ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

ЛЕКЦИЯ 13. ТЕМА 5.3. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ

Понятие управления процессом

Управление представляет собой целенаправленное воздействие на объект или процесс с целью достижения заданного результата его функционирования. Управляющее воздействие формируется на основе информации о текущем и предшествующих состояниях объекта и осуществляется в соответствии с заданным критерием управления. Объектами управления выступают как технологические процессы (непрерывные производства, энергетика, транспортировка), так и процессы организационно-экономического характера (планирование, диспетчеризация, учёт).

В информатике управление рассматривается в рамках теории автоматического управления и кибернетики. Фундаментальными понятиями здесь являются: **объект управления** (техническое устройство, технологический процесс или организационная система, состояние которых изменяется), **управляющее воздействие** (сигнал, переводящий объект в требуемое состояние), **обратная связь** (канал передачи информации о состоянии объекта в устройство управления) и **регулятор** (алгоритмическое или аппаратное звено, вырабатывающее управляющее воздействие).

Различают два базовых принципа построения систем управления:

• **Разомкнутое управление** — воздействие формируется по заранее заданной программе без учёта фактического состояния объекта; система не реагирует на возмущения.

• **Управление с обратной связью (замкнутое)** — управляющее воздействие корректируется по результатам измерения выходных величин, что обеспечивает устойчивость системы при действии возмущений. Классическим примером является ПИД-регулирование (пропорционально-интегрально-дифференциальное), широко применяемое в промышленной автоматизации.

Автоматические и автоматизированные системы управления

Согласно ГОСТ Р 71765-2024, автоматизированное управление определяется как целенаправленное воздействие на объекты или процессы, формируемое и осуществляемое **без участия человека (автоматическое управление)** либо **при его участии в качестве звена в общей цепи управления (автоматизированное управление)**. Это разграничение является ключевым для классификации систем управления.

Автоматическая система управления функционирует полностью самостоятельно: измерение, выработка решения и его исполнение выполняются техническими средствами без вмешательства оператора. Примерами служат системы автоматического регулирования температуры, автоматические предохранители, автопилоты в базовых режимах. Автоматические системы характеризуются высокой оперативностью и повторяемостью, однако область их применения ограничена задачами с формализуемыми алгоритмами и предсказуемыми условиями.

Автоматизированная система — это система, состоящая из комплекса средств автоматизации и персонала, обеспечивающего его функционирование. В автоматизированной системе человек сохраняет роль лица, принимающего решения: сбор и обработка информации выполняются средствами вычислительной техники, а принятие и реализация управленческих решений возлагаются на пользователя-оператора.

ГОСТ 24.104-2023 устанавливает, что автоматизированная система управления (АСУ) в необходимых объёмах выполняет: сбор, обработку и анализ информации о состоянии объекта управления; формирование управляющих решений; передачу управляющих воздействий на исполнение и контроль их выполнения; обмен информацией с взаимодействующими системами.

По признаку объекта управления АСУ традиционно делят на два класса:

• **АСУ ТП (автоматизированные системы управления технологическими процессами)** — организационно-технические системы, осуществляющие контроль и

управление технологическим объектом в реальном масштабе времени; они обеспечивают управление объектом в нормальных, переходных и предаварийных условиях, а также его защиту или остановку при угрозе аварии.

• **АСУ организационно-экономического назначения** (например, АСУП — автоматизированная система управления предприятием), ориентированные на планово-экономические задачи и использующие методы оптимизации.

В состав АСУ ТП входят следующие виды обеспечения: техническое, программное, информационное, математическое, методическое, лингвистическое, метрологическое, правовое, эргономическое и организационное. Ключевыми техническими компонентами современных АСУ ТП являются:

• датчики и измерительные преобразователи (первичные источники информации о состоянии процесса);

• программируемые логические контроллеры (ПЛК), реализующие алгоритмы регулирования;

• SCADA-системы (Supervisory Control and Data Acquisition) — программные комплексы диспетчерского контроля и управления, обеспечивающие визуализацию процесса, архивирование данных и дистанционное управление;

• исполнительные механизмы (клапаны, приводы, реле);

• промышленные сети передачи данных (например, Modbus, Profibus, промышленный Ethernet).

