементом, а часть двигателя, получающая энергию от статора, называют вторичным элементом или якорем.

**ЛИНЕЙНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (linear power drive system) — *электропривод*, в котором в качестве электродвигателя используется *линейный двигатель*. Используется в механизмах, *исполнительный орган* которых должен по технологии осуществлять поступательное движение (конвейеры, транспортеры, механизмы подачи станков, манипуляторы, поршневые машины, электротранспорт, микроскопы и др.). Позволяет исключить механическую передачу для преобразования вращательного движения в поступательное (винт-гайка, шариковинтовая передача, шестерня-зубчатая рейка, кривошипно-шатунная передача и др.).

**МАГНИТОСТРИКЦИОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ** (magnetostrictive motor) — электродвигатель, принцип действия которого основан на физическом эффекте Джоуля и Видемана, т.е. деформации ферромагнитного рабочего элемента, помещенного в магнитное поле, при изменениях последнего (см. *электромеханическое преобразование энергии*). М.д. состоит из магнитопровода, устройства возбуждения и рабочего ферромагнитного элемента.

**МАГНИТОСТРИКЦИОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (magnetostrictive power drive system) — *электропривод* с применением *магнитострикционного двигателя*. Для М.э. характерны малые перемещения (от долей до десятков микронметров). М.э. может воздействовать на *исполнительный орган рабочей машины* усилиями от единиц до десятков тысяч ньютонов. Полоса пропускания М.э. может составлять сотни герц. М.э. применяется в приборостроении, приводах подачи

шлифовальных станков, в нажимных устройствах прокатных станов и т.д.

**МАТРИЧНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ** (matrix frequency converter) — *преобразователь частоты непосредственный*, реализованный на полностью управляемых вентилях (ключаях). Его топология позволяет осуществлять преобразование электроэнергии без промежуточного звена *постоянного тока*.

**МЕТОД СРЕДНИХ ПОТЕРЬ** (period average losses method) — приближенный метод проверки электродвигателя, работающего в продолжительном или повторно-кратковременном режиме с *циклической нагрузочной диаграммой*. Основан на предположении, что за все время цикла теплоотдача двигателя остается такой же, как при номинальном режиме работы двигателя, а само время цикла невелико (не более 10 мин.) и существенно меньше *постоянной времени* нагрева двигателя, за счет чего отклонения температуры двигателя от средней за время цикла незначительны. Считается, что двигатель удовлетворяет условиям нагрева, если средние потери мощности за цикл меньше номинальных потерь мощности в электродвигателе.

**МЕТОД ЭКВИВАЛЕНТНОГО МОМЕНТА** (RMS torque method) — приближенный метод проверки *электродвигателя* по нагреву. Исходит из предположения, что магнитный поток электродвигателя остается номинальным на всех участках *нагрузочной диаграммы*. При этом условии из *метода эквивалентного тока* следует, что двигатель удовлетворяет условиям нагрева, если эквивалентный (среднеквадратичный) момент не превышает номинальный момент двигателя.

**МЕТОД ЭКВИВАЛЕНТНОГО ТОКА** (RMS current method) — приближенный метод проверки *электродвигателя* по нагреву. Исходит из предположения, что в электродвигателе потери мощности в стали и механические не зависят от нагрузки, а сопротивления якорных обмоток двигателя остаются неизменными на всех участках *заданной нагрузочной диаграммы*. При этих условиях из *метода средних потерь* следует, что двигатель удовлетворяет условиям нагрева, если эквивалентный (среднеквадратичный) ток не превышает номинальный ток двигателя.

**МЕТОД ЭКВИВАЛЕНТНОЙ МОЩНОСТИ** (RMS power method) — приближенный метод проверки *электродвигателя* по нагреву. Исходит из предположения, что скорость двигателя остается номинальной на всех участках *нагрузочной диаграммы*. При этом ус-

ловии из *метода эквивалентного момента* следует, что двигатель удовлетворяет условиям нагрева, если эквивалентная (среднеквадратичная) мощность не превышает номинальной мощности двигателя.

**МЕХАНИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА** (transmission) — *передаточное устройство*, предназначенное для передачи механической энергии от *электродвигателя* к *исполнительному органу рабочей машины* и согласования вида и скоростей их движения. К М.п. относятся редукторы (цилиндрические, червячные, конические, волновые, планетарные и т.п.), и передачи: винт-гайка, ходовое колесо — опора, барабан — канат, звездочка — цепь, шестерня — рейка, кривошипно-шатунные, ременные (плоско-, клино-, круглоременные), фрикционные и др.

**МЕХАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА** (speed-torque characteristic) — зависимость, связывающая скорость и момент (силу). Различают М.х. *электродвигателя* и М.х. *рабочей машины* (механизма). М.х. электродвигателя — зависимость скорости двигателя от электромагнитного момента. М.х. рабочей машины — зависимость скорости *исполнительного органа рабочей машины* (ИОРМ) от момента на валу ИОРМ. В электроприводе, как правило, используют М.х. рабочей машины как зависимость скорости двигателя *от момента нагрузки электропривода*. Момент на валу ИОРМ приводится к валу двигателя с помощью передаточного числа (радиуса приведения) механической передачи. Момент, обусловленный механическими потерями в двигателе, относят к моменту нагрузки электропривода.

**МЕХАТРОНИКА** (mechatronics) — область науки, изучающая функциональное и конструктивное объединение узлов механики с электронными, электротехническими и компьютерными компонентами с целью проектирования и производства качественно новых модулей — *мехатронных модулей*, и использования их в машинах и комплексах машин с интеллектуальным управлением их движениями.

**МЕХАТРОННЫЙ МОДУЛЬ** (mechatronic unit) — интегрированное управляемое электротехническое устройство, базирующееся на функциональном и конструктивном объединении *исполнительного органа рабочей машины, электродвигателя, преобразователя электрической энергии и управляющего устройства*. Может быть в определенных ситуациях эквивалентен термину *сервопривод*.

М.м. представляет собой специальный *комплектный электропривод*, встраиваемый в узел рабочей машины: электрошпиндель, мотор-колесо, привод линейного перемещения, поворотный стол и т.п. В



М.м. наилучшим образом согласуются естественные свойства отдельных компонентов с требованиями соответствующей задачи управления. Они применяются в авиакосмической промышленности, приборостроении, робототехнике, автомобилестроении и других отраслях промышленности.

**МИКРОКОНТРОЛЛЕР** (microcontroller) — *микропроцессорная система* обработки информации в цифровом виде, реализованная в виде одной большой интегральной схемы. М. содержит в своем составе основные функциональные устройства управляющей микропроцессорной системы: центральный процессор, постоянное запоминающее устройство, различные устройства сопряжения с объектом (устройства для ввода и вывода дискретных сигналов, *аналого-цифровые* и *цифро-аналоговые преобразователи* для ввода и вывода аналоговых сигналов, контроллеры *последовательного интерфейса* для связи с *промышленной коммуникационной сетью*, контроллеры индикаторов различного типа для отображения режимов работы и др.), генераторы импульсных последовательностей, различного типа таймеры и т.д.

**МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА** (microprocessor system) в *электроприводе* — совокупность устройств с электронными компонентами, осуществляющая сбор, *преобразование информации* и передачу ее в цифровом виде с целью управления (регулирования) *координатами электропривода* и технологическими координатами средствами электропривода. Типовая М.с. содержит центральный процессор, постоянное запоминающее устройство, оперативное запоминающее устройство, устройство ввода/вывода информации и др.

**МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СРЕДСТВА** (microprocessors) — внешние или встроенные в отдельные *компоненты электропривода* микропроцессорные устройства, обеспечивающие сбор, обработку и передачу данных о координатах *электропривода* и технологического процесса, регулирование *координат электропривода* или технологических координат средствами электропривода, автоматическую настройку регуляторов, решение задач защиты и диагностики, визуализацию и связь с системой верхнего уровня и другими исполнительными устройствами технологической установки. М.с. лежат в основе таких устройств, как *программируемые логические контроллеры*, *промышленные контроллеры* и *промышленные компьютеры*. Основным микропроцессорным элементом, используемым в электроприводе, является *микроконтроллер*, составляющий основу встраиваемого *промышленного контроллера*.

**МНОГОДВИГАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (multimotor power drive system) —

1) *Электропривод*, в котором два или несколько двигателей работают на один вал.

2) Совокупность индивидуальных электроприводов с механической связью через *исполнительный орган рабочей машины*.

3) Совокупность индивидуальных электроприводов, связанных между собой через обрабатываемый материал.

4) Совокупность индивидуальных электроприводов одной рабочей машины, объединенных ее общим технологическим назначением.

**МНОГОКООРДИНАТНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (multicoordinate power drive system) — *электропривод*, обеспечивающий независимые перемещения *исполнительного органа рабочей машины* по различным пространственным координатам. Известны двухкоординатные электроприводы — планарные, линейно-поворотные и поворотные. С использованием композиций указанных электроприводов строятся многокоординатные электроприводы, обеспечивающие сложные движения *исполнительного органа рабочей машины* в пространстве.

**МНОГОМАССОВАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (multimass power drive system) — система, в которой двигатель, *передаточное устройство* и *исполнительный орган рабочей машины* представлены в виде элементов с сосредоточенными параметрами, т.е. когда ротор двигателя и отдельные элементы механизма (исполнительный орган рабочей машины, зубчатые колеса, муфты и т.п.) представляются в виде материальных точек, обладающих определенными массами или моментами инерции, а идеализированные безынерционные связи между ними не обладают массой и характеризуются только упругостью с постоянными коэффициентами жесткости. Внешние силы или моменты приложены к сосредоточенным массам. Неразветвленные расчетные механические схемы в большинстве случаев за счет выделения главных масс и жесткостей сводятся к *двухмассовой* или *одномассовой* системам *электропривода*.

**МНОГОУРОВНЕВЫЙ ИНВЕРТОР НАПРЯЖЕНИЯ** (multi-level voltage inverter) — инвертор напряжения, состоящий из силовых полупроводниковых приборов, соединенных последовательно в каждом вентильном плече для снижения напряжения на каждом из приборов. В М.и.н. к методу широтно-импульсной модуляции добавляется еще и метод амплитудной модуляции, что улучшает условия фор-

мирования выходного напряжения инвертора. Последнее возможно при наличии нескольких уровней напряжения у входного источника питания. Число уровней выходного напряжения  $n = m + 1$ , где  $m$  — число последовательно включенных силовых приборов в вентильном плече.

**МОДАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ** (modal control) — управление, при котором для *регулирования координат электропривода* в качестве *управляющего устройства* используется модальный регулятор. Модальный регулятор представляет собой устройство с характеристикой суммирующего *усилителя*, на вход которого подаются *обратные связи* с соответствующими коэффициентами передачи как по выходной, так и по всем промежуточным координатам электропривода. Коэффициенты передачи выбираются из условия получения *переходной функции* с желаемыми показателями (*быстродействие, перерегулирование*, время переходного процесса и т.д.).

**МОМЕНТ ДИНАМИЧЕСКИЙ** (dynamic torque) — момент, представляющий алгебраическую сумму электромагнитного момента *электродвигателя* и *момента нагрузки электропривода*. М.д. определяет величину ускорения в переходных процессах.

**МОМЕНТ ИНЕРЦИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (inertia) — сумма моментов инерции всех движущихся масс *электропривода* при приведении их к *элементу приведения* — как правило, к валу *электродвигателя*.

**МОМЕНТ НАГРУЗКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (load torque of electric drive) — суммарный момент нагрузки, создаваемый *исполнительным органом рабочей машины* с учетом потерь мощности в *передаточном устройстве* и механических потерь в *электродвигателе*, после приведения его к *элементу приведения* (чаще всего валу *электродвигателя*).

**МОМЕНТ ПУСКОВОЙ** (starting torque) — электромагнитный момент, развиваемый *электродвигателем* при скорости, равной нулю. Одна из важных эксплуатационных характеристик электродвигателя при использовании его в условиях, допускающих *прямой пуск двигателя*. Например, в каталогах асинхронных короткозамкнутых двигателей указывается кратность пускового момента по отношению к номинальному моменту. С целью увеличения пускового момента изготавливаются *асинхронные двигатели* с короткозамкнутым ротором с увеличенным сопротивлением ротора (двойная беличья клетка, глубокопазный ротор).

**МОМЕНТ ТРОГАНИЯ** (break-away torque) — *момент нагрузки электропривода* в начале движения (при скорости, равной и близкой к нулю). Представляет собой реактивный момент, возникающий как реакция на движущий момент, развиваемый двигателем. Действует в направлении, противоположном движению электропривода, и изменяет свое направление при изменении знака скорости. Момент трогания, обусловленный силами сухого трения, как правило, превышает момент нагрузки при начале движения, что должно учитываться при пуске двигателя.

**МОЩНОСТЬ СКОЛЬЖЕНИЯ** (slip power) — активная мощность, выделяющаяся в обмотке ротора *асинхронного двигателя* при работе его с нагрузкой. М.с. равняется произведению электромагнитной мощности на *скольжение*.

**НАБЛЮДАТЕЛЬ КООРДИНАТ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (power drive system variable observer) — модель (математическая, физическая и т.д.) в составе *системы автоматического управления* для косвенной оценки недоступных для прямого измерения *координат электропривода* (например, электромагнитного момента, скорости при отсутствии тахогенератора), которые в данном случае являются объектами наблюдения. Н.к.э. работает в режиме реального времени, имеет в качестве входных переменных доступные для измерения физические переменные объекта наблюдения и обратные связи по разности между истинными значениями доступных для измерения координат и их значениями, полученными при косвенной оценке, для автоматической подстройки коэффициентов модели с целью минимизации ошибок измерения восстанавливаемых координат.

**НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (reliability of electric drive) — вероятность надлежащего выполнения *электроприводом* своих функций в течение установленного промежутка времени при работе в оговоренных условиях.

Для однотипных устройств с одновременным началом эксплуатации надежность может быть определена как отношение числа работоспособных в данный момент устройств к их общему числу. Надежность связана с *интенсивностью отказов*. Интенсивность отказов, в свою очередь, определяет важнейшую характеристику надежности — среднюю величину *наработки до отказа*.

Надежность — категория технико-экономическая, и создание электроприводов с оптимальной надежностью — ответственная задача. Электропривод чаще всего является восстанавливаемым объектом,

для которого критерием надежности является коэффициент готовности, определяемый через среднюю наработку до отказа и среднее время восстановления.

**НАГРУЗКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА, ДОПУСТИМАЯ ПО НАГРЕВУ** (heat limited load of electric drive) — длительно допустимый момент нагрузки электропривода, ограничиваемый тепловым режимом электродвигателя.

В нерегулируемом электроприводе (скорость примерно постоянна), работающем в продолжительном или повторно-кратковременном режиме с неизменной нагрузкой, допустимый момент нагрузки равен номинальному моменту двигателя. Аналогичные условия должны выполняться для тока и мощности. При переменной нагрузке с временем цикла  $t_{ц}$  10 мин с номинальными значениями сравниваются соответствующие эквивалентные (среднеквадратичные) величины.

Для регулируемого электропривода допустимая по нагреву нагрузка определяется номинальным током. Если магнитный поток при регулировании скорости уменьшается, то и допустимый момент уменьшается в сравнении с номинальным.

Для самовентилируемых двигателей следует учитывать ухудшение отвода тепла при снижении скорости.

**НАГРУЗОЧНАЯ ДИАГРАММА** (load diagram) — зависимость момента (силы) от времени. Различают Н.д. *электродвигателя* и Н.д. *рабочей машины*. Н.д. электродвигателя с вращательным движением представляет собой зависимость электромагнитного момента двигателя от времени. Н.д. рабочей машины представляет собой зависимость момента нагрузки на *исполнительном органе рабочей машины* от времени. Чаще всего используется *приведенный момент нагрузки*. Момент, обусловленный потерями в двигателе, относят к *моменту нагрузки электропривода*.

**НАДЕЖНОСТЬ** (reliability) — вероятность безотказной работы системы или элемента в течение заданного времени.

**НАРАБОТКА ДО ОТКАЗА** (failure time) — случайная величина, характеризующая время (пробег для транспортных средств, число циклов для циклических машин и т.п.) безотказной работы устройства в целом или его отдельных элементов. Важнейший показатель *надежности* электропривода.

