

# Перспективы развития электропривода

**Проблема регулирования скорости движения машин и механизмов с целью экономии электроэнергии решалась в последние десятилетия в основном с помощью регулируемых электроприводов. Причем, если еще в 70–80-х годах преобладающими были регулируемые электроприводы постоянного тока, то в настоящее время они повсеместно вытесняются регулируемыми электроприводами переменного тока, как правило, с асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором. Объясняется это достижениями микроэлектроники, позволяющими реализовать небольшими аппаратными затратами довольно сложные алгоритмы управления двигателем переменного тока, который в общем случае предпочтительнее двигателя постоянного тока по надежности, массе, габаритам и стоимости.**

**Андрей Колпаков**

kai@megachip.ru

Область применения регулируемых электроприводов весьма обширна: в энергетике это вентиляторы и дымососы, механизмы топливоподдачи; в химической и нефтяной промышленности — перемешивающие устройства, центрифуги, насосы, компрессоры; в угольной и горнорудной отрасли — транспортеры и конвейеры, дробилки и мельницы; в коммунальном хозяйстве — насосы городских систем холодного и горячего водоснабжения, отопления и водоочистки и т. д. Использование регулируемых электроприводов позволяет снизить потребление электроэнергии на 20–50% за счет использования механизмов, в которых двигатели рассчитаны на максимальную нагрузку, а среднесуточная нагрузка составляет 60–80%. При этом улучшаются условия работы двигателей и механизмов в целом благодаря исключению динамических ударов пусковых перегрузок и ограничению тока в обмотках двигателя. Таким образом, применение регулируемых электроприводов позволяет создать новую технологию энергосбережения, в которой не только экономится электрическая энергия, но и увеличивается срок службы оборудования.

До 97% двигателей мощностью до 2,2 кВт в настоящее время используются без применения элект-

тропривода. Сегодня в мире выпускается до 7 млрд электродвигателей, которые потребляют 70% произведенной электроэнергии. Ежегодно рынок электрических машин возрастает на 7%, в 2001 году он составил \$66 млрд. Производство электроприводов в Европе возросло на 9%, в США — на 4%. Экспорт управляемых приводов в мире за это же время возрос на 3,5%.

Ведущее место в продаже занимает Германия (57,9%), к 2005 году этот объем должен составить до 74% общего объема сбыта. По данным Frost & Sullivan с 1998 по 2005 год объем продаж приводов с частотным регулированием возрастет с \$1,92 до \$2,39 млрд.

В последние годы активно растет производство электродвигателей с интегрированным преобразователем частоты (компактных двигателей). В 1999 году их выпустили 40 000 штук на сумму \$46,4 млн, а в 2006 году количество компактных приводов должно вырасти до 219 400 штук (\$195 млн).

Доля электроприводов переменного тока (в том числе синхронных, асинхронных, вентильных индукторных) должна вырасти с 63,1% в 1998 году до 74,4% в 2005 году.

Максимальным спросом в настоящее время пользуются электроприводы с частотным регулированием (ЧРП) малой и средней мощности. По прогнозам к 2005 году на европейском рынке из общего числа продаваемых регулируемых приводов электроприводы переменного тока составят 68%, а электроприводы постоянного тока — только 15%, остальная доля рынка будет приходиться на механические и гидравлические приводы.

**Таблица 1.** Динамика развития частотно-регулируемого привода

Год	Двигатели постоянного тока	Бесколлекторные двигатели постоянного тока	Асинхронные двигатели	Вентильные двигатели	Вентильные индукторные двигатели (ВИРД)
1990	62%	3%	23%	10%	1%
2001	2%	9%	50%	31%	8%

Таблица 2. Крупнейшие российские производители приводов (окончание на следующей странице)