Современной тенденцией является интеграция АСУ ТП в единую информационную среду предприятия в рамках концепций промышленного интернета вещей (IIoT) и сквозных цифровых технологий, что позволяет объединять данные технологического уровня с системами управления предприятием для аналитики и предиктивного обслуживания оборудования.

Робототехнические системы

Робототехническая система — это совокупность технических средств, обеспечивающих выполнение двигательных и управляющих функций в автоматически или автоматически-программном режиме. Согласно ГОСТ 25686-85, промышленный робот определяется как стационарная или передвижная автоматическая машина, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций.

Типовая структура робототехнической системы включает три подсистемы:

• **сенсорную (информационно-измерительную)** — датчики внутренней информации о положении звеньев и внешней информации о среде;

• **систему управления** — программируемый контроллер, реализующий управляющую программу и обработку сенсорных данных;

• **эффекторную (исполнительную)** — манипулятор, захватные устройства, мобильное шасси.

По типу управления роботы принято делить на поколения:

1. **Роботы с программным управлением** — выполняют заранее заданную последовательность операций; управляющая программа не изменяется в процессе работы (жёсткопрограммируемые роботы).
2. **Адаптивные роботы** — располагают развитой сенсорикой и способны корректировать поведение в зависимости от состояния внешней среды: манипулировать неориентированными деталями, реагировать на препятствия, изменять траектории движения.
3. **Интеллектуальные роботы** — системы управления включают элементы искусственного интеллекта; такие роботы способны обучаться на опыте, формировать

модель производственной обстановки и взаимодействовать с человеком в диалоговом режиме.

С развитием нейросетевых технологий сформировалось направление роботов с **нейросетевыми системами управления**, которые не программируются заранее, а обучаются и самоорганизуются при решении двигательных и интеллектуальных задач.

По области применения робототехнические системы классифицируются следующим образом:

• **промышленные** — выполняют технологические (сварка, окраска, сборка) и вспомогательные (загрузка оборудования, паллетирование) операции; по кинематике различают шарнирно-сочленённые, SCARA-, дельта- и декартовы (линейные) роботы;

• **коллаборативные (коботы)** — предназначены для совместной работы с человеком без ограждений, оснащаются датчиками, контролирующими присутствие людей в рабочей зоне;

• **транспортные** — автономные мобильные роботы (AGV, AMR), применяемые в логистике и на складах;

• **медицинские** — хирургические комплексы, роботизированные протезы, диагностические системы;

• **исследовательские** — космические, подводные и планетоходные аппараты;

• **сервисные и социальные** — роботы, взаимодействующие с людьми в быту и общественных пространствах.

К числу актуальных направлений развития робототехники относятся машинное обучение и компьютерное зрение (расширение адаптивных возможностей роботов), групповое взаимодействие роботов (роевая робототехника), а также интеграция робототехнических систем в экосистемы интернета вещей.

Автоматические системы и робототехника: соотношение понятий

С методологической точки зрения робототехническая система представляет собой частный и наиболее сложный случай автоматической системы: она объединяет функции измерения, управления и механического исполнения в едином программно-управляемом комплексе. При этом роботы могут входить в контур АСУ ТП как исполнительные звенья нижнего уровня, а их перепрограммируемость и адаптивность отличают их от жёстко специализированной автоматики. Таким образом, иерархия современных систем управления процессами охватывает уровни от автоматического регулирования отдельных параметров через программируемые контроллеры и SCADA-системы до интеллектуальных робототехнических комплексов, способных самостоятельно формировать и корректировать программу своего поведения.