Средняя величина наработки до отказа связана с *интенсивностью отказов* — основным параметром теории надежности, содержащимся в справочниках.

**НЕЙРОННЫЕ СЕТИ** (neural networks) в электроприводе — управление *координатами электропривода*, при котором *управляющее устройство* представляет собой совокупность определенным образом соединенных нейроподобных элементов (нейронов), образующих искусственную нейронную сеть, называемую в этом случае нейроконтроллером.

Используется, когда при разработке алгоритма управления не известна точная модель объекта управления или когда объект управления характеризуется сложной математической моделью с нелинейностями и неопределенностью параметров, что не позволяет решить задачу управления или приводит к сложным решениям при использовании традиционных регуляторов.

**НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА** (fuzzy logic) в электроприводе — управление *координатами электропривода*, при котором *управляющее устройство* выполняется в виде нечеткого регулятора (фаззи-регулятора). Используется, когда при разработке алгоритма управления неизвестна точная модель объекта управления или когда объект управления характеризуется сложной математической моделью с нелинейностями и неопределенностью параметров, что не позволяет решить задачу управления или приводит к сложным решениям при использовании традиционных регуляторов.

**НОМИНАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (rated parameters) — параметры электропривода и его элементов, заложенные разработчиками в проектную документацию и адекватно воспроизведенные изготовителем. Номинальные данные обычно включают номинальные условия питания, нагружения и предельные значения воздействующих внешних климатических, механических и электромагнитных факторов, при которых обеспечиваются все *функциональные характеристики* за расчетный срок службы при объявленной надежности.

**НОМИНАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ** (rated motor inputs) — номинальные электрические параметры на входных клеммах электродвигателя, например, номинальные значения напряжения якорной цепи и токов якоря и возбуждения для машин постоянного тока или номинальные значения напряжения, частоты и тока статора — для асинхронных двигателей.

**НОМИНАЛЬНАЯ ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ** (base speed) — частота вращения при *номинальных условиях питания*.

**НОМИНАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ** (rated output power) — мощность, передаваемая валом двигателя на грузке при номинальных условиях работы и номинальной частоте вращения.

**НОМИНАЛЬНЫЙ МОМЕНТ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ** (rated output torque) — момент на валу двигателя при *номинальной мощности и номинальной частоте вращения*.

**ОДНОДВИГАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (single motor drive) — *индивидуальный* или групповой электропривод, в котором *исполнительный орган рабочей машины* или несколько исполнительных органов рабочей машины приводятся в движение одним *электродвигателем*.

**ОДНОМАССОВАЯ СИСТЕМА** (single-mass mechanical system) *электропривода* — система, в которой влияние упругих связей несущественно и при исследовании динамических процессов *электропривода* может не учитываться. В этом случае *электродвигатель* вместе с *передаточным устройством* и *исполнительным органом рабочей машины* представляются жестким приведенным звеном, обладающим одной эквивалентной массой или *моментом инерции электропривода*, к которому приложен электромагнитный момент двигателя и суммарный *приведенный момент нагрузки*.

**ОПТИМАЛЬНЫЙ ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС** (optimal transient) — *переходный процесс*, переводящий *электропривод* из одного *установившегося режима* в другой, наилучшим образом удовлетворяющий критерию оптимальности при выполнении ограничений, накладываемых на *координаты электропривода*.

В качестве критериев оптимальности могут быть: максимальное *быстродействие*, минимальные потери электрической энергии, минимальная колебательность переходного процесса и др. Ограничения в электроприводе могут накладываться на скорость, момент (ток), ускорение, рывок, нагрев двигателя и др.

**ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ КОРРЕКЦИЯ** (parallel correction) — способ включения корректирующих звеньев в системе автоматического регулирования *электропривода* в местные (внутренние) обратные связи, охватывающие часть функционально необходимых элементов системы. Основными недостатками параллельной коррекции являются относительная сложность расчета системы и большая трудоемкость настройки. В большинстве случаев изменение одного из параметров требует перерасчета и перестройки всей схемы.

**ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ ИНТЕРФЕЙС** (parallel interface) — *интерфейс*, обеспечивающий обмен данными параллельным кодом, при котором все его разряды передаются одновременно по необходимому числу линий связи. Например, при обмене 8-разрядным параллельным кодом одновременно по восьми линиям связи передаются все восемь разрядов цифрового кода.

**ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ** (parametric control) скорости электропривода — регулирование скорости, связанное с изменением каких-либо *параметров* электропривода: сопротивления в якорной цепи *электродвигателя* постоянного тока, активных или активно-индуктивных сопротивлений в цепи статора или ротора асинхронного двигателя. В электроприводе с асинхронным двигателем параметрическое регулирование скорости возможно за счет изменения числа пар полюсов.

**ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (parameters of electric drive) — величины, которые существенным образом характеризуют как отдельные *компоненты электропривода*, так и его в целом (электрические сопротивления, индуктивности, *постоянные времени*, *моменты инерции*, *коэффициенты полезного действия*, значения номинальных токов, моментов, напряжений и т.д.). Параметры *электропривода* могут быть постоянными и переменными (зависят от времени, температуры или *координат электропривода*).

**ПЕРЕГРУЗОЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ** (overload factor) — способность выдерживать кратковременные, превышающие номинальное значение пики нагрузки, которые могут возникать в процессе эксплуатации *электропривода*. Обычно перегрузочная способность определяется применительно к *электродвигателю*. *Преобразователь электрической энергии*, от которого питается двигатель (двигатели), должен быть рассчитан на работу при длительно допустимых для двигателя нагрузках и регламентируемых перегрузках.

Перегрузочная способность *электродвигателя постоянного тока* ограничивается условиями коммутации в щеточно-коллекторном узле. Перегрузочная способность по моменту *асинхронного двигателя* ограничивается значением его критического момента, синхронного двигателя — максимальным моментом на угловой характеристике.

**ПЕРЕДАТОЧНАЯ ФУНКЦИЯ** (transfer function) — отношение изображения по Лапласу выходной величины элемента или *системы автоматического регулирования* к изображению по Лапласу входной величины при нулевых начальных условиях. Считается, что все элементы системы описываются линейными дифференциальными уравнениями. П.ф. является дробно-рациональной функцией от независи-



мого переменного (оператора)  $p$ . В *электроприводе* степень полинома знаменателя всегда выше степени полинома числителя. Корни полинома числителя называют нулями, а корни знаменателя — полюсами. Полином знаменателя, приравненный нулю, является *характеристическим уравнением* элемента или системы.

**ПЕРЕДАТОЧНОЕ УСТРОЙСТВО** (transfer device) — устройство, служащее для передачи, как правило, вращательного движения *электродвигателя* в движение *исполнительного органа рабочей машины* с преобразованием скорости и соответствующим изменением вращающего момента. С помощью П.у. решаются следующие задачи: преобразование вращательного движения в поступательное, понижение (повышение) скорости; изменение направления движения, приведение одним двигателем нескольких исполнительных органов рабочей машины. Основные характеристики П.у.: передаваемый вращающий момент, скорость на входе (выходе), передаточное отношение, КПД. П.у. разделяются на механические (см. *механическая передача*), гидравлические, пневматические и электрические.

**ПЕРЕРЕГУЛИРОВАНИЕ** (overshoot) регулируемой величины — наибольшая ошибка регулирования (по отношению к заданному значению, соответствующему новому установившемуся состоянию) во время переходного процесса после изменения задающего или *возмущающего воздействия*. Один из прямых показателей качества процесса управления, определяемый по *переходной функции*.

**ПЕРЕХОДНАЯ ФУНКЦИЯ** (unit step function, time response) — функция, отображающая реакцию линейной *системы автоматического регулирования* на единичное ступенчатое воздействие при нулевых начальных условиях. П.ф. — одна из основных характеристик линейной системы, которая полностью определяет ее динамические свойства. График переходной функции называют переходной характеристикой. П.ф., в отличие от *передаточной функции*, является временной характеристикой. Зная П.ф. системы, можно заранее определить, как эта система будет реагировать на любое воздействие.

**ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ** (electric drive transients) — процессы изменения во времени координат *электропривода* (ток, момент, скорость, угол поворота вала двигателя и т.д.) при переходе его из одного *установившегося режима* в другой под действием *управляющего (задающего)* или *возмущающего* (например, нагрузки на валу двигателя) *воздействия*.

Переходные процессы возникают при пуске, торможении, реверсировании электропривода, при переходе с одного значения скорости на

другое, внезапном (ударном) приложении или сбросе нагрузки и т.д. Характер переходных процессов зависит от динамических свойств электропривода и вместе со свойствами электропривода в установившихся режимах определяет качество процессов регулирования.

**ПЛЕНОЧНАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА** (film electromechanics) — *электромеханика*, занимающаяся разработкой и созданием высокоэнергоемких емкостных двигателей с использованием тонких пленок (толщиной несколько микрометров) из различных материалов.

**ПОВТОРНО-КРАТКОВРЕМЕННЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ** (intermittent mode) — циклический режим работы *электропривода*, при котором время цикла включает время работы *электродвигателя* и время паузы, когда двигатель отключен и находится в неподвижном состоянии. При этом за время работы температура двигателя не достигает установившегося значения, а за время паузы температура двигателя не достигает температуры окружающей среды. В результате этого при достаточно долгом повторении циклов процесс изменения температуры двигателя устанавливается, т.е. температура двигателя в начале и в конце цикла одинаковы, а колебания температуры происходят около среднего значения. Для того, чтобы отклонения температуры от среднего значения были допустимыми, время работы и время паузы должны быть существенно меньше *постоянной времени нагрева* двигателя.

**ПОДЧИНЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ** (subordinate regulation) — способ регулирования основных *координат электропривода* (тока, скорости, углового или линейного перемещения) с использованием нескольких вложенных друг в друга замкнутых контуров и последовательных управляющих устройств (регуляторов), включаемых в каждом контуре в начале прямого канала, осуществляющих обработку результатов сравнения сигналов задания от внешнего контура и сигналов обратных связей и формирующих сигналы управления в соответствии с заданным алгоритмом.

**ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА** (quality factors) — показатели, характеризующие свойства *электропривода* при регулировании его координат (см. *координаты электропривода*). К П.к. относятся *диапазон регулирования, точность регулирования, быстродействие, перерегулирование, динамический перепад скорости, колебательность, порядок астатизма* и др.

**ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (interference immunity of power drive system) — одна из характеристик *электро-*

*магнитной совместимости* электропривода, определяемая как его способность сохранять требуемый уровень функциональных показателей в присутствии электромагнитных помех. Электромагнитные помехи могут воздействовать на элементы электропривода в виде электромагнитных полей и по проводникам — в виде искажений напряжения питания и информационного сигнала.

Основные нормы П.э. регламентируются национальными и международными стандартами.

**ПОРЯДОК АСТАТИЗМА** (deviation order) — показатель свойства системы *автоматического регулирования* сводить установившуюся ошибку регулирования к нулю при изменении внешнего воздействия (управляющего или *возмущающего*). П.а. определяется степенью интегральной составляющей *передаточной функции разомкнутой системы автоматического регулирования* (числом *интегрирующих звеньев* в разомкнутой системе). При астатизме первого порядка ошибка равна нулю при постоянном задающем воздействии, при астатизме второго порядка — при линейно нарастающем задающем воздействии.

**ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ КОРРЕКЦИЯ** (consecutive correction) — способ включения корректирующих звеньев в *системе автоматического регулирования* в прямой канал последовательно с функционально необходимыми элементами. Системы с последовательной коррекцией просты и удобны для расчета и настройки *контуров регулирования*. Достоинством таких систем является возможность удобного ограничения любой из регулируемых *координат электропривода* на заданном уровне в структуре с *подчиненным регулированием* координат.

**ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ИНТЕРФЕЙС** (serial interface) — *интерфейс*, при котором информация передается последовательно по одному биту.

**ПОСТОЯННАЯ ВРЕМЕНИ** (response time) — величина, характеризующая динамические свойства, как правило, инерционного звена *системы автоматического регулирования*, в котором при скачкообразном изменении управляющего воздействия свободная составляющая переходного процесса является экспоненциальной функцией времени. В этом случае П.в. равна промежутку времени, в течение которого свободная составляющая переходного процесса изменяется в  $e$  раз ( $e = 2,718$ ).

Известно и другое определение постоянной времени: постоянная времени рассматриваемого инерционного звена представляет собой

промежуток времени, за который при изменении скачком управляющего воздействия выходная переменная изменится от начального значения до установившегося значения, если ускорение в течение этого времени считать неизменным и равным ускорению в начальный момент времени.

В электроприводе различают П.в.: *электромеханическую, электромагнитную, нагрева* и др.

**ПОСТОЯННАЯ ВРЕМЕНИ НАГРЕВА** (heat time constant) — величина, характеризующая интенсивность изменения температуры *электродвигателя* в переходных режимах и определяемая как отношение теплоемкости электродвигателя к коэффициенту теплоотдачи. П.в.н. имеет размерность времени.

Получена на базе упрощенной тепловой модели двигателя, в которой предполагается, что двигатель — однородное тело с постоянной теплоемкостью, с одинаковой температурой во всех точках, с постоянным коэффициентом теплоотдачи во внешнюю среду.

П.в.н. представляет собой время, в течение которого при постоянной мощности потерь энергии в двигателе и при отсутствии отдачи тепла в окружающую среду его температура изменяется от температуры окружающей среды до температуры, равной установившейся температуре при нормальных условиях теплоотдачи.

Используется для оценки условий нагрева двигателей и при проверке правильности предварительного выбора мощности двигателя.

**ПОСТОЯННЫЕ ВРЕМЕНИ** (time constants) — *параметры электропривода*, характеризующие динамические свойства электропривода: *электромеханическая постоянная времени, электромагнитная постоянная времени, постоянная времени преобразователя электрической энергии, постоянная времени нагрева электродвигателя* и др.

В общем случае постоянная времени — величина, характеризующая динамические свойства звена системы автоматического регулирования, имеет размерность времени. Как правило, применяется для описания динамических свойств *инерционного звена*.

**ПРЕДУПРАВЛЕНИЕ** (preliminary control) — управление, при котором *управляющее воздействие* на входе регулятора представляет собой отклонение регулируемой координаты от *задающего воздействия*, а выходное напряжение регулятора суммируется с сигналом, являющимся определенной функцией задающего воздействия. Вид

функции определяется требованиями к *системе автоматического регулирования*. Суммарный сигнал подается на управляемый объект.

**ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ** (data conversion) — преобразование в *цифровой системе управления* сведений о *координатах электропривода* и координатах его компонентов (см. *компоненты электропривода*) из непрерывной (аналоговой) формы в цифровую и обратно. При преобразовании непрерывных величин в цифровую форму информация подвергается *дискретизации* (квантованию по времени), *квантованию по уровню* и *кодированию*.

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ** (frequency converter) в электроприводе — *преобразователь электрической энергии*, обеспечивающий преобразование переменного тока одной частоты в переменный ток другой частоты. Включается между источником энергии с постоянной частотой и двигателем переменного тока. Обеспечивает подачу на двигатель напряжения регулируемой частоты. Различают П.ч. *электромеханические, прямые* (непосредственные П.ч.) и *непрямые* (П.ч. с промежуточным звеном постоянного тока).

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ЗВЕНОМ ПОСТОЯННОГО ТОКА** (indirect frequency converter) — преобразователь частоты с промежуточным звеном постоянного тока, содержащий на своем входе выпрямитель (неуправляемый или управляемый, нереверсивный или реверсивный) и *автономный инвертор*.

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ НЕПОСРЕДСТВЕННЫЙ** (direct frequency converter, cycloconverter) — *преобразователь частоты* с формированием выходного напряжения из отрезков входных напряжений преобразователя (непосредственный преобразователь частоты). Выполняется на базе реверсивных (двухкомплектных) полупроводниковых преобразователей в каждой фазе. Выходная частота преобразователя при естественной коммутации определяется частотой переключения комплектов в каждой фазе. Для тиристорных преобразователей выходная частота при этом ниже входной частоты. П.ч.п., выполненный на полностью управляемых вентилях (см. *матричный преобразователь частоты*), позволяет регулировать выходную частоту как ниже, так и выше входной.