Наименование предприятия, город, WWW	О компании, основные направления деятельности	Продукция	Область применения
НИПТИЭМ, ОАО Владимир, www.niptiem.ru	Ведущий научно-технический центр по разработке, исследованию и производству низковольтных асинхронных электродвигателей мощностью до 400 кВт. Институтом разработаны асинхронные электродвигатели и их многочисленные модификации: многоскоростные, с повышенным пусковым моментом, с повышенным скольжением, для судов морского флота, для различных механизмов железнодорожного транспорта, для систем охлаждения дизельных электростанций, холодильостойкие для стационарных и передвижных холодильных установок, сепараторные, регулируемые, устойчивые к воздействию агрессивных сред, для грузовых и пассажирских лифтов. Центр проводит инженеринговые работы по проектированию комплектов электродвигателей.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Асинхронный ЧРП</li> <li>Вентильный привод</li> <li>Вентильно-индукторный привод</li> </ul>	Станкостроение, нефтедобыча, коммунальное хозяйство
НОВТЕХ, Вологда	Научно-производственное объединение создано на основе филиала СЗПИ. Среди заказчиков предприятия Вологда, Санкт-Петербурга, Москвы, Курска, Самары, Саратова, Владимира, Томска. Комплекты электродвигателей в составе станков продаются в Германию и Тайвань.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Высокоскоростные электродвигатели</li> <li>Приводы общего назначения</li> </ul>	Шлифовальные станки, металлорежущие и деревообрабатывающие станки, подъемно-транспортное оборудование, общепромышленные механизмы
Электродвигатель, ОАО Киров, Москва	Предприятие осуществляет разработку, изготовление и ремонт систем авиационных автоматизированных электродвигателей различного назначения и их составных частей. Изделия авиационного назначения применяются на всех типах самолетов и вертолетов России, стран СНГ.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Электродвигатели общего назначения</li> <li>Автоматизированные электродвигатели</li> <li>Приводы шаговых и вентильных двигателей</li> </ul>	Подъемно-транспортное оборудование, авиация, системы автоматического регулирования для нефтегазового комплекса, цветной металлургии, пищевой промышленности, атомной энергетики, хирургии, электротранспорта
«Апатор-Электро», ЗАО, Москва, www.mtu-net.ru/ apator-electro	Совместное российско-польское предприятие образовано в 1999 году. В производстве использует продукцию фирм Delta, Lenze, Control Techniques.	<ul style="list-style-type: none"> <li>ЧРП переменного тока</li> <li>Приводы постоянного тока</li> <li>Устройства мягкого пуска</li> <li>Серводвигатели, редукторы и мотор-редукторы</li> </ul>	Общепромышленные приводы
ВЕСПЕР, Москва, www.vesper.ru	Компания основана в 1992 году. Основная специализация — промышленная автоматика и комплексная автоматизация, энергосберегающие технологии. Компания выполняет изготовление и поставку оборудования, разработку проектов, расчет экономической целесообразности применения ЧРП, монтаж и наладку аппаратуры.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Частотные преобразователи и сопутствующее оборудование</li> <li>Софт-стартеры мощностью до 800 кВт</li> <li>Станции управления приводами</li> <li>Технологические датчики и исполнительные устройства</li> </ul>	Промышленная автоматика, энергосберегающие технологии
«ЭЛАРП», ЗАО, Москва, www.elarp.com	Закрытое акционерное общество Межгосударственный концерн «ЭЛАРП» создан в 1991 году по решению семи глав правительств СНГ и объединяет 50 производственных предприятий и научно-исследовательских организаций электротехнической промышленности, является акционером ряда электротехнических предприятий России. ЗАО МГК «ЭЛАРП» осуществляет комплексные поставки отечественного и импортного электротехнического оборудования предприятиям России, Монголии, Болгарии, Украины, Румынии. Компания осуществляет поставки по импорту для отраслей промышленности России из Германии, Китая, Польши, Чехии, Словакии, США.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тиристорные ПЧ</li> <li>Регуляторы тиристорные</li> <li>Выпрямители, гальванические агрегаты, UPS</li> <li>Системы управления технологическими процессами</li> </ul>	Энергетика, газовая, нефтяная и нефтеперерабатывающая промышленность, машиностроение
ЗАО НПЦ «Приводная Техника», Москва, www.privod.ru	Промышленная группа «Приводная Техника» существует на рынке приводной техники с 1993 года и объединяет предприятия, занимающиеся разработкой, производством и реализацией готовых изделий и комплектующих электродвигательной техники. Компания выпускает ежемесячную газету «Новости приводной техники». Продукция компании успешно эксплуатируется на сотнях промышленных и оборонных объектов: «Рот Фронт», «Свобода», «Самарэнерго», «Ивановский завод тяжелых станков», Средневолжский, Липецкий, Воронежский и другие станкостроительные заводы, ЗИЛ, Осковский электрометаллургический комбинат, АНК «Башнефть», НГДУ «Елховнефть», ОАО «Татнефть», Московский и Рязанский нефтеперерабатывающие заводы, ТНК, «Лукойл», ОАО «Нижнекамскшина».	<ul style="list-style-type: none"> <li>Цифровые системы управления частотно-регулируемыми электродвигателями</li> <li>Мотор-редукторы из импортных и отечественных комплектующих</li> <li>Законченные технические решения в области общепромышленной автоматизации</li> <li>Преобразователи частоты для управления общепромышленными асинхронными двигателями мощностью 5,5–500 кВт</li> <li>Преобразователи частоты для управления электродвигателями насосов и вентиляторов мощностью 5,5–500 кВт</li> </ul>	Общепромышленные приводы
«Объединенная энергия», Москва, www.jpc.ru	Joint Power Co., Ltd. — разработчик и изготовитель электрооборудования для открытых горных работ. Этим разработкам сотрудники компании посвятили более 30 лет. Интеллектуальное ядро фирмы — 3 действительных члена Международной энергетической академии, 4 доктора наук, 11 кандидатов наук. Компания «Объединенная энергия» систематически общается на международных семинарах и выставках со специалистами ведущих мировых фирм в области горного оборудования, таких, как P&H, BE, Krupp, Marion, Ingersoll-Rand, Siemens, и др. Изделиями компании комплектуются буровые станки и экскаваторы, работающие в Индии, Китае, Монголии и на десятках горнодобывающих предприятий на территории СНГ. Основные потребители за рубежом — Индия («Coal India» — Nigahi, Dadichia, Jayant, Bino), Казахстан («Экибастузуголь», «Карагандауголь»), Монголия (угольный разрез «Баганур»), Узбекистан («Алмалыкский» ГОК).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Комплексное электрооборудование и электроника для горных машин</li> <li>Тиристорные электродвигатели и ПЧ</li> <li>Фильтро-компенсирующие устройства и конденсаторы реактивной мощности</li> <li>Электронные защитные аппараты</li> </ul>	Горнодобывающая промышленность
ОЗАП АО Мосэнерго, Москва, www.ozap.ru	Опытный «Завод средств автоматизации и приборов» создан более 70 лет назад для разработки и внедрения на электростанциях и в электрических сетях новых средств автоматизации, защиты и связи. Все эти годы компания является передовым предприятием в данной отрасли промышленности. Многие системы телемеханики, релейной защиты, КИП, нестандартная аппаратура автоматики впервые были разработаны и внедрены в производство этим предприятием. Разработки ведутся совместно с ведущими научными предприятиями электротехнической и электронной промышленности, такими, как АО ВНИИЭП, АО ВНИИЭ, ABB, Siemens, Emotron AB, АО Всероссийский теплотехнический институт.	<ul style="list-style-type: none"> <li>ЧРП со встроенными микропроцессорными системами регулирования технологических параметров для применяемых в низковольтных (до 0,4 кВ) электродвигателях</li> </ul>	Оборудование ТЭС и ТЭЦ
«Эрасиб», ЗАО, Новосибирск, www.era.siberia.net	ЗАО «ЭРАСИБ» — производитель эффективных электродвигателей для широкого диапазона применения. Предприятие (до 1993 года СКТБ автоматизации тяжелого металлорежущего оборудования) с 1981 года занимается разработкой и мелкосерийным производством регулируемых электродвигателей «ЭРАТОН». Электродвигатели серии «ЭРАТОН» широко применяют крупнейшие российские компании различных отраслей промышленности. К числу заказчиков принадлежат: Западно-Сибирский металлургический комбинат (Новокузнецк), Сургутская ГРЭС, Братский алюминиевый завод, Новолипецкий металлургический комбинат.	<ul style="list-style-type: none"> <li>ЧРП для асинхронных электродвигателей мощностью до 350 кВт</li> <li>Высоковольтные электродвигатели мощностью 0,5–5 МВт</li> <li>Тиристорные софт-стартеры с микропроцессорным управлением для асинхронных электродвигателей мощностью от 11 до 200 кВт</li> <li>Транзисторные софт-стартеры для асинхронных электродвигателей с фазным ротором мощностью от 200 до 1600 кВт</li> <li>Регуляторы частоты вращения вентиляторов кондиционеров</li> <li>Регулируемые электродвигатели для электродвигателей постоянного тока мощностью от 175 до 440 кВт</li> </ul>	Энергетика, химическая и нефтяная промышленность, угольная и горнорудная отрасли, коммунальное хозяйство