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ** (electromechanical frequency converter) — *преобразователь частоты*, у которого выходная частота регулируется изменением скорости синхронного генератора. Скорость синхронного генератора

изменяется за счет регулирования скорости *электродвигателя постоянного тока*, приводящего в движение синхронный генератор. Скорость двигателя постоянного тока регулируется изменением напряжения на его якоре, поступающего или с выхода тиристорного преобразователя (см. *Система тиристорный преобразователь — двигатель*), или генератора постоянного тока (см. *Система генератор — двигатель*).

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ** (electric energy converter) — устройство, преобразующее электрическую энергию на входе *электропривода* в электрическую энергию с другими характеристиками. П.э.э. по своим функциям разделяются на:

- преобразователи переменного тока (двунаправленного) в постоянный (однонаправленный) ток. Такие преобразователи называются выпрямителями и могут быть неуправляемыми и управляемыми;

- преобразователи переменного тока одной частоты в переменный ток другой частоты. К этой группе относятся *преобразователи частоты* с непосредственной связью (НПЧ);

- преобразователи постоянного тока в переменный. К этой группе относятся автономные инверторы напряжения (АИН) и автономные инверторы тока (АИТ);

- преобразователи постоянного тока в постоянный. К этой группе относятся широтно-импульсные преобразователи (ШИП);

- преобразователи переменного напряжения в регулируемое или нерегулируемое переменное напряжение той же частоты. К этой группе относятся, например, *тиристорные преобразователи напряжения* с фазовым способом управления и естественной коммутацией (ТПН), преобразователи с широтно-импульсными способами регулирования переменного напряжения, трансформаторы.

**ПРИВЕДЕННЫЙ МОМЕНТ ИНЕРЦИИ** (equivalent moment of inertia) — момент инерции приводимого элемента механической части системы *электропривод — рабочая машина*, имеющего определенный момент инерции и вращающегося со своей скоростью, после приведения его на основе закона сохранения кинетической энергии к *элементу приведения* (чаще всего, к валу *электродвигателя*). После приведения считается, что скорости приводимого элемента и элемента приведения одинаковы.

**ПРИВЕДЕННЫЙ МОМЕНТ НАГРУЗКИ** (equivalent load torque) — момент нагрузки, создаваемый *исполнительным органом рабочей машины* (ИОРМ), вращающимся или линейно перемещающимся с

определенной скоростью, после приведения его к элементу *приведения* (чаще всего, валу *электродвигателя*). Условием приведения является равенство суммарной кинетической энергии исходной и приведенной систем. После приведения считается, что скорости ИОРМ и элемента приведения одинаковы.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ** (prediction) — предсказание будущего характера переходных процессов в *системе автоматического регулирования* на основе информации, имеющейся об их протекании в прошлом и настоящем.

**ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР** (PLC — Programmable Logic Controller) — *микропроцессорная система* специальной архитектуры, с широким набором *устройств сопряжения* с объектом и возможностью подключения к *промышленным сетям* (коммуникационным). П.л.к. оснащен проблемно-ориентированным программным обеспечением для реализации алгоритмов логического управления замкнутых *систем автоматического управления* в сфере промышленной автоматики. Программное обеспечение П.л.к. не является открытым. Программирование ведется, как правило, на специализированных языках.

**ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ** (programing control of electric drive) — управление режимом работы электропривода с целью изменения управляемой величины по заранее заданной программе. Основной составной частью программного управления является программное устройство, которое содержит программу, обеспечивает ее последовательное считывание для использования ее в качестве *задающего воздействия* на *электропривод*.

Программа может быть непрерывной и дискретной, предназначаться для управления одной или несколькими *координатами электропривода*, определяющими его состояние.

**ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ** (continuous running mode) — режим работы *электропривода*, при котором за время включения (работы) температура *электродвигателя* достигает установившегося значения, а продолжительность паузы при этом не играет роли. Нагрузка электропривода может быть как постоянной, так и переменной во времени. В последнем случае стараются выделить цикл изменения нагрузки.

**ПРОМЫШЛЕННАЯ УСТАНОВКА** (industrial plant) — совокупность *рабочей машины* и *электропривода* (гидро-, пневмопривода и др.).

**ПРОМЫШЛЕННАЯ КОММУНИКАЦИОННАЯ СЕТЬ** (fieldbus) — коммуникационная сеть, представляющая собой совокупность аппаратных и программных средств, образующих среду приема и передачи информации, и позволяющая связать различное оборудование (датчики, исполнительные механизмы, промышленные контроллеры и т.п.) между собой, а также обеспечить взаимодействие, например, *электроприводов с системой автоматического управления* более высокого уровня (см. *интеллектуальный электропривод*).

**ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ** (industrial network) — электрическая сеть, представляющая собой совокупность аппаратных средств, образующих среду передачи и поставки электроэнергии потребителю.

**ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЬЮТЕР** (industrial computer) — *микропроцессорная система*, выполненная на элементной базе микропроцессоров для персональных компьютеров в промышленном конструктивном исполнении, полностью программно и аппаратно совместимая с персональными компьютерами и обладающая характерным для персональных компьютеров набором устройств ввода/вывода (жесткие и гибкие магнитные диски или полупроводниковые FLASH диски, контроллеры для подключения дисплея, клавиатуры, контроллеры типовых интерфейсов). Промышленный компьютер обязательно имеет в своем составе интерфейсы *промышленных сетей* (коммуникационных).

**ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОНТРОЛЛЕР** (industrial controller) — *микропроцессорная система*, вычислительная мощность которой практически не отличается от вычислительной мощности персонального компьютера, однако, если для персонального компьютера одной из основных задач является функция человеко-машинного интерфейса, то промышленный контроллер ориентирован, в основном, на работу в качестве локального узла сбора и передачи данных в распределенной сети в реальном масштабе времени. П.к. используется и для локального управления *электроприводом*. П.к. оснащен аналоговыми и дискретными устройствами ввода/вывода подобно *программируемому логическому контроллеру*.

**ПРЯМОЕ УПРАВЛЕНИЕ МОМЕНТОМ** (direct torque control) — управление двигателем в *частотно-регулируемом электроприводе*, при котором электромагнитный момент двигателя, найденный с помощью математической модели двигателя, поддерживается равным заданному за счет специально организованного алгоритма коммутации силовых ключей автономного инвертора напряжения АИН. П.у.м. применяется в электроприводах как с асинхронными, так и с син-



хронными двигателями. В математической модели двигателя на основе мгновенных значений фазных токов и линейных напряжений на выходе преобразователя частоты рассчитываются текущие значения электромагнитного момента и потокосцепления статора, а также определяется пространственное положение вектора потокосцепления. Полученные в результате расчета на модели значения потокосцепления статора и электромагнитного момента подаются на входы релейных регуляторов (регулятор потокосцепления статора и регулятор электромагнитного момента). На входах регуляторов рассчитанные значения потокосцепления и электромагнитного момента сравниваются, соответственно, с заданными значениями потокосцепления и электромагнитного момента. Выходные напряжения релейных регуляторов подаются на входы блока управления инвертором, представляющего собой быстродействующий логический автомат (дискретный автомат). На блок управления инвертором поступает также сигнал, несущий информацию о пространственном положении вектора напряжения, подаваемого на обмотки статора. На каждом шаге расчета (длительностью не более 50 мкс) релейные регуляторы сравнивают заданные значения с вычисленными на модели и выдают логические сигналы на блок управления инвертором, который в соответствии с заложенным в него алгоритмом выбирает такую комбинацию включенных силовых ключей инвертора, при которой вектор напряжения статора придет в состояние, необходимое для поддержания заданного значения электромагнитного момента. Если считать силовые ключи идеальными (время срабатывания ключей пренебрежимо мало), то вектор напряжения, подаваемого на обмотки статора, изменяет свое пространственное положение скачком. В промежутке между коммутациями ключей вектор напряжения будет неподвижным в пространстве. Перерасчет состояния двигателя и принятие решения о переключении силовых ключей инвертора производится с частотой более 20 кГц. П.у.м. обеспечивает высокое *быстродействие* при обработке задания момента и высокую точность регулирования электромагнитного момента при низких скоростях двигателя, включая и нулевую.

**ПРЯМОЙ ПУСК ДВИГАТЕЛЯ** (direct starting of the motor) — пуск *электродвигателя* при непосредственном включении его в сеть на номинальное напряжение. Прямой пуск допускают маломощные двигатели постоянного тока (до сотен ватт), асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором, синхронные двигатели до нескольких сотен киловатт (а иногда и более) при питании их от мощной питающей сети. П.п.д. может осуществляться, если приводимый двигателем в движение *исполнительный орган рабочей машины* не требует огра-

ничения момента в переходных режимах и допускает ускорения, обеспечиваемые двигателем при его прямом подключении к сети. П.п.д. двигателя позволяет существенно упростить *систему управления электропривода*.

**ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ** (piezoelectric motor) — электродвигатель, в котором используется обратный пьезоэффект — физическое явление, заключающееся в способности некоторых кристаллических материалов деформироваться при изменении внешнего электрического поля (см. *электромеханическое преобразование энергии*).

**ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД** (piezoelectric drive) — *электропривод* на основе *пьезоэлектрического двигателя*. В зависимости от конструкции двигателя П.п. обеспечивает перемещения от нанометров до миллиметра и передает усилия от единиц до тысяч ньютонов. Верхняя частота полосы пропускания П.п. может достигать тысяч и более герц и ограничена только конструкцией механической системы, включающей П.п. Известны применения в лазерной и видеотехнике, в атомной микроскопии, в металлорежущих станках, в станках для производства микросхем и для обработки оптических изделий.

**РАБОТОСПОСОБНОСТЬ** (capacity for work) — способность *электропривода* (*компонентов электропривода*) выполнять заданные функции в соответствии с требованиями технической документации.

**РАБОЧАЯ МАШИНА** (working machine) — машина, выполняющая механическое движение для изменения формы, свойств, состояния и положения предмета труда.

**РАЗОМКНУТАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (electric drive open-loop control system) — *система управления электропривода* без обратной связи. Р.с.у.э. выполняет простейшие функции по управлению движением: выбор направления движения и значения *скорости электропривода*, включение и отключение электродвигателя, формирование переходных процессов при пуске и торможении, создание временных пауз в движении, *защиту электропривода*, защитное отключение электродвигателя и остановку *исполнительного органа рабочей машины*.

Р.с.у.э. может быть выполнена как на базе релейно-контакторной аппаратуры (см. *релейно-контакторная система управления*), так и на базе *системы управляемый преобразователь — двигатель*.

**РЕВЕРСИВНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (reversible electric drive) — электропривод, обеспечивающий движение *исполнительного*

органа рабочей машины (ИОРМ) в любом из двух противоположных направлений. Изменение направления движения в большинстве случаев осуществляется за счет реверсирования *электродвигателя*, например, путем изменения направления тока в обмотке якоря или обмотке возбуждения (в *двигателях постоянного тока*) или изменением чередования фаз обмотки статора (в двигателях переменного тока). В ряде случаев изменение направления движения ИОРМ может осуществляться переключением в *передаточном устройстве*, например, зубчатых передач в коробке скоростей (коробки передач). Иногда электроприводы обеспечивают возвратно-поступательные движения исполнительного органа рабочей машины без реверсирования двигателя и переключений в передаточном устройстве.

**РЕГУЛИРОВАНИЕ КООРДИНАТ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (control of power drive system controlled variable) — целенаправленное изменение одной или нескольких *координат электропривода* по воле оператора или средствами *системы автоматического управления* (САУ) в соответствии с требованиями технологического процесса, предъявляемыми к движению *исполнительного органа рабочей машины*. Различают регулирование координат собственно электропривода: момента (усилия), тока, скорости, перемещения (положения), а также регулирование технологических координат: натяжения обрабатываемого материала, расхода жидкости, температуры, геометрических размеров заготовки и пр. В большинстве случаев Р.к.э. осуществляется воздействием на электродвигатель, но может осуществляться и воздействием на передаточное устройство — коробку скоростей (коробку передач), гидравлическую или электромагнитную муфты и пр. В большинстве случаев Р.к.э. осуществляется воздействием на *электродвигатель*.

**РЕГУЛИРОВАНИЕ ПО ВОЗМУЩЕНИЮ** (feed-forward control) — *регулирование координат электропривода*, при котором отклонение регулируемой координаты от заданного значения (см. *задающее воздействие*) из-за влияния *возмущающего воздействия* компенсируется воздействием, являющимся функцией *возмущающего воздействия*.

**РЕГУЛИРОВАНИЕ ПО ОТКЛОНЕНИЮ** (deviation control) — *регулирование координат электропривода*, при котором отклонение регулируемой координаты от заданного значения (см. *задающее воздействие*) компенсируется воздействием через обратную связь вне

зависимости от причин, вызвавших это отклонение (см. *замкнутая система регулирования*).

**РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (controlled electric drive) — *электропривод*, обеспечивающий *регулирование координат электропривода*. Электропривод, координаты которого изменяются только в результате действия *возмущающих воздействий*, называют нерегулируемым. Примерами *регулируемого электропривода постоянного тока* служат электроприводы, содержащие *систему управляемый преобразователь — двигатель*, электроприводы, обеспечивающие регулирование координат изменением тока возбуждения (*двухзонное регулирование*), изменением сопротивлений в якорной цепи (*параметрическое регулирование*).

Примерами *регулируемого асинхронного электропривода* служат *частотно-регулируемые электроприводы*, электроприводы, выполненные по каскадной схеме, *электроприводы с машиной двойного питания*, электроприводы с изменением напряжения на статоре, сопротивлений в роторе, с переключением числа пар полюсов (*параметрическое регулирование*).

Примерами *регулируемого электропривода с синхронными двигателями* служат электропривод с частотным регулированием и электропривод с *вентильным двигателем (вентильный электропривод)*.

Примерами *регулируемого вентильно-индукторного электропривода* служат электроприводы с регулированием напряжения, тока, углов коммутации.

Р.э. по виду регулируемой координаты подразделяют на *моментный, скоростной и позиционный электроприводы*.

**РЕГУЛЯТОРЫ** (regulators) в электроприводе — устройства, посредством которых осуществляется *регулирование координат электропривода*. Регуляторы могут быть неавтоматическими и автоматическими. При неавтоматическом регуляторе регулирование координат осуществляется воздействием человека (оператора) на регулятор. Автоматический регулятор может быть программным. В этом случае выходное напряжение регулятора (*воздействие управляющее*) изменяется без участия оператора по заранее заложенной в регулятор программе. Наиболее распространены автоматические регуляторы, выходное напряжение которых является функцией отклонения текущего значения регулируемой координаты от ее заданного значения (*регулирование по отклонению*).

В соответствии с законом регулирования, регулятор может быть пропорциональным, интегральным, пропорционально-интегральным, пропорционально-интегрально-дифференциальным, релейным и др. Различают регуляторы по регулируемой координате — регуляторы тока, регуляторы скорости и т.д. Различают также регуляторы и по использованной элементной базе — аналоговые, цифровые и др.

**РЕКУПЕРАЦИЯ** (regeneration) — процесс преобразования механической энергии системы в электрическую энергию и передача ее в сеть. Электрическая машина в этом случае работает как генератор.

**РЕЛЕЙНО-КОНТАКТОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ** (relay switching control system) — *система управления электропривода, управляющее устройство* которой реализуется на основе релейно-контакторной аппаратуры. Р.к.с.у. осуществляет выбор направления и скорости движения, пуск, торможение, реверсирование, останов двигателя, создание временных пауз в движении, защиту электропривода и остановку *исполнительного органа рабочей машины*. Заводы-изготовители поставляют Р.к.с.у. в виде законченных изделий — станций управления, выполняющих перечисленные операции и предназначенных для *электроприводов постоянного тока* (с двигателями независимого и последовательного возбуждения), *асинхронных* (с короткозамкнутым и фазным ротором), электроприводов с синхронными двигателями и др.

**РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ СРЕДСТВАМИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (resources-saving by means of electric drive) — рациональное использование ресурсов электроэнергии, тепла, воды, материалов, трудозатрат и т.п. в технологиях, связанных с *электромеханическим преобразованием энергии* и управлением технологическим процессом средствами *электропривода*. Осуществляется главным образом за счет подведения к *исполнительному органу рабочей машины* мощности, необходимой в данный момент для нормального (оптимального) осуществления технологического процесса. Например, напор в системе водоснабжения здания должен быть таким, чтобы обеспечить комфортное водоснабжение в наиболее удаленной высокой (диктующей) точке; любой избыток напора приводит к лишним затратам электроэнергии в электроприводе насоса, к потерям воды из-за нерационального ее использования и к дополнительным трудозатратам на ремонт арматуры. Ресурсосбережение средствами электропривода реализуется за счет перехода от нерегулируемого электропривода к *регулируемому* — например, к электроприводу, обеспечивающему

регулирование скорости двигателя в функции расхода воды или напора в диктующей точке.

**САМОНАСТРАИВАЮЩИЙСЯ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (self-tuning electric drive) — *адаптивный электропривод*, в котором на основе информации о входных, выходных и управляющих сигналах автоматически изменяются уставки или параметры *регуляторов* в целях достижения требуемого качества управления. Применяется при неопределенности или изменении непредвиденным образом в процессе эксплуатации *параметров электропривода* и приводимого им *исполнительного органа рабочей машины*, их характеристик и условий работы.

**САМООБУЧАЮЩИЙСЯ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (self-learning electric drive) — *адаптивный электропривод*, в котором на основе информации о входных, выходных и управляющих сигналах автоматически изменяется алгоритм его функционирования по мере накопления опыта управления в целях достижения оптимального (в каком-либо определенном смысле) поведения электропривода.

Самообучение наиболее эффективно при использовании искусственных *нейронных сетей* в электроприводе.

Применяется при неопределенности или изменении непредвиденным образом в процессе эксплуатации *параметров электропривода* и приводимого им *исполнительного органа рабочей машины*, их характеристик, условий работы, решения вновь возникающих задач.

**СЕКЦИОНИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (sectioned electric drive) — *частотно-регулируемый электропривод*, у которого *электродвигатель* имеет на статоре несколько (например, три) одинаковых изолированных друг от друга обмоток (секций) с питанием каждой от отдельного *преобразователя частоты*. Это позволяет, например, увеличить мощность двигателя при ограниченной мощности преобразователей частоты.

**СЕРВОПРИВОД** (servo drive) — *электропривод*, обеспечивающий исполнение команд и заданий, управляющих положением рабочих или регулирующих органов машин и технологических установок с требуемой точностью.

По назначению различают два класса:

Сервоприводы перемещения регулирующих органов (задвижки, клапаны, рулевые и др. исполнительные устройства) в положение, определяемое технологическим *регулятором* или оператором.

Сервоприводы перемещения *исполнительных органов рабочих машин* (обрабатывающих станков, транспортирующих, маркирующих, сканирующих, наводящих и подобных механизмов) в заданное положение.

Второй класс часто определяют как *следящий электропривод*.

**СИГНАЛЬНЫЙ ПРОЦЕССОР** (digital signal processor — DSP) — специализированный микропроцессор, предназначенный для цифровой обработки сигналов (обычно в реальном масштабе времени). Архитектура сигнальных процессоров, по сравнению с микропроцессорами общего применения, имеет особенности, позволяющие максимально ускорить выполнение типовых задач цифровой обработки сигналов (цифровая фильтрация, преобразование Фурье, поиск сигналов и т.п.). Наиболее трудоемкая часть этих задач — операция перемножения массивов данных определенной длины (последовательностей выборок АЦП, коэффициентов фильтров и т.п.). Поэтому С.п. ориентирован, в первую очередь, на многократное выполнение умножения с расчетом адресов перемножаемых элементов массивов.

**СИЛОВОЙ КАНАЛ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (power equipment) — совокупность устройств, осуществляющих передачу и преобразование энергии от источника энергии к *исполнительному органу рабочей машины*, обслуживаемой *электроприводом*, и в некоторых случаях — в обратном направлении. В качестве источника энергии может быть или промышленная электрическая сеть, или, в случае *автономного электропривода*, — автономный источник (аккумуляторная батарея, дизель-генератор и пр.). Обязательными элементами силового (энергетического) канала являются *электродвигатель*, преобразующий электрическую энергию в механическую, устройства коммутации, защиты и сигнализации. В С.к.э. могут входить *передаточное устройство и преобразователь электрической энергии*.

**СИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ** (synchronous motor) — *электродвигатель* переменного тока, у которого токи, протекающие по обмоткам статора, создают магнитное поле, вращающееся с определенной скоростью, называемой синхронной, а активный ротор увлекается полем статора и вращается в направлении поля статора с той же скоростью. Ротор выполняется в виде явнополюсного или неявнополюсного электромагнита, питаемого через кольца и щетки от источника постоянного напряжения, или конструкции из постоянных магнитов. Скорость С.д. регулируют изменением частоты питающего напряжения. Наилучшие регулировочные свойства С.д. имеет в режиме *вен-*

*тильного двигателя*. Регулированием тока возбуждения С.д. можно в широких пределах изменять *коэффициент мощности*.

**СИНХРОННЫЙ РЕАКТИВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ** (reluctance motor) — *синхронный двигатель* специального исполнения с явнополюсным пассивным ротором. Статор С.р.д. конструктивно выполняется аналогично статору двигателя переменного тока обычного исполнения. Наибольшее применение нашли С.р.д. с асинхронным пуском. Для этого на их роторе предусматривается короткозамкнутая обмотка, как у обычных синхронных двигателей.

**СИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (synchronous power drive system) — *электропривод переменного тока*, в котором в качестве *электродвигателя* используется *синхронный двигатель*. С.э. широко используется в нерегулируемом электроприводе. Регулирование скорости С.э. осуществляется изменением частоты питающего напряжения. Наилучшие регулировочные свойства С.э. имеет в режиме работы *вентильного двигателя*. С.э. выгодно отличается возможностью иметь желаемый коэффициент мощности.

**СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ** (automatic control system) — совокупность устройств, предназначенных для автоматического поддержания с требуемой точностью постоянства или изменения по заданному закону некоторой физической величины, характеризующей технологический процесс. Например, в *электроприводе* такой величиной может быть любая *координата электропривода*. Управление осуществляется приложением *управляющего воздействия* (УВ) к *регулятору*. В С.а.р. УВ обычно является функцией отклонения регулируемой координаты от заданного значения (регулирование по отклонению). Заданное значение регулируемой координаты определяется *задающим воздействием*, которое может быть изменено оператором (ручное управление), программно или автоматически (см. *система автоматического управления*).

**СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ** (automatic control system) — совокупность устройств, предназначенных для автоматического изменения некоторой физической величины, характеризующей технологический процесс. Например, в *электроприводе* такой величиной может быть любая *координата электропривода*. С.а.у. обеспечивает поддержание с требуемой точностью постоянства заданного значения регулируемой координаты или ее изменение по заданному закону (см. *система автоматического регулирования*); оптимизирует работу объекта управления в соответствии с опреде-



ленным критерием качества управления; изменяет уставки, параметры регуляторов, структуру, алгоритм функционирования с целью достижения требуемого качества управления при изменении параметров С.а.у. и условий эксплуатации (см. *адаптивный электропривод*).

**СИСТЕМА ГЕНЕРАТОР — ДВИГАТЕЛЬ (Г-Д)** (*generator-motor system*) — *регулируемый электропривод* постоянного тока, в котором в качестве управляемого *преобразователя электрической энергии* используется генератор постоянного тока с независимым возбуждением (см. *система управляемый преобразователь — двигатель*), приводимый во вращение первичным двигателем (чаще асинхронным или синхронным электродвигателем). Г-Д обеспечивает *регулирование координат электропривода* изменением напряжения на якоре двигателя за счет изменения ЭДС генератора. ЭДС генератора изменяется за счет регулирования тока в его обмотке возбуждения. Обмотка возбуждения генератора, как правило, получает питание от своего управляемого преобразователя электрической энергии (тисторного, транзисторного и др.).

**СИСТЕМА ТИРИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ — ДВИГАТЕЛЬ (ТП-Д)** (*Thyristor converter-motor system*) — *регулируемый электропривод* постоянного тока, в котором в качестве управляемого *преобразователя электрической энергии* используется *тиристорный преобразователь* переменного тока в постоянный и обратно. ТП-Д обеспечивает *регулирование координат электропривода* изменением напряжения на якоре двигателя постоянного тока независимого возбуждения путем регулирования угла включения тириستоров.

**СИСТЕМА ТРАНЗИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ — ДВИГАТЕЛЬ** (*Transistor converter power drive system*) — *регулируемый электропривод* постоянного тока, в котором в качестве управляемого *преобразователя электрической энергии* используется транзисторный преобразователь (см. *преобразователь транзисторный*). С.т.п.д. обеспечивает *регулирование координат электропривода* изменением напряжения на якоре двигателя постоянного тока независимого возбуждения путем регулирования среднего значения напряжения на выходе транзисторного преобразователя посредством *широотно-импульсной модуляции*. Якорная цепь двигателя периодически подключается транзисторами, работающими в ключевом режиме (см. *ключ управляемый*), к источнику питания постоянного тока (неуправляемый *выпрямитель*), имеющему постоянное значение выпрямленного напряжения. Частота коммутаций, как правило, постоянна и может составлять десятки кило-

герц. Значение среднего напряжения на выходе преобразователя определяется *скважностью*, т.е. отношением времени включенного состояния ключа ко времени периода коммутации.

**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (power drive control system) — совокупность управляющих и информационных устройств, *устройств сопряжения* и программного обеспечения электропривода, осуществляющих управление потоком энергии в *силовом канале электропривода* с целью обеспечения *алгоритма функционирования* для выполнения требуемого технологического процесса рабочей машины, обслуживаемой электроприводом.

С.у.э. в общем случае обеспечивает включение и отключение электродвигателя, выбор направления движения и значения *скоростей электропривода*, *формирование переходных процессов* при пуске, торможении и *ударном приложении нагрузки*, создание временных пауз в движении, *регулирование координат электропривода* и поддержание (стабилизацию) той или иной координаты на требуемом уровне (см. *система автоматического регулирования*, *следящий электропривод*), диагностику (см. *диагностика техническая*), *отображение информации и защиту электропривода*, защитное отключение электродвигателя и остановку *исполнительного органа рабочей машины*.

**СИСТЕМА УПРАВЛЯЕМЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ-ДВИГАТЕЛЬ** (controlled converter power drive system) — *регулируемый электропривод*, обеспечивающий регулирование скорости или других координат электропривода изменением выходной координаты управляемого преобразователя (*преобразователя электрической энергии*). В *электроприводе постоянного тока* при регулировании координат электропривода изменением напряжения на якоре двигателя в качестве управляемого преобразователя используются генератор постоянного тока (см. *система генератор — двигатель*), тиристорный преобразователь (см. *система тиристорный преобразователь — двигатель*), транзисторный преобразователь (см. *система транзисторный преобразователь — двигатель*).

В *асинхронном электроприводе* и в электроприводе с синхронным двигателем в качестве управляемого преобразователя могут использоваться *преобразователь частоты*, *тиристорный преобразователь напряжения*. В *вентильно-индукторном электроприводе*, в электроприводе с *вентильным двигателем* могут использоваться коммутаторы, переключающие токи в обмотках в функции положения ротора.

**СКВАЖНОСТЬ** (off-duty factor) — один из квалификационных признаков импульсных систем, определяющий отношение длительности периода следования импульсов к длительности импульса. Величина, обратная скажности, называется коэффициентом заполнения (Duty cycle — D). В электроприводе понятие скажности используется для характеристики преобразовательных устройств с широтно-импульсной модуляцией.

**СКОЛЬЖЕНИЕ** (slip) — отношение отклонения угловой скорости ротора от угловой скорости вращающегося магнитного поля к угловой скорости поля. В частотно-регулируемом электроприводе при частоте, отличающейся от номинальной, отношение отклонения угловой скорости ротора от угловой скорости поля к угловой скорости поля при номинальной частоте называют абсолютным скольжением.

**СКОРОСТЬ ИДЕАЛЬНОГО ХОЛОСТОГО ХОДА** (ideal no-load speed) — скорость *электродвигателя* при *идеальном холостом ходе*, когда развиваемый двигателем электромагнитный момент равен нулю. В *асинхронном электроприводе*, например, С.и.х.х. равна синхронной, определяемой скоростью вращения магнитного поля, создаваемого обмотками статора.

**СКОРОСТЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (speed of power drive system) — скорость *исполнительного органа рабочей машины* ИОРМ, приводимого в движение *электроприводом*. С.э. — векторная величина, характеризующая движение точки (тела). При равномерном поступательном движении вектор скорости направлен в сторону движения и численно равняется отношению пройденного пути к промежутку времени, за который этот путь пройден. Измеряется в м/с. При движении по сложной пространственной траектории вектор скорости направлен по касательной в рассматриваемой точке траектории.

При вращательном движении различают угловую скорость и линейную (окружную). Угловая скорость — векторная величина, характеризующая вращательное движение точки (тела). При равномерном вращении тела вокруг неподвижной оси его угловая скорость численно равна отношению угла поворота к промежутку времени, за который этот поворот совершен.

Вектор угловой скорости направлен вдоль оси вращения. Измеряется угловая скорость в рад/с. Иногда угловую скорость измеряют в об/мин. В этом случае угловую скорость называют частотой вращения и обозначают буквой *n*.

**СЛЕДЯЩИЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (servo drive, power servo drive system) — *электропривод*, обеспечивающий непрерывное автоматическое регулирование по отклонению положения *исполнительного органа рабочей машины* ИОРМ с требуемой точностью от произвольного изменяющегося положения контролируемого объекта — объекта слежения. С.э. содержит датчики положения ИОРМ и объекта слежения, измеритель рассогласования между положением ИОРМ и объектом слежения, *регулятор положения, систему автоматического регулирования скорости* (скоростную подсистему). Регулятор положения по заданному закону вырабатывает *задающее воздействие* на скоростную подсистему. В ряде случаев С.э. должен обеспечить не только отсутствие рассогласования между положением ИОРМ и объекта слежения, но и синхронизацию скоростей.

**СТАНДАРТНЫЕ РЕЖИМЫ** (standard duties) — режимы работы *электропривода*, характеризующие изменение его нагрузки в функции времени (см. *нагрузочная диаграмма*) и используемые при проверке *электродвигателя* по нагреву. Стандартом предусмотрено восемь режимов. Характерными и наиболее часто используемыми являются три из них: S1 (*продолжительный*), S2 (*кратковременный*) и S3 (*повторно-кратковременный*).

**СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ** (circuit diagram) — чертеж, входящий в состав конструкторской документации, разъясняющий основные идеи, принципы, составные части и связи между ними; последовательность процессов при работе технического объекта (узла, прибора, устройства, установки, технической системы, электротехнического комплекса и т.д.). С.э. выполняют с помощью условных графических обозначений, устанавливаемых в соответствии со стандартом. Используются при производстве, эксплуатации и ремонте изделий. В зависимости от назначения, С.э. подразделяют на структурные, функциональные, принципиальные, соединения, подключения, общие и расположения.

**СХЕМА ЭЛЕКТРОПРИВОДА СТРУКТУРНАЯ** (block diagram of electric drive) — графическое изображение в условных обозначениях *электропривода* как *системы автоматического регулирования* координат. В С.э.с. устройства и элементы электропривода представляются как динамические звенья и изображаются прямоугольниками с записью внутри их *передаточных функций*.

Прямоугольники соединяются между собой линиями связи, дающими представление о взаимосвязи динамических звеньев. Суммиро-

вание сигналов на структурных схемах изображается в виде кружков с указанием знака сигнала. В нелинейных системах электропривода на структурной схеме изображаются нелинейные характеристики элементов. Каждое звено структурной схемы имеет вход и выход. Вся система в целом также имеет вход системы и выход системы. На вход системы или отдельного звена подается *задающее воздействие*, которое определенным образом преобразуется в выходную величину. Входная и выходная величины могут иметь различную физическую природу.

**ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (electric drive theory) — система научных знаний, дающая целостное представление об основных *компонентах электропривода* и существенных связях между ними, об общих закономерностях, свойственных различным техническим реализациям электроприводов, о *регулировании координат электропривода* и *формировании переходных процессов*, об энергетической эффективности, о взаимодействии электропривода как технической системы с другими системами, в которые электропривод входит как подсистема — системой электроснабжения или источником электрической энергии, технологической системой или рабочей машиной и *системой автоматического управления* более высокого уровня, часто с человеком-оператором.

Т.э. базируется на обширном комплексе областей науки, связанных главным образом с использованием электрической энергии для приведения в движение исполнительных органов рабочей машины и автоматического управления этим движением в соответствии с требованиями производственного процесса.

**ТЕПЛОВАЯ МОДЕЛЬ ДВИГАТЕЛЯ** (heat model of the motor) — в большинстве случаев, упрощенная модель нагрева *электродвигателя*, в которой двигатель считается однородным телом с постоянной теплоемкостью, с одинаковой температурой во всех точках, с теплоотдачей в окружающую среду, пропорциональной коэффициенту теплоотдачи и превышению температуры двигателя над температурой окружающей среды. Позволяет найти температуру двигателя при известных потерях в нем и использовать упрощенные методы проверки двигателя по нагреву (см. *метод средних потерь* и *методы эквивалентных величин*).

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АГРЕГАТ** (technological unit) — устройство, обеспечивающее тепловые, химические и др. (не механические)

воздействия на материал (например, установки нагрева, покрытия материалов различными составами и т.д.).

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС** (technological system) — совокупность *рабочих машин и технологических агрегатов*, составляющих одно целое при выполнении *технологического процесса* (прокатный стан, бумагоделательная машина, кордная линия и т.д.).

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР** (technological controller) — *микропроцессорная система* для регулирования технологических координат и управления технологическими процессами. Технологические контроллеры выполняются на основе универсальных средств промышленной автоматики. Выделяют три группы изделий: *программируемые логические контроллеры, промышленные компьютеры, промышленные контроллеры*.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС** (processing) — совокупность последовательных действий и методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств и положения предмета труда.

**ТИРИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ** (thyristor converter) — *преобразователь электрической энергии, предназначенный для преобразования напряжения переменного тока в регулируемое по заданному закону напряжение постоянного тока* (см. *система тиристорный преобразователь — двигатель*). Различают однофазные (однополупериодные и двухполупериодные), трехфазные (с нулевой и мостовой схемами выпрямления), двенадцатифазные (с параллельным или последовательным соединением трехфазных мостовых схем) и др. Т.п. может быть неререверсивным (однокомплектным) или реверсивным (двухкомплектным). Неререверсивный Т.п. обеспечивает работу электропривода в двух квадрантах механической характеристики при неизменном направлении тока в якорной цепи. Реверсивный преобразователь обеспечивает работу электропривода в четырех квадрантах механической характеристики. Реверсивный преобразователь может иметь или согласованное (совместное), или раздельное управление.

**ТИРИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПЯЖЕНИЯ** (thyristor voltage converter) — *преобразователь электрической энергии*, обеспечивающий регулирование напряжения переменного тока по требуемому закону. Т.п.н. состоит из шести тиристоров (для реверсивного Т.п.н. — 10 тиристоров), включенных попарно встречно-параллельно в цепи фаз трехфазного напряжения переменного тока. Т.п.н. чаще всего используется в *устройствах мягкого пуска* и обеспечивает регулирование питающего двигателя напряжения изменени-

ем угла открытия тиристоров с помощью системы импульсно-фазового управления.

**ТОРМОЖЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЕ** (dynamic braking) — режим работы *электропривода*, при котором механическая энергия через *исполнительный орган рабочей машины* передается на вал *электродвигателя*, преобразуется в электрическую и выделяется в форме тепловой энергии в резисторах, включаемых на время работы в этом режиме в цепь обмоток двигателя. При этом двигатель создает тормозной электромагнитный момент. Характер движения (разгон, *установившийся режим*, снижение скорости) в режиме Т.д. определяется соотношением *момента нагрузки электропривода* и электромагнитного момента двигателя в соответствии с *уравнением движения электропривода*. Режим Т.д. получают, например, в *электроприводе постоянного тока* при отключении якоря двигателя от источника питания и замыкания его на дополнительный резистор. В *асинхронном электроприводе* обмотки статора отключают от сети переменного тока, и две из них (при трехфазном двигателе) подключают к источнику постоянного напряжения. В случае двигателя с фазным ротором последовательно с обмотками ротора включают дополнительные резисторы.

**ТОРМОЖЕНИЕ ПРОТИВОВКЛЮЧЕНИЕМ** (plugging) — режим работы *электропривода*, при котором механическая энергия (в том числе и кинетическая энергия движущихся элементов электропривода) через *исполнительный орган рабочей машины* передается на вал двигателя, преобразуется в электрическую и, совместно с электрической энергией, потребляемой двигателем от источника питания, определяет создание тормозного электромагнитного момента. Суммарная электрическая энергия выделяется в виде тепловой энергии в резисторах, включаемых на время торможения в цепи обмоток якоря (ротора). Характер движения (разгон, установившийся режим, снижение скорости) в этом режиме определяется соотношением *момента нагрузки электропривода* и электромагнитного момента двигателя в соответствии с *уравнением движения*. В *электроприводах постоянного тока* Т.п. получают или за счет изменения полярности подаваемого на якорь напряжения питания на противоположную или за счет принудительного вращения двигателя в противоположную сторону. В обоих случаях в цепь якоря включают дополнительный резистор. В электроприводе с асинхронным двигателем Т.п. получают или при вращении ротора в сторону, противоположную вращению поля стато-

ра, или за счет изменения чередования фаз на статоре. В случае двигателя с фазным ротором последовательно с обмотками ротора при Т.п. включают дополнительные резисторы.

**ТОРМОЖЕНИЕ РЕКУПЕРАТИВНОЕ** (regenerative braking) — режим работы *электропривода*, при котором механическая энергия (в том числе и кинетическая энергия движущихся элементов электропривода) поступает на вал двигателя (при этом *электродвигатель* работает в генераторном режиме), преобразуется в электрическую и (за вычетом потерь в самом электроприводе) передается источнику питания. Характер движения (разгон, установившийся режим, снижение скорости) в этом режиме определяется соотношением *момента нагрузки электропривода* и электромагнитного момента двигателя в соответствии с *уравнением движения*. В *электроприводе постоянного тока* режим Т.р. получают при напряжении источника питания, меньшем ЭДС двигателя. В *асинхронном электроприводе* режим Т.р. получают при скоростях вращения ротора, больших скорости вращения поля статора.

**ТОРМОЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА МЕХАНИЧЕСКОЕ** (mechanical braking of electric drive) — снижение (частичное или до нуля) скорости *исполнительного органа рабочей машины* за счет *момента нагрузки электропривода*, в том числе и создаваемого тормозным устройством, применяемым в ряде случаев. *Электродвигатель* при этом может иметь электромагнитный момент, равный нулю (двигатель отключен от источника энергии), или иметь движущий момент, действующий в направлении движения, по величине меньший момента нагрузки электропривода. Темп снижения скорости определяется значением момента нагрузки электропривода, значением электромагнитного момента двигателя и *моментом инерции электропривода* в соответствии с *уравнением движения*.

**ТОРМОЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ** (electric braking of electric drive) — режим работы *электропривода*, при котором электродвигатель создает тормозной электромагнитный момент (момент, действующий против направления движения). Различают *торможение рекуперативное*, *торможение динамическое* и *торможение противовключением*.

**ТОЧНАЯ ОСТАНОВКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (accurate stopping of electric drive) — точное позиционирование *электропривода* в заданных точках пути по дискретным сигналам путевых датчиков. Задача Т.о.э. сводится к автоматическому отключению *электро-*



двигателя и наложению механического тормоза в такой точке пути, из которой электропривод за время торможения, двигаясь по инерции, перемещает *исполнительный орган рабочей машины* ИОРМ в заданную точку пути с требуемой точностью. Сигнал на отключение электродвигателя поступает с датчика точной остановки, после чего движение электропривода становится неуправляемым. Максимальная *погрешность* (отклонение точки остановки ИОРМ от заданной) зависит от начальной *скорости электропривода* (скорости электропривода в момент отключения двигателя), от жесткости *механической характеристики, момента инерции и момента нагрузки электропривода*.

**ТОЧНОСТЬ РЕГУЛИРОВАНИЯ КООРДИНАТ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (control accuracy of electric drive coordinate regulation) — *характеристика* качества регулирования, отражающая степень близости значения регулируемой координаты к ее заданному значению. Чем меньше регулируемая координата отклоняется от заданного значения, т.е. чем меньше *погрешность*, тем выше Т.р.к.э. Иногда в качестве количественной оценки Т.р.к.э. указывают погрешность, однако погрешность — понятие противоположное точности.

Различают статическую и динамическую Т.р.к.э. Статическая точность, например, регулирования *скорости электропривода* оценивается по отношению *статического отклонения скорости* к заданному значению. Динамическая Т.р.к.э. оценивается по отношению мгновенного максимального отклонения регулируемой координаты в переходном процессе к ее заданному значению.

**УДАРНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ НАГРУЗКИ** (impact loading) — резкое (скачкообразное) увеличение *момента нагрузки электропривода*, являющегося для него возмущающим воздействием (см. *возмущающее воздействие*). Время нарастания момента нагрузки электропривода при этом мало и при исследовании *переходных процессов в электроприводе* считается равным нулю. Переходный процесс при У.п.н. характеризуется установившимися значениями угловой скорости и момента двигателя, динамической просадкой угловой скорости и *статическим отклонением скорости*.

**УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ** (universal motor) — однофазный коллекторный двигатель последовательного возбуждения, работающий как на переменном, так и на постоянном токе. Применяется в бытовой технике, электроинструменте, медицинской технике и т.д.

**УНИФИЦИРОВАННАЯ БЛОЧНАЯ СИСТЕМА РЕГУЛЯТОРОВ** (unified block regulating system) — набор блочных электронных регуляторов, блоков питания, преобразования сигналов датчиков, логических и функциональных блоков, а также комплектных устройств на их основе, обеспечивающих реализацию унифицированных систем регулирования электроприводов высокой заводской готовности. Разработаны аналоговые и цифровые ветви У.б.с.р. Построение систем регулирования электропривода на базе унифицированных типовых блоков и узлов позволяет значительно ускорить разработку и изготовление комплектных устройств, повышает их надежность и способствует сокращению сроков наладки и ввода в эксплуатацию на объектах.

**УПРАВЛЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОЕ** (combined control) — управление, при котором в *системе автоматического управления* (регулирования) *управляющее воздействие* формируется как в функции отклонения регулируемой координаты от значения, определяемого *задающим воздействием* (см. *регулирование по отклонению*), так и в функции *возмущающего воздействия* (см. *регулирование по возмущению*). Возмущениями в электроприводе могут быть *момент нагрузки, момент инерции электропривода*, колебания напряжения питающей сети, изменение температуры окружающей среды и др. У.к. обеспечивает более высокую точность и быстродействие системы автоматического управления (регулирования) при устранении ошибки регулирования, вызываемой возмущением.

**УПРАВЛЕНИЕ СКАЛЯРНОЕ** (scalar control) — управление скоростью электропривода переменного тока с формированием в функции частоты (угловой скорости) модуля вектора напряжения, подаваемого на обмотки статора двигателя (см. *частотное управление*) или модуля тока в обмотках статора (см. *частотно-токовое управление*), вращающихся с заданной угловой скоростью (частотой). У.с. отличается от *векторного управления двигателем переменного тока* тем, что при У.с. отсутствует управление пространственным положением векторов напряжения или тока относительно вектора магнитного потока. Углы между векторами напряжения, тока и магнитного потока устанавливаются самостоятельно и произвольно в зависимости от *момента нагрузки электропривода*.

**УПРАВЛЯЕМЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ** (controlled converter) — преобразователь электрической энергии, обеспечивающий регулирование его выходных координат (напряжения, тока, частоты) по требуемому закону. Различают У.п., у которых выходной координатой явля-

ется напряжение постоянного тока (тиристорный преобразователь, транзисторный преобразователь, генератор постоянного тока), и У.п., у которых выходными координатами являются ток, напряжение, частота переменного тока (*преобразователь частоты, тиристорный преобразователь напряжения*).

**УПРАВЛЯЮЩЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ** (control influence) — воздействие (например, определенное значение напряжения), подаваемое на вход *регулятора* или *системы автоматического регулирования*, или *контура регулирования* и определяющее значение выходной координаты (см. *координата электропривода*). В разомкнутой системе управления У.в. совпадает с задающим воздействием. В системе автоматического регулирования по отклонению регулируемой (выходной) координаты У.в. равно разности задающего воздействия и сигнала обратной связи, пропорционального значению выходной координаты. При комбинированном управлении У.в. равно алгебраической сумме задающего воздействия, сигнала обратной связи и сигнала, являющегося функцией *возмущающего воздействия*.

**УПРАВЛЯЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО** (control device) — устройство (или совокупность устройств) *системы автоматического управления (регулирования)*, которое посредством *управляющих воздействий* (команд), вырабатываемых в соответствии с заданной целью управления или установленным законом регулирования, действует на управляемый объект, обеспечивая требуемый режим его функционирования. В *электроприводе* У.у. является его составной частью. В этом случае управляемым объектом может быть, например, *преобразователь электрической энергии, электрический двигатель* и др. У.у. может быть внешним по отношению к электроприводу. Электропривод в этом случае является управляемым объектом.

**УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (motion equation) — дифференциальные уравнения поступательного и вращательного движения системы тел механической части электропривода, устанавливающие связь между действующими на них силами или моментами сил, их инерционными массами или моментами инерции и ускорениями (линейными или угловыми) с учетом действующих внешних сил и моментов сил, уравнений кинематических связей между подвижными телами механической части электропривода.

В общем случае для решения У.д.э. используются методы теоретической механики, основанные на уравнениях Лагранжа, принципе наименьшего действия, уравнении Гамильтона—Якоби и др.

В простейшем случае для одномассовой расчетной схемы механической части электропривода У.д.э. в левой части содержит алгебраическую сумму *электромагнитного момента*, развиваемого двигателем, и приведенного *момента нагрузки электропривода*, а в правой — сумму моментов инерции двигателя и приведенного момента инерции нагрузки, умноженную на угловое ускорение.

У.д.э. используется при анализе переходных процессов в электроприводе.

**УСИЛИТЕЛЬ** (amplifier) — устройство, в котором осуществляется увеличение энергетических параметров сигнала (воздействия) за счет энергии постороннего источника.

**УСТАНОВИВШИЙСЯ РЕЖИМ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (steady-state mode of electric drive) — режим работы, при котором *задающее воздействие* и *возмущающие воздействия*, а также значения всех *координат электропривода* практически остаются неизменными или изменяются периодически. Если скорость и момент электродвигателя при этом имеют номинальные значения, то режим называется номинальным установившимся режимом.

**УСТОЙЧИВОСТЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (stability of electric drive) — свойство электропривода возвращаться (с определенной точностью) в состояние равновесия (см. *установившийся режим*) после исчезновения *возмущающего воздействия*, которое вывело электропривод из этого состояния. В электроприводе различают *статическую* и *динамическую устойчивость*.

**УСТРОЙСТВО «МЯГКОГО» ПУСКА** (soft-start device) — устройство на базе *тиристорного преобразователя напряжения* (ТПН), обеспечивающее плавный контролируемый пуск *асинхронного двигателя* за счет соответствующего изменения напряжения, подаваемого на обмотки статора. ТПН обеспечивает регулирование питающего двигателя напряжения изменением угла открытия тириستоров, изменяющегося по закону, зависящему от используемого способа управления. Наиболее часто используются следующие способы:

- управление напряжением, при котором задаются начальное напряжение и требуемая продолжительность пуска. При этом напряжение на выходе ТПН может меняться в функции времени или по линейному, или по экспоненциальному закону;
- управление током, при котором токи в обмотках статора поддерживаются при пуске на постоянном заданном уровне;

- управление моментом, при котором формируется равноускоренный переходный процесс при пуске даже при изменении *момента нагрузки электропривода*.