Таблица 2. Крупнейшие российские производители приводов (окончание)

Наименование предприятия, город, WWW	О компании, основные направления деятельности	Продукция	Область применения
«Электротекс», ЗАО, Орел, eltex.rekom.ru/rek2.html	ЗАО «Электротекс» создано на базе предприятий-производителей электронных компонентов и силовых полупроводниковых приборов и представляет собой предприятие с законченным циклом разработки, производства, сервисного обслуживания и технического сопровождения изготавливаемых устройств для регулируемого асинхронного привода. Постоянными потребителями продукции ЗАО «Электротекс» являются ЖКХ и промышленные предприятия.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ПЧ низковольтные (0,4 кВ), мощностью от 5,5 до 315 кВт</li> <li>• ПЧ высоковольтные (6, 10 кВ), мощностью до 1 МВт</li> <li>• Устройства плавного пуска, мощностью до 315 кВт</li> <li>• Автоматические и ручные станции управления электроприводами</li> </ul>	Системы аэрации, водоснабжения, очистные сооружения, предприятия ЖКХ. Metallургическая, пищевая, полиграфическая, нефтехимическая, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная, химическая, нефтегазодобывающая промышленность
«Триол-СПб», ООО, Санкт-Петербург, www.triolcorp.com	Корпорация «Триол» была основана в июне 1993 года. Период с 1993 года по 1995 год был посвящен исследованиям и выпуску первых образцов, с 1996 года начался выпуск первого поколения преобразователей. Сегодня в составе компании два завода со своими КБ — в Санкт-Петербурге и Харькове, три офиса продаж и сервиса — в Москве, Санкт-Петербурге и Харькове. Более 200 человек являются постоянными сотрудниками корпорации. Основной и единственный вид деятельности компании — разработка и производство различных изделий силовой электроники. С 1995 года компания выпустила и внедрила тысячи изделий, которые используются для автоматизации различных технологических процессов, экономии ресурсов и электроэнергии, снижении себестоимости продукции и экономии затрат. Клиентами компании стали сотни предприятий страны, в том числе ОАО «ММК», РАО «Норильский никель», ОАО «Северсталь», РАО «Газпром».	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Низковольтные и высоковольтные ПЧ для асинхронных, синхронных и вентильных двигателей</li> <li>• Станции управления процессами нефтедобычи <ul style="list-style-type: none"> <li>• Промышленные контроллеры</li> <li>• Устройства мягкого пуска</li> <li>• Различные АСУ ТП</li> </ul> </li> </ul>	Нефтехимическая промышленность, промышленные предприятия широкого профиля, автоматизированные системы управления
НИИЭФА-ЭНЕРГО, Санкт-Петербург, www.nfenergo.spb.ru	Объединение создано на базе крупнейшего научного центра России НИИЭФА им. Д. В. Ефремова для обеспечения потребностей промышленности и транспорта в электроэнергетическом оборудовании. Предприятие предоставляет весь спектр услуг по разработке и изготовлению электротехнического оборудования низкого и среднего напряжения большой мощности, осуществляет проектирование, поставку оборудования, его монтаж, пусконаладочные работы, гарантийное и сервисное обслуживание. В настоящее время ООО НИИЭФА-ЭНЕРГО является базовой организацией МПС по разработке оборудования объектов электроснабжения.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Комплексные распределительные устройства серии NXAIR</li> <li>• Тяговые подстанции и посты секционирования постоянного и переменного тока</li> <li>• Автоматизированные системы телемеханического управления объектами электроснабжения железнодорожного и городского электротранспорта</li> <li>• Распределительные установки Sivascon 8PT по лицензии фирмы Siemens</li> <li>• Электроприводы постоянного и переменного тока в широком диапазоне мощности</li> <li>• Выпрямительные агрегаты для метрополитена и городского электротранспорта</li> </ul>	Объекты электроснабжения МПС