**УСТРОЙСТВО СОПРЯЖЕНИЯ** (interface unit) — совокупность элементов (устройств) *электропривода*, обеспечивающая связь электропривода с *системой автоматического управления* более высокого уровня, с другими электроприводами технологического комплекса, с датчиками координат электропривода и технологических координат, а также между отдельными устройствами и элементами самого электропривода.

**ФОРМИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ** (forming of transients) — обеспечение в *системе автоматического управления (регулирования)* желаемого характера изменения регулируемых координат при изменении как *задающего*, так и *возмущающего воздействия*. Задающее воздействие, как правило, изменяется скачком или по линейному закону в функции времени. *Возмущающее воздействие* также может изменяться скачком (см., например, *ударное приложение нагрузки*) или произвольным образом. При Ф.п.п. необходимо учитывать, что возможности электропривода и, в первую очередь, двигателя ограничены.

В электроприводе используются *системы автоматического регулирования*, обеспечивающие возможность формирования переходных процессов (см. *электропривод с подчиненным регулированием координат, модальное управление* и др.).

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ** (performance characteristics) — эксплуатационные свойства электропривода или его элементов, заложенные при их проектировании и производстве. К ним относятся взаимосвязи между входными и/или выходными переменными, энергетические характеристики (например, потери, коэффициенты полезного действия и мощности), показатели точности, факторы эмиссии тепла, электромагнитного возмущения, вибрации и шума в окружающую среду.

**ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ** (characteristic equation) — уравнение, получаемое приравниванием полинома знаменателя *передаточной функции* к нулю. Корни  $X_{u.}$ , называемые полюсами, полностью характеризуют динамические свойства (*устойчивость, колебательность, быстроедействие* и др.) звена или *системы автоматического регулирования*, описываемых данной передаточной функцией.

**ХОЛОСТОЙ ХОД** (idling) — режим работы электропривода, при котором приводимый им в движение *исполнительный орган рабочей машины* не совершает работы, а потребляемая из сети энергия расходуется на покрытие потерь в *преобразователе электрической энергии, электродвигателе, передаточном устройстве и исполнительном органе* рабочей машины.

**ЦИФРОАНАЛОГОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ** (digital analog converter) — устройство, преобразующее цифровой сигнал в соответствующие аналоговые значения тока или напряжения. Важными *характеристиками Ц.а.п.* являются разрядность, тип *интерфейса*, *быстродействие*. *Быстродействие* оценивается по времени установления выходного сигнала.

**ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ** (digital control system) — *система автоматического управления* (регулирования), обеспечивающая управление *координатами электропривода* в цифровой форме. Ц.с.у. ведет сбор информации о состоянии *электропривода* и его координатах, при необходимости осуществляет *преобразование информации* как из аналоговой формы в цифровую, так и обратное преобразование. Реализуется, как правило, на базе *микропроцессорных средств*.

**ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (frequency-controlled electric drive) — *электропривод переменного тока*, в котором в качестве *электродвигателя* применяется *асинхронный двигатель* (АД) или *синхронный двигатель* (СД), а регулирование скорости вращения ротора электродвигателя осуществляется посредством изменения частоты напряжения, подводимого к статору электродвигателя.

Схемная реализация Ч.р.э. предполагает включение между питающей сетью и статором электродвигателя специального устройства — *преобразователя частоты* (ПЧ). Такие схемные решения электропривода получили обозначения — системы ПЧ-АД и системы ПЧ-СД соответственно.

Ч.р.э. может быть реализован со *скалярным управлением* или с *векторным*.

**ЧАСТОТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ** (frequency control) — управление частотой  $f_1$  и амплитудой напряжения  $U_1$  подаваемого на обмотки статора двигателя переменного тока с целью регулирования его угловой скорости (см. *частотно-регулируемый электропривод*). При Ч.у. формируется модуль вектора напряжения, вращающегося с заданной угловой скоростью. Углы между векторами напряжения, тока и маг-

нитного потока при таком регулировании устанавливаются самостоятельно и произвольно в зависимости от момента нагрузки электропривода. При постоянном моменте нагрузки электропривода Ч.у. производится при  $U_1/f_1 = \text{const}$ . *Диапазон регулирования скорости* при Ч.у., как правило, не превышает 10.

**ЧАСТОТНО-ТОКОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ** (frequency-current control) — управление электроприводом переменного тока с питанием обмоток статора двигателя от преобразователя частоты, на который подаются два задающих воздействия: одно пропорциональное требуемому току статора, другое — заданной частоте. В разомкнутой системе Ч.т.у. значения частоты и тока статора задаются независимо. Ч.т.у. может быть реализовано как с применением преобразователя частоты с непосредственной связью (см. преобразователь частоты непосредственный), так и с применением преобразователя частоты с промежуточным звеном постоянного тока. Различают скалярное и векторное Ч.т.у. В асинхронном электроприводе применение скалярного Ч.т.у. в разомкнутой системе управления электропривода практически исключено, поскольку с увеличением момента нагрузки электропривода резко снижается магнитный поток двигателя, и для обеспечения желаемой перегрузочной способности двигателя по моменту потребуются заметное превышение номинальных значений напряжения питания и тока статора. Для стабилизации магнитного потока при изменении момента нагрузки задание на ток статора формируется в функции скольжения, что реализуется в замкнутой системе электропривода.

Ч.т.у. получило широкое распространение при использовании векторного управления в асинхронном электроприводе благодаря тому, что при регулировании тока в обмотках статора независимо от частоты обеспечивается регулирование и момента двигателя, что упрощает схему управления. При этом значения напряжений на обмотках статора формируются автоматически в зависимости от режима работы двигателя.

**ШАГОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ** (stepper motor) — электродвигатель, предназначенный для дискретного перемещения исполнительного органа рабочей машины (ИОРМ). Ш.д. совершает дискретные (скачкообразные) угловые или линейные дозированные перемещения (шаги), число которых строго равно числу электрических импульсов, подаваемых в обмотки статора в требуемой последовательности специальным коммутатором. В конце каждого шага фиксируется положение

ние ИОРМ. В настоящее время в промышленной практике используются силовые Ш.д. с максимальными моментами 1,5—150 Нм и шагом в сотые доли градуса при вращательном движении и единицы микрометров при поступательном.

**ШАГОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (step motor drive) — *электропривод*, в котором в качестве *электромеханического преобразователя*, приводящего в движение *исполнительный орган рабочей машины* (ИОРМ), используется *шаговый двигатель*.

Точность отработки перемещений определяется значением шага и зависит от способа коммутации токов в обмотках статора шагового двигателя.

**ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ** (pulse-width modulation — PWM) — получение из модулируемого напряжения посредством Ш.и.м. напряжения требуемого значения и формы за счет изменения скважности (значения среднего напряжения) на периоде модулирующей частоты, значение которой существенно выше частоты модулируемого напряжения. Широко применяется в автономных инверторах напряжения и в электроприводах постоянного тока с транзисторными преобразователями (см. *система транзисторный преобразователь — двигатель*).

**ЭКСКАВАТОРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА** (excavator characteristic) — *механическая (электромеханическая) характеристика электропривода*, имеющая два резко отличающихся по жесткости участка. На первом участке при изменении угловой скорости электродвигателя от скорости идеального холостого хода до значения скорости, называемой скоростью отсечки, характеристика имеет большую жесткость, т.е. незначительное снижение скорости при изменении электромагнитного момента. На втором участке характеристика имеет резко пониженную жесткость при изменении скорости от скорости отсечки до нуля. Электромагнитный момент двигателя при нулевой скорости называется моментом стопорения.

Экскаваторная характеристика используется в электроприводах при необходимости защиты двигателя или механизма от недопустимых перегрузок за счет ограничения электромагнитного момента двигателя в установившихся и динамических режимах.

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ВАЛ** (electric shaft) — *многодвигательный электропривод*, обеспечивающий синхронное вращение двух и более *электродвигателей*, валы которых не имеют механической связи. Применяется для приведения в движение механизмов, которые долж-



ны работать с одинаковой скоростью и обеспечивать одинаковые перемещения относительно некоторого заданного положения, но механическую связь между ними выполнять нецелесообразно, например, из-за их значительного удаления друг от друга (шлюзовые механизмы, механизмы разводных мостов, некоторые виды конвейеров и др.).

**ЭЛЕКТРОГИДРОПРИВОД** (electrohydraulic drive) — *электропривод*, имеющий в своем составе гидравлическое *передаточное устройство* (гидравлическую передачу). Гидравлическая передача передает механическую энергию (момент, усилие) от вала электрического двигателя к *исполнительному органу рабочей машины* посредством рабочей жидкости.

**ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ** (electric motor) — электрический двигатель, предназначенный для преобразования электрической энергии в механическую (см. *электромеханическое преобразование энергии*). В ряде случаев Э. преобразует механическую энергию в электрическую (см. *торможение электрическое*). Различают Э. постоянного тока (см. *электропривод постоянного тока*) и переменного (см. *электропривод переменного тока*). По виду движения Э. могут быть вращательными, линейными (см. *линейный электропривод*), планарными, поворотными, шаговыми (см. *шаговый электропривод*) и др.

**ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ С ПОВЫШЕННЫМ КПД (ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ДВИГАТЕЛИ)** (energy-efficient motors) — двигатели общепромышленного назначения, у которых суммарные потери мощности не менее чем на 20 % меньше суммарных потерь мощности двигателей с нормальным КПД той же мощности и частоты вращения.

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ПОСТОЯННАЯ ВРЕМЕНИ** (electromagnetic time constant) — параметр дифференциального уравнения или передаточной функции звена системы автоматического регулирования, характеризующий его динамические свойства. Например, в электрической цепи, содержащей последовательно соединенные индуктивность и активное сопротивление, постоянная времени определяется как отношение индуктивности к активному сопротивлению. Э.п.в. имеет размерность времени.

Э.п.в. представляет собой время, в течение которого при изменении на входе рассматриваемой цепи постоянного напряжения скачком ток в ней изменяется от начального значения до установившегося значения, если темп изменения тока считать постоянным и равным темпу в начальный момент времени.

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (electromagnetic compatibility of electric drive) — способность электропривода нормально функционировать в электромагнитной обстановке (см. *помехоустойчивость электропривода*) и не оказывать недопустимого влияния на работу других устройств.

Э.с.э. обеспечивают различными способами: *экранирование* электрооборудования как источника помех, защита полупроводниковых преобразователей и электронных систем управления от воздействия внешних помех, применение мероприятий по обеспечению качества питающего напряжения и напряжения на выходе полупроводниковых преобразователей и индивидуальная защита устройств с помощью широкополосных, активных и др. фильтров.

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ** (electromagnetic motor) — *электродвигатель*, в котором *электромеханическое преобразование энергии* осуществляется устройством на основе взаимодействия электромагнитного поля и ферромагнитных тел.

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МОМЕНТ** (electromagnetic torque) — суммарный вращающий момент сил, действующих на вращающуюся часть электрической машины (ротор) со стороны неподвижной части (статора). От полезного момента двигателя (т.н. момента на валу) отличается на величину механических потерь.

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД** (electromagnetic drive) — *электропривод*, в котором в качестве *электродвигателя* используется *электромагнитный двигатель*.

**ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА** (electromechanics) — раздел *электро-техники*, связанный с применением электрических, магнитных и электромагнитных явлений для преобразования механической энергии в электрическую и электрической энергии в механическую. Основными задачами электромеханики являются дальнейшее развитие теории *электромеханического преобразования энергии* и создания на этой базе *электромеханических преобразователей* и устройств (*электрических машин, электрических аппаратов* и пр.) для использования их в практической деятельности человека.

**ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ПОСТОЯННАЯ ВРЕМЕНИ** (electromechanical time constant) — параметр линеаризованного *уравнения движения электропривода* (линейные зависимости *электромагнитного момента двигателя* от угловой скорости и постоянный момент инерции), характеризующий его динамические свойства. Э.п.в. равна отношению *момента инерции электропривода* к жест-

кости механической характеристики электродвигателя (электропривода). С другой стороны, Э.п.в. может быть определена как время, за которое двигатель разогнался бы под действием постоянного момента двигателя, равного начальному (пусковому, стопорному) при отсутствии момента нагрузки из неподвижного состояния до скорости идеального холостого хода, при которой электромагнитный момент равен нулю.

**ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА** (electromechanical systems) — совокупность взаимодействующих элементов, осуществляющих преобразование механической энергии в электрическую или электрической энергии в механическую. Э.м.с. разделяются на генераторные, электродвигательные и комбинированные.

Генераторная Э.м.с. (источник электропитания) преобразует механическую энергию в электрическую. Электродвигательная Э.м.с. преобразует электрическую энергию в механическую и предназначена для приведения в движение *исполнительных органов рабочих машин*. Комбинированные Э.м.с. используются как для преобразования механической энергии в электрическую в системах электроснабжения, так и для преобразования электрической энергии в механическую.

**ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ** (electromechanical compatibility) — способность электропривода нормально функционировать при питании от источника, не обеспечивающего нормированное качество электроэнергии, и не оказывать недопустимого влияния на работу исполнительного механизма электропривода.

Э.с.э. обеспечивается различными способами, включающими установку фильтров, улучшающих качество питающего двигателя напряжения; применением схмотехнических и конструктивных решений, снижающих уровень и влияние пульсаций электромагнитного момента двигателя.

**ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ КАСКАД** (electromechanical cascade) — *регулируемый электропривод с асинхронным двигателем с фазным ротором, в котором энергия скольжения преобразуется в механическую и передается на вал этого двигателя*. В Э.к. напряжение с обмоток ротора поступает на выпрямитель, с которого выпрямленное напряжение подается на *двигатель постоянного тока*, расположенный на одном валу с асинхронным двигателем. *Двигатель постоянного тока* преобразует энергию скольжения в механическую и передает ее на вал асинхронного двигателя.

**ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ** (electromechanical energy conversion) — преобразование электрической энергии в механическую и механической в электрическую. В основе любого электромеханического преобразования энергии лежит одно из известных физических явлений:

1. На проводник с током в магнитном поле действует сила, а при перемещении проводника в магнитном поле в нем наводится ЭДС.

2. На ферромагнитный материал в магнитном поле действует сила, стремящаяся переместить его в зону, где интенсивность поля максимальна.

3. На обкладки заряженного конденсатора и на диэлектрик в электрическом поле действует сила.

4. Явление, называемое пьезоэффектом.

5. Явление, называемое магнитострикцией.

**ЭЛЕКТРОПРИВОД** (power drive system — PDS, electric drive) —

1) Техническая система, состоящая в общем случае из подключенного к источнику электрической энергии *преобразователя электрической энергии, электрического двигателя, передаточного устройства, управляющего устройства, устройств сопряжения*, предназначенная для приведения в движение *исполнительного органа рабочей машины* и управления этим движением в целях осуществления требуемого технологического процесса.

2) Прикладная наука, формирующая на основе теоретических и прикладных сведений из механики, электротехники, электромеханики, электроники, автоматики, информатики, принципы создания и использования электропривода как технической системы, обеспечивающей требуемый характер технологического процесса рабочей машины (см. *Теория электропривода*).

**ЭЛЕКТРОПРИВОД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА** (a.c. power drive system) — *электропривод*, у которого в качестве *электродвигателя*, приводящего в движение *исполнительный орган рабочей машины*, используется двигатель переменного тока (асинхронный, синхронный и др.). Э.п.т. — один из главнейших источников механической энергии для рабочих машин в энергетике, промышленности, транспорте, аграрно-промышленном комплексе, коммунальном хозяйстве, бытовой технике и других сферах человеческой деятельности. С развитием электроники (силовой и информационной) Э.п.т. стал интенсивно вытеснять *электроприводы постоянного тока* во всех сферах.

**ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОЗИЦИОННЫЙ** (positional power drive system) — *электропривод*, обеспечивающий автоматическое регулирование положения *исполнительного органа рабочей машины* (ИОРМ). В зависимости от требований технологического процесса Э.п. может осуществлять:

- *точную остановку электропривода* в заданных точках положения ИОРМ по дискретным сигналам путевых датчиков;

- непрерывное автоматическое регулирование положения по отклонению от заданного в целях осуществления дозированных перемещений ИОРМ, при этом значения дозированных перемещений могут задаваться оператором, программно или *системой автоматического управления*;

- непрерывное автоматическое регулирование по отклонению положения ИОРМ от заданного в целях осуществления слежения за контролируемым объектом, произвольно изменяющим свое положение (*следающий электропривод*).