«ТОМЗЭЛ», ЗАО, Томск, www.tomzel.ru	ЗАО «Томский завод электроприводов» представляет собой современное машиностроительное предприятие, оснащенное высокоточным оборудованием с ЧПУ ведущих станкостроительных фирм мира. Основными потребителями продукции предприятия магистральных нефтепроводов (Томск, Тюмень, Омск, Нижний Новгород, Новороссийск, Бугульма, Уфа, Ухта, Самара, Волгоград). Продукция ЗАО «ТОМЗЭЛ» внесена в проекты многих проектных институтов страны: «Сибтранснефтепроект» (Тюмень); ВНИИПО (Москва); Государственный проектный институт № 6 (Москва); «Нефтепродуктпроект» (Волгоград); «Ангарскнефтехимпроект» (Ангарск); «Проектавтоматика» (С-Петербург); инженерный центр «Спецавтоматика» (Москва).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оборудование для магистральных нефтепродуктопроводов</li> <li>• Взрывозащищенные электроприводы</li> </ul>	Нефтедобывающая промышленность
«Камелия», ООО, НПФ, Чебоксары, www.kamelia.cbх.ru	Фирма, основанная в 1996 году, является полноправным участником холдинга «Русская Электротехника» (РУСЭЛ). Основные направления деятельности ООО НПФ «Камелия»: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предоставление полного комплекса научно-технических услуг по созданию АСУ ТП.</li> <li>2. Разработка научно-технической продукции.</li> <li>3. Комплексная поставка электрооборудования и его компонентов.</li> </ol> Заказчиками являются следующие предприятия: ОАО «Ижсталь», ОАО «Электросила» (С-Петербург), ОАО «Савма» (Кимры), ОАО «Череповецкий сталепрокатный завод», ОАО «Башкирэнерго», «Энимс» (Москва), «Мурманский тарный комбинат».	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Электроприводы, унифицированные для управления электродвигателями постоянного тока</li> <li>• Комплексные транзисторные электроприводы переменного тока типа с синхронными вентильными двигателями</li> <li>• Электроприводы тиристорные частотно-регулируемые</li> <li>• Электроприводы бездатчиковые транзисторные частотно-регулируемые</li> <li>• Пусковые тиристорные устройства низковольтных асинхронных электродвигателей</li> </ul>	Промышленные предприятия энергетики, машиностроения, станкостроения, пищевой промышленности
«ЧЭАЗ», ОАО, Чебоксары, www.cheaz.ru	ОАО «Чебоксарский электроаппаратный завод» производит широкую номенклатуру современной низковольтной и высоковольтной (6–10 кВ) электрической аппаратуры. Стратегия предприятия — максимальное удовлетворение потребностей и комплексное решение проблем заказчика. Клиентоориентированная политика ОАО «ЧЭАЗ» реализуется за счет расширения номенклатуры продукции путем постоянного внедрения в производство новых и модернизации уже выпускаемых изделий, имеющих высокие потребительские характеристики. Специалисты предприятия способны разработать и изготовить на современной технологической базе низковольтное оборудование высокой степени сложности.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Аппараты релейной защиты и автоматики</li> <li>• Низковольтные комплектыные устройства распределения электроэнергии и управления электроприводами <ul style="list-style-type: none"> <li>• Электродвигатели</li> </ul> </li> <li>• Электроприводы и устройства автоматизации</li> </ul>	Нефтяная, газовая, металлургическая, станкостроительная, химическая и машиностроительная отрасли промышленности, транспорт, объекты тепло- и электроэнергетики; строительство и ЖКХ

Примечания:

1. Вся информация взята на сайтах фирм, указанных в таблице.
2. ПЧ — преобразователь частоты.
3. ЧРП — частотно-регулируемый привод.