Для Э.п., как правило, применяют параболический регулятор положения, чтобы получить максимальное *быстродействие* при обработке различных перемещений.

**ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОСТОЯННОГО ТОКА** (d.c. power drive system) — *электропривод*, в котором в качестве *электродвигателя*, приводящего в движение *исполнительный орган рабочей машины*, используется *двигатель постоянного тока*. По виду возбуждения различают двигатели с независимым, последовательным и смешанным возбуждением. В Э.п.т. наибольшее распространение получили двигатели с независимым возбуждением. Э.п.т. обладает хорошими регулировочными свойствами. Плавное и в широком диапазоне регулирование скорости осуществляется регулированием напряжения на якоре двигателя. Скорость можно также регулировать изменением тока возбуждения двигателя.

**ЭЛЕКТРОПРИВОД С МАШИНОЙ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ** (double-supply machine) — *электропривод* на базе асинхронного *электродвигателя* с фазным ротором, у которого как обмотки статора, так и обмотки ротора подключены к источникам питания. При этом обмотки ротора подключаются к сети через *преобразователь частоты* ПЧ. Чаще всего используется преобразователь частоты с непосредственной связью (см. *преобразователь частоты непосредственный*). Управление ПЧ организовано таким образом, что токи, протекающие по обмоткам ротора, создают вращающееся магнитное поле необхо-

димой амплитуды, частоты и фазы, которое может вращаться в направлении вращения ротора или против него. Поскольку поле, создаваемое обмотками ротора, должно быть неподвижно относительно вращающегося магнитного поля, создаваемого обмотками статора, ротор может вращаться со скоростью как ниже, так и выше синхронной.

**ЭЛЕКТРОПРИВОД С ПОДЧИНЕННЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ КООРДИНАТ** (electric drive with subordinated control) — *электропривод* с многоконтурной *системой автоматического регулирования* с последовательной коррекцией, в которой число контуров (см. *контур регулирования*) выбирается равным числу регулируемых *координат электропривода*, и каждый внутренний контур подчинен предшествующему внешнему. Каждый контур представляет собой *замкнутую систему регулирования* одной координаты, например, тока (момента), скорости, положения или технологической координаты (натяжения материала, давления, расхода жидкости, геометрических размеров изделия и пр.). На вход *регулятора* каждого контура подается *управляющее воздействие*, представляющее собой разность между *задающим воздействием* и напряжением обратной связи, пропорциональным регулируемой координате. Задающее воздействие является выходным напряжением регулятора предшествующего контура, тем самым обеспечивается подчиненность рассматриваемого контура предшествующему внешнему контуру. *Передаточная функция* и параметры регулятора выбираются так, чтобы при скачкообразном изменении задающего воздействия обеспечивалось заданное качество переходного процесса (см. *переходные процессы в электроприводе*). Чаще всего регулятор настраивается на получение колебательного переходного процесса с допустимым перерегулированием и окончанием его за минимально возможное время. Большое распространение получила настройка на так называемый «модульный или симметричный оптимум». Достоинства подчиненного регулирования обеспечили доминирующее положение его в *регулируемых электроприводах* постоянного и переменного тока.

**ЭЛЕМЕНТ ПРИВЕДЕНИЯ** (element of reduction) — элемент механической части системы *электропривод* — рабочая машина, включающей в себя связанные между собой ротор электродвигателя, *передаточное устройство* и *исполнительный орган рабочей машины*, движущиеся в общем случае с разными скоростями, к которому при-

водятся остальные элементы этой системы. Чаще всего за элемент приведения принимают ротор электродвигателя.

Цель приведения — замена реальной механической системы моделью, в которой все элементы движутся с одной скоростью — скоростью элемента приведения.

Приведенный элемент будет иметь новые *приведенный момент инерции* и *приведенный момент нагрузки*.

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (electric drive index) — показатели, характеризующие качество, совершенство процесса передачи и преобразования энергии в силовом канале электропривода. К ним относятся: *коэффициент полезного действия* КПД, *коэффициент искажений*, *коэффициент мощности*.

**ЭНЕРГИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ** (slip power) — часть электромагнитной энергии, передаваемой в асинхронном двигателе со статора в ротор через воздушный зазор, определяемая *мощностью скольжения*. Э.с. преобразуется, как правило, в тепловую энергию. Лишь в *каскадных схемах* часть Э.с. возвращается в сеть (см. *электрический каскад*) или преобразуется в механическую и поступает на вал двигателя (см. *электрохимический каскад*).

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ СРЕДСТВАМИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА** (energy saving in electric drive) — совокупность мероприятий в области проектирования и эксплуатации различных технологических установок, содержащих *электропривод*, направленных на минимизацию затрат электроэнергии на технологический процесс.

В мировой практике современного электропривода используются несколько путей энергосбережения:

- обоснованный по критерию энергосбережения выбор *электродвигателя* в электроприводе конкретной установки;

- применение энергоэффективных *электродвигателей*, имеющих за счет увеличения массы активных материалов и оптимизации конструкции повышенный на несколько процентов номинальный *коэффициент полезного действия*;

- использование устройств, повышающих *коэффициент мощности* асинхронных двигателей;

- наиболее радикальный и эффективный путь энергосбережения — переход от нерегулируемого электропривода к регулируемому в технологиях, предполагающих дозированную подачу мощности к рабочему органу.

# ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ТЕРМИНОВ

(русский язык)

Автоматизация	Automation
Автоматика	Automation, automatics
Автономный силовой преобразователь	Self-commutated converter
Автономный электропривод	Off-line drive
Аналого-цифровой преобразователь (АЦП)	ADC — analog-to-digital converter
Асинхронно-вентильный каскад	Static Kramer drive, static Scherbius drive
Асинхронный двигатель (ад)	Induction motor
Асинхронный электропривод	Induction motor power drive system
Бездатчиковое управление	Sensorless control
Быстродействие электропривода	Drive velocity
Векторное управление	Vector control
Векторное управление	Field oriented control (F.O.C.)
Вентильно-индукторный двигатель	Switched reluctance motor
Вентильно-индукторный электропривод	Switched reluctance drive
Вентильный двигатель	Brushless Direct Current Motor, BLDC
Вентильный электропривод	Brushless Direct Current Motor, BLDC
Взрывозащищенное электрооборудование	Explosion-proof electrical equipment
Возмущающее воздействие	Disturbance
Восстанавливаемый электропривод	Restorable electric drive
Время отклика	Response time



Время регулирования	Settling time
Вспомогательный электропривод	Auxiliary electric drive
Высоковольтный электропривод	Medium voltage drive
Гистерезисный двигатель	Hysteresis motor
Гистерезисный электропривод	Hysteresis electric drive
Датчик	Sensor
Двигатель постоянного тока	Direct current motor
Двухзонное регулирование скорости	Double mode control
Двухканальный электропривод	Two-channel electric drive
Двухмассовая система	Two-mass system
Диагностика	Diagnostics
Диапазон регулирования скорости	Speed range
Динамическое торможение	Dynamic braking
Динамический перепад скорости	Maximum transient deviation
Дискретизация по времени	Sampling
Допустимое число включений в час	Permissible switching per hour
Жесткость механической характеристики	Stiffness of speed-torque characteristic
Задатчик интенсивности	Ramp generator
Задающее воздействие	Specified stimulus, Reference
Замкнутая система регулирования	Control loop
Защита электропривода	Power drive system protection
Звено системы автоматического регулирования	Unit of control system
Зоны регулирования	Operational modes
Инвертор	Inverter
Инвертор напряжения	Voltage source inverter
Инвертор тока	Current source inverter

Индуктивно-емкостной преобразователь	Inductance-capacitance converter
Индукторная электрическая машина	Inductor motor
Инерционное звено	Relaxation circuit
Интегрирующее звено	Integrator
Интеллектуальный электропривод	Intelligent drive
Интенсивность отказов	Failure ratio
Интерфейс	Interface
Информационный канал электропривода	Control equipment
Исполнительный орган рабочей машины	Driven equipment
Канал регулирования электропривода	Basic drive module
Квантование информации по уровню	Amplitude quantization
Кодирование информации	Information encoding
Колебательное звено	Oscillatory link
Колебательность	Attenuation
Комплексная автоматизация	Integrated automation
Комплектный преобразователь	Complete drive module
Компоненты электропривода	Electric drive components
Конденсаторный двигатель	Capacitor motor
Контроллер	Controller
Контур регулирования	Control loop
Координаты электропривода	Power drive system variable
Коэффициент готовности	Availability factor
Коэффициент гармонических искажений	Total harmonic distortion — THD
Коэффициент нелинейных искажений	Total harmonic factor — THF

Коэффициент мощности	Power factor
Коэффициент передачи	Transmission factor
Коэффициент полезного действия электропривода	Power drive system efficiency
Коэффициент усиления	Gain factor
Коэффициент ухудшения теплоотдачи	Heat transfer drop coefficient
Коэффициент форсировки возбуждения	Excitation overload factor
Кратковременный режим работы	Short-time duty
Линейный двигатель	Linear motor
Линейный электропривод	Linear power drive system
Магнитострикционный двигатель	Magnetostrictive motor
Магнитострикционный электропривод	Magneto-strictive power drive system
Матричный преобразователь частоты	Matrix frequency converter
Метод средних потерь	Period average losses method
Метод эквивалентного момента	RMS torque method
Метод эквивалентного тока	RMS current method
Метод эквивалентной мощности	RMS power method
Механическая передача	Transmission
Механическая характеристика	Speed-torque characteristic
Мехатроника	Mechatronics
Мехатронный модуль	Mechatronic unit
Микроконтроллер	Microcontroller
Микропроцессорная система	Microprocessor system
Микропроцессорные средства	Microprocessors
Многодвигательный электропривод	Multimotor power drive system
Многокоординатный электропривод	Multicoordinate power drive system

Многомассовая система электропривода	Multimass power drive system
Многоуровневый инвертор напряжения	Multi-level voltage inverter
Модальное управление	Modal control
Момент динамический	Dynamic torque
Момент инерции электропривода	Inertia
Момент нагрузки электропривода	Load torque of electric drive
Момент пусковой	Starting torque
Момент трогания	Break-away torque
Мощность скольжения	Slip power
Наблюдатель координат электропривода	Power drive system variable observer
Надежность электропривода	Reliability of electric drive
Нагрузка электропривода, допустимая по нагреву	Heat limited load of electric drive
Нагрузочная диаграмма	Load diagram
Надежность	Reliability
Наработка до отказа	Failure time
Нейронные сети	Neural networks
Нечеткая логика	Fuzzy logic
Номинальные данные электропривода	Rated parameters
Номинальные условия питания электродвигателя	Rated motor inputs
Номинальная частота вращения электродвигателя	Base speed
Номинальная мощность электродвигателя	Rated output power
Номинальный момент электродвигателя	Rated output torque

Однодвигательный электропривод	Single motor drive
Одномассовая система	Single-mass mechanical system
Оптимальный переходный процесс	Optimal transient
Параллельная коррекция	Parallel correction
Параллельный интерфейс	Parallel interface
Параметрическое регулирование	Parametric control
Параметры электропривода	Parameters of electric drive
Перегрузочная способность	Overload factor
Передаточная функция	Transfer function
Передаточное устройство	Transfer device
Перерегулирование	Overshoot
Переходная функция	Unit step function, time response
Переходные процессы в электроприводе	Electric drive transients
Пленочная электромеханика	Film electromechanics
Повторно-кратковременный режим работы	Intermittent mode
Подчиненное регулирование	Subordinate regulation
Показатели качества	Quality factors
Помехоустойчивость электропривода	Interference immunity of power drive system
Порядок астатизма	Deviation order
Последовательная коррекция	Consecutive correction
Последовательный интерфейс	Serial interface
Постоянная времени	Response time
Постоянная времени нагрева	Heat time constant
Постоянные времени	Time constants
Предуправление	Preliminary control
Преобразование информации в электроприводе	Data conversion

Преобразователь частоты	Frequency converter
Преобразователь частоты с промежуточным звеном постоянного тока	Indirect frequency converter
Преобразователь частоты непосредственный	Direct frequency converter, cycloconverter
Преобразователь частоты электромеханический	Electromechanical frequency converter
Преобразователь электрической энергии	Electric energy converter
Приведенный момент инерции	Equivalent moment of inertia
Приведенный момент нагрузки	Equivalent load torque
Прогнозирование	Prediction
Программируемый логический контроллер	PLC — Programmable Logic Controller
Программное управление электроприводом	Programing control of electric drive
Продолжительный режим	Continuous running mode
Промышленная установка	Industrial plant
Промышленная коммуникационная сеть	Fieldbus
Промышленная электрическая сеть	Industrial network
Промышленный компьютер	Industrial computer
Промышленный контроллер	Industrial controller
Прямое управление моментом	Direct torque control
Прямой пуск двигателя	Direct starting of the motor
Пьезоэлектрический двигатель	Piezoelectric motor
Пьезоэлектрический привод	Piezoelectric drive
Работоспособность	Capacity for work
Рабочая машина	Working machine
Разомкнутая система управления электропривода	Electric drive open-loop control system

Ревверсивный электропривод	Reversible electric drive
Регулирование координат электропривода	Control of power drive system controlled variable
Регулирование по возмущению	Feed-forward control
Регулирование по отклонению	Deviation control
Регулируемый электропривод	Controlled electric drive
Регуляторы	Regulators
Рекуперация	Regeneration
Релейно-контакторная система управления	Relay switching control system
Ресурсосбережение средствами электропривода	Resources-saving by means of electric drive
Самонастраивающийся электропривод	Self-tuning electric drive
Самообучающийся электропривод	Self-learning electric drive
Секционированный электропривод	Sectioned electric drive
Сервопривод	Servo drive
Сигнальный процессор	Digital signal processor — DSP
Силовой канал электропривода	Power equipment
Синхронный двигатель	Synchronous motor
Синхронный реактивный двигатель	Reluctance motor
Синхронный электропривод	Synchronous power drive system
Система автоматического регулирования	Automatic control system
Система автоматического управления	Automatic control system
Система генератор-двигатель (Г-Д)	Generator-motor system
Система тиристорный преобразователь — двигатель (ТП-Д)	Thyristor converter-motor system

Система транзисторный преобразователь — двигатель	Transistor converter power drive system
Система управления электропривода	Power drive control system
Система управляемый преобразователь-двигатель	Controlled converter power drive system
Скважность	Off-duty factor
Скольжение	Slip
Скорость идеального холостого хода	Ideal no-load speed
Скорость электропривода	Speed of electric drive
Следящий электропривод	Servo power servodrive system
Стандартные режимы	Standard duties
Схема электрическая	Circuit diagram
Схема электропривода структурная	Block diagram of electric drive
Теория электропривода	Electric drive theory
Тепловая модель двигателя	Heat model of the motor
Технологический агрегат	Technological unit
Технологический комплекс	Technological system
Технологический контроллер	Technological controller
Технологический процесс	Processing
Тиристорный преобразователь	Thyristor converter
Тиристорный преобразователь напряжения	Thyristor voltage converter
Торможение динамическое	Dynamic braking
Торможение противовключением	Plugging
Торможение рекуперативное	Regenerative braking
Торможение электропривода механическое	Mechanical braking of electric drive
Торможение электропривода электрическое	Electric braking of electric drive



Точная остановка электропривода	Accurate stopping of electric drive
Точность регулирования координат электропривода	Control accuracy of electric drive coordinate regulation
Ударное приложение нагрузки	Impact loading
Универсальный электродвигатель	Universal motor
Унифицированная блочная система регуляторов	Unified block regulating system
Управление комбинированное	Combined control
Управление скалярное	Scalar control
Управляемый преобразователь	Controlled converter
Управляющее воздействие	Control influence
Управляющее устройство	Control device
Уравнения движения электропривода	Motion equation
Усилитель	Amplifier
Установившийся режим работы электропривода	Steady-state mode of electric drive
Устойчивость электропривода	Stability of electric drive
Устройство «мягкого» пуска	Soft-start device
Устройство сопряжения	Interface unit
Формирование переходных процессов	Forming of transients
функциональные характеристики	Performance characteristics
Характеристическое уравнение	Characteristic equation
Холостой ход	Idling
Цифроаналоговый преобразователь	Digital analog converter
Цифровая система управления	Digital control system
Частотно-регулируемый электропривод	Frequency-controlled electric drive
Частотное управление	Frequency control

Частотно-токовое управление	Frequency-current control
Шаговый двигатель	Stepper motor
Шаговый электропривод	Step motor drive
Широтно-импульсная модуляция	Pulse-width modulation — PWM
Экскаваторная характеристика	Excavator characteristic
Электрический вал	Electric shaft
Электрогидропривод	Electrohydraulic drive
Электродвигатель	Electric motor
Электродвигатели с повышенным КПД (энергосберегающие двигатели)	Energy-efficient motors
Электромагнитная постоянная времени	Electromagnetic time constant
Электромагнитная совместимость электропривода	Electromagnetic compatibility of electric drive
Электромагнитный двигатель	Electromagnetic motor
Электромагнитный момент	Electromagnetic torque
Электромагнитный электропривод	Electromagnetic drive
Электромеханика	Electromechanics
Электромеханическая постоянная времени	Electromechanical time constant
Электромеханическая система	Electromechanical systems
Электромеханическая совместимость в электроприводе	Electromechanical compatibility
Электромеханический каскад	Electromechanical cascade
Электромеханическое преобразование энергии	Electromechanical energy conversion
Электропривод	Power drive system, electric drive
Электропривод переменного тока	A.c. power drive system
Электропривод позиционный	Positional power drive system
Электропривод постоянного тока	D.c. power drive system

Электропривод с машиной двойного питания	Double-supply machine
Электропривод с подчиненным регулированием координат	Electric drive with subordinated control
Элемент приведения	Element of reduction
Энергетические показатели электропривода	Electric drive index
Энергия скольжения	Slip power
Энергосбережение средствами электропривода	Energy saving in electric drive

# ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ТЕРМИНОВ

(английский язык)

Automation	Автоматизация
A.c. power drive system	Электропривод переменного тока
Accurate stopping of electric drive	Точная остановка электропривода
ADC — analog-to-digital converter	Аналого-цифровой преобразователь (АЦП)
Amplifier	Усилитель
Amplitude quantization	Квантование информации по уровню
Attenuation	Колебательность
Automatic control system	Система автоматического управления
Automatic control system	Система автоматического регулирования
Automation, automatics	Автоматика
Auxiliary electric drive	Вспомогательный электропривод
Availability factor	Коэффициент готовности
Base speed	Номинальная частота вращения двигателя
Basic drive module	Канал регулирования электропривода
Block diagram of electric drive	Схема электропривода структурная
Break-away torque	Момент трогания
Brushless Direct Current Motor, BLDC	Вентильный двигатель
Brushless Direct Current Motor, BLDC	Вентильный электропривод
Capacitor motor	Конденсаторный двигатель

Capacity for work	Работоспособность
Characteristic equation	Характеристическое уравнение
Circuit diagram	Схема электрическая
Combined control	Управление комбинированное
Complete drive module	Комплектный преобразователь
Consecutive correction	Последовательная коррекция
Continuous running mode	Продолжительный режим
Control accuracy of electric drive	Точность регулирования
Coordinate regulation	координат электропривода
Control device	Управляющее устройство
Controlled electric drive	Регулируемый электропривод
Control equipment	Информационный канал электропривода
Control influence	Управляющее воздействие
Control loop	Замкнутая система регулирования
Control loop	Контур регулирования
Control of power drive system	Регулирование координат
controlled variable	электропривода
Controlled converter	Управляемый преобразователь
Controller	Контроллер
Current source inverter	Инвертор тока
Controlled converter power drive system	Система управляемый преобразователь-двигатель
D.c. power drive system	Электропривод постоянного тока
Data conversion	Преобразование информации в электроприводе
Deviation control	Регулирование по отклонению
Deviation order	Порядок астатизма
Diagnostics	Диагностика
Digital analog converter	Цифроаналоговый преобразователь

Digital control system	Цифровая система управления
Digital signal processor — DSP	Сигнальный процессор
Direct current motor	Двигатель постоянного тока
Direct frequency converter, cycloconverter	Преобразователь частоты непосредственный
Direct starting of the motor	Прямой пуск двигателя
Direct torque control	Прямое управление моментом
Disturbance	Возмущающее воздействие
Double mode control	Двухзонное регулирование скорости
Double-supply machine	Электропривод с машиной двойного питания
Drive velocity	Быстродействие электропривода
Driven equipment	Исполнительный орган рабочей машины
Dynamic braking	Динамическое торможение
Dynamic braking	Торможение динамическое
Dynamic torque	Момент динамический
Electric braking of electric drive	Торможение электропривода электрическое
Electric drive components	Компоненты электропривода
Electric drive index	Энергетические показатели электропривода
Electric drive open-loop control system	Разомкнутая система управления электропривода
Electric drive theory	Теория электропривода
Electric drive transients	Переходные процессы в электроприводе
Electric drive with subordinated control	Электропривод с подчиненным регулированием координат
Electric energy converter	Преобразователь электрической энергии
Electric motor	Электродвигатель

Electric shaft	Электрический вал
Electrohydraulic drive	Электрогидропривод
Electromagnetic compatibility of electric drive	Электромагнитная совместимость электропривода
Electromagnetic drive	Электромагнитный электропривод
Electromagnetic motor	Электромагнитный двигатель
Electromagnetic time constant	Электромагнитная постоянная времени
Electromagnetic torque	Электромагнитный момент
Electromechanical cascade	Электромеханический каскад
Electromechanical compatibility	Электромеханическая совместимость в электроприводе
Electromechanical energy conversion	Электромеханическое преобразование энергии
Electromechanical frequency converter	Преобразователь частоты электромеханический
Electromechanical systems	Электромеханическая система
Electromechanical time constant	Электромеханическая постоянная времени
Electromechanics	Электромеханика
Element of reduction	Элемент приведения
Energy saving in electric drive	Энергосбережение средствами электропривода
Energy-efficient motors	Электродвигатели с повышенным КПД (энергосберегающие двигатели)
Equivalent load torque	Приведенный момент нагрузки
Equivalent moment of inertia	Приведенный момент инерции
Excavator characteristic	Экскаваторная характеристика
Excitation overload factor	Коэффициент форсировки возбуждения

Explosion-proof electrical equipment	Взрывозащищенное электрооборудование
Failure ratio	Интенсивность отказов
Failure time	Наработка до отказа
Feed-forward control	Регулирование по возмущению
Field oriented control, F.O.C.	Векторное управление
Fieldbus	Промышленная коммуникационная сеть
Film electromechanics	Пленочная электромеханика
Forming of transients	Формирование переходных процессов
Frequency control	Частотное управление
Frequency converter	Преобразователь частоты
Frequency-controlled electric drive	Частотно-регулируемый электропривод
Frequency-current control	Частотно-токовое управление
Fuzzy logic	Нечеткая логика
Gain factor	Коэффициент усиления
Generator-motor system	Система генератор-двигатель (Г-Д)
Heat limited load of electric drive	Нагрузка электропривода, допустимая по нагреву
Heat model of the motor	Тепловая модель двигателя
Heat time constant	Постоянная времени нагрева
Heat transfer drop coefficient	Коэффициент ухудшения теплоотдачи
Hysteresis electric drive	Гистерезисный электропривод
Hysteresis motor	Гистерезисный двигатель
Ideal no-load speed	Скорость идеального холостого хода
Idling	Холостой ход
Impact loading	Ударное приложение нагрузки



Indirect frequency converter	Преобразователь частоты с промежуточным звеном постоянного тока
Inductance-capacitance converter	Индуктивно-емкостной преобразователь
Induction motor	Асинхронный двигатель (ад)
Induction motor power drive system	Асинхронный электропривод
Inductor motor	Индукторная электрическая машина
Industrial computer	Промышленный компьютер
Industrial controller	Промышленный контроллер
Industrial network	Промышленная электрическая сеть
Industrial plant	Промышленная установка
Inertia	Момент инерции электропривода
Information encoding	Кодирование информации
Integrated automation	Комплексная автоматизация
Integrator	Интегрирующее звено
Intelligent drive	Интеллектуальный электропривод
Interface	Интерфейс
Interface unit	Устройство сопряжения
Interference immunity of power drive system	Помехоустойчивость электропривода
Intermittent mode	Повторно-кратковременный режим работы
Inverter	Инвертор
Linear motor	Линейный двигатель
Linear power drive system	Линейный электропривод
Load diagram	Нагрузочная диаграмма
Load torque of electric drive	Момент нагрузки электропривода

Magnetostrictive motor	Магнитострикционный двигатель
Magneto-strictive power drive system	Магнитострикционный электропривод
Matrix frequency converter	Матричный преобразователь частоты
Maximum transient deviation	Динамический перепад скорости
Mechanical braking of electric drive	Торможение электропривода механическое
Mechatronic unit	Мехатронный модуль
Mechatronics	Мехатроника
Medium voltage drive	Высоковольтный электропривод
Microcontroller	Микроконтроллер
Microprocessor system	Микропроцессорная система
Microprocessors	Микропроцессорные средства
Modal control	Модальное управление
Motion equation	Уравнения движения электропривода
Multicoordinate power drive system	Многокоординатный электропривод
Multi-level voltage inverter	Многоуровневый инвертор напряжения
Multimass power drive system	Многомассовая система электропривода
Multimotor power drive system	Многодвигательный электропривод
Neural networks	Нейронные сети
Off-duty factor	Скважность
Off-line drive	Автономный электропривод
Operational modes	Зоны регулирования
Optimal transient	Оптимальный переходный процесс

Oscillatory link	Колебательное звено
Overload factor	Перегрузочная способность
Overshoot	Перерегулирование
Parallel correction	Параллельная коррекция
Parallel interface	Параллельный интерфейс
Parameters of electric drive	Параметры электропривода
Parametric control	Параметрическое регулирование
Performance characteristics	Функциональные характеристики
Period average losses method	Метод средних потерь
Permissible switching per hour	Допустимое число включений в час
Piezoelectric drive	Пьезоэлектрический привод
Piezoelectric motor	Пьезоэлектрический двигатель
PLC — Programmable Logic Controller	Программируемый логический контроллер
Plugging	Торможение противовключением
Positional power drive system	Электропривод позиционный
Power drive system efficiency	Коэффициент полезного действия электропривода
Power drive system protection	Защита электропривода
Power drive system variable	Координаты электропривода
Power drive system variable observer	Наблюдатель координат электропривода
Power drive system, electric drive	Электропривод
Power drive control system	Система управления электропривода
Power equipment	Силовой канал электропривода
Power factor	Коэффициент мощности
Prediction	Прогнозирование
Preliminary control	Предупреждение
Processing	Технологический процесс

Programing control of electric drive	Программное управление электроприводом
Pulse-width modulation, PWM	Широтно-импульсная модуляция
Quality factors	Показатели качества
Ramp generator	Задатчик интенсивности
Rated motor inputs	Номинальные условия питания электродвигателя
Rated output power	Номинальная мощность электродвигателя
Rated output torque	Номинальный момент электродвигателя
Rated parameters	Номинальные данные электропривода
Reference	Задающее воздействие
Regeneration	Рекуперация
Regenerative braking	Торможение рекуперативное
Regulators	Регуляторы
Relay switching control system	Релейно-контакторная система управления
Relaxation circuit	Инерционное звено
Reliability	Надежность
Reliability of electric drive	Надежность электропривода
Reluctance motor	Синхронный реактивный двигатель
Response time	Время отклика
Response time	Постоянная времени
Restorable electric drive	Восстанавливаемый электропривод
Resources-saving by means of electric drive	Ресурсосбережение средствами электропривода
RMS current method	Метод эквивалентного тока
RMS power method	Метод эквивалентной мощности
RMS torque method	Метод эквивалентного момента
Reversible electric drive	Реверсивный электропривод

Sampling	Дискретизация по времени
Scalar control	Управление скалярное
Sectioned electric drive	Секционированный электропривод
Self-commutated converter	Автономный силовой преобразователь
Self-learning electric drive	Самообучающийся электропривод
Sensor	Датчик
Sensorless control	Бездатчиковое управление
Serial interface	Последовательный интерфейс
Servo power servo drive system	Следящий электропривод
Servodrive	Сервопривод
Settling time	Время регулирования
Short-time duty	Кратковременный режим работы
Single motor drive	Однодвигательный электропривод
Single-mass mechanical system	Одномассовая система
Slip	Скольжение
Slip power	Мощность скольжения
Slip power	Энергия скольжения
Soft-start device	Устройство «мягкого» пуска
Specified stimulus	Задающее воздействие
Speed range	Диапазон регулирования скорости
Speed of electric drive	Скорость электропривода
Speed-torque characteristic	Механическая характеристика
Stability of electric drive	Устойчивость электропривода
Standard duties	Стандартные режимы
Starting torque	Момент пусковой
Static Kramer drive, Static Scherbius drive	Асинхронно-вентильный каскад
Steady-state mode of electric drive	Установившийся режим работы электропривода
Step motor drive	Шаговый электропривод

Stepper motor	Шаговый двигатель
Stiffness of speed-torque characteristic	Жесткость механической характеристики
Subordinate regulation	Подчиненное регулирование
Switched reluctance drive	Вентильно-индукторный электропривод
Switched reluctance motor	Вентильно-индукторный двигатель
Synchronous motor	Синхронный двигатель
Synchronous power drive system	Синхронный электропривод
Self-tuning electric drive	Самонастраивающийся электропривод
Technological controller	Технологический контроллер
Technological system	Технологический комплекс
Technological unit	Технологический агрегат
Thyristor converter	Тиристорный преобразователь
Thyristor converter-motor system	Система тиристорный преобразователь — двигатель (ТП-Д)
Thyristor voltage converter	Тиристорный преобразователь напряжения
Time constants	Постоянные времени
Total harmonic distortion — THD	Коэффициент гармонических искажений
Total harmonic factor — THF	Коэффициент нелинейных искажений
Transfer device	Передающее устройство
Transfer function	Передачная функция
Transistor converter power drive system	Система транзисторный преобразователь — двигатель
Transmission	Механическая передача
Transmission factor	Коэффициент передачи
Two-channel electric drive	Двухканальный электропривод
Two-mass system	Двухмассовая система

Unified block regulating system	Унифицированная блочная система регуляторов
Unit of control system	Звено системы автоматического регулирования
Unit step function, time response	Переходная функция
Universal motor	Универсальный электродвигатель
Vector control	Векторное управление
Voltage source inverter	Инвертор напряжения
Working machine	Рабочая машина

# СОДЕРЖАНИЕ

От авторов .....	3
Предисловие .....	6
Словарь .....	8
Предметный указатель терминов (русский язык) .....	72
Предметный указатель терминов (английский язык) .....	84

## *Учебное издание*

КОЗЫРЕВ Сергей Картерьевич,  
АНУЧИН Алексей Сергеевич,  
КОЗЯРУК Анатолий Евтихиевич,  
ЛАДЫГИН Анатолий Николаевич,  
ПРУДНИКОВА Юлия Ивановна,  
СЕРГИЕВСКИЙ Юрий Николаевич

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Учебное пособие по курсу  
«Электрический привод» для студентов,  
обучающихся по направлению  
«Электроэнергетика и электротехника»

Редактор издательства Бородин В.А.  
Компьютерная верстка Валдаевой Л.В.

---

Темплан издания МЭИ 2013, учебн.	Подписано в печать 20.01.15
Печать офсетная      Формат 60×84/16	Физ. печ. л. 6,0
Тираж 200 экз.      Изд. № 14у-120	Заказ 13

---

Оригинал-макет подготовлен в Издательстве МЭИ, 111250, г. Москва,  
ул. Красноказарменная, д. 14  
Отпечатано в ПЦ МЭИ, 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 13





УДК  
621.34  
Э 454

# МОИ



## **Электрический привод**

Термины и определения

**Учебное пособие**