

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

ЛЕКЦИЯ 1

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Автоматическое управление в химической промышленности: Учебник для вузов. Под ред. Е.Г. Дудникова. – М.: Химия, 1987. 368 с.
- 2 Пьявченко Т.А., Финаев В.И. Автоматизированные информационно-управляющие системы. – Таганрог: ТРТУ, 2007. – 270 с.
- 3 Глинков Г.М., Маковский В.А. АСУ ТП в черной металлургии. – М.: Металлургия, 1999. – 310 с.
- 4 Денисенко В.в. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 608 с.
- 5 Стефани Е. П. Основы расчета настройки регуляторов теплоэнергетических процессов.- М. : Энергия, 1972.
- 6 Полоцкий Л. М. Автоматизация химических производств.- М. : Химия, 1982.
- 7 Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП. – М.: Инфра-Инженерия, 2008. – 928 с.
- 8 Автоматизация металлургических производств. Версия 1.0: электронное учебное пособие / В.А. Осипова, Т.В. Астахова, А.А. Дружинина, И.И. Лапаев. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008.
- 9 Пономарев О.П. Наладка и эксплуатация средств автоматизации: Учебное пособие. – Калининград: изд-во Ин-та «КВШУ», 2006 – 80 с.
- 10 Стефани Е.П. Основы построения АСУТП: Учебное пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1982. – 352 с..
- 11 Шандаров Б.В. Технические средства автоматизации. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 368 с.
- 12 ГОСТ 21.404–85. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
- 13 Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие / Под ред. А.С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 46 с.
- 14 Елизаров И. А., Мартемьянов Ю. Ф., Схиртладзе А. Г., Фролов С. В. Технические средства автоматизации. Программно-технические комплексы и контроллеры: Учебное пособие. М.: «Издательство Машиностроение-1», 2004. 180 с.
- 15 Воронов А.А. Основы теории автоматического регулирования и управления. Учебное пособие для вузов. М. : Высшая школа, 1977, 519 с.
- 16 Дорф Р, Бишоп Р. Современные системы управления /Пер. с англ. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.
- 17 12 ГОСТ 21.208–2013. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
- 18 Трофимов А.И., Ширяев А.А. Справочник слесаря КИП иА. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 256 с.

19 Приборы для измерения давления. Рекламный буклет фирмы Endress+Hauser.
www.endress.com.

20 Приборы для измерения расхода. Рекламный буклет фирмы Endress+Hauser.
www.endress.com.

1. Основные идеи и принципы построения систем автоматизации производственных процессов

Автоматизация производственных процессов – это совокупность методов и средств для реализации систем, позволяющих осуществлять управление технологическим процессом без непосредственного участия человека или оставляя за человеком наиболее ответственные функции управления. Автоматизация и управление являются неотъемлемой частью реализации любого процесса. Почему это так? Любой процесс производства материальных ценностей не возникает в природе самопроизвольно, он создается человеком. Следовательно, человек управляет природными явлениями, направляя их в нужное русло. Таким образом уже на этапе создания самих процессов человек занимается управлением. Из этого следует, что чем лучше мы управляем, тем эффективнее наш процесс, то есть всегда есть потенциальные возможности улучшить процесс путем совершенствования его управления. Однако мы не будем рассматривать создание технологических процессов с точки зрения управления (хотя это очень интересное и увлекательное направление), эту сложную задачу решают специалисты соответствующих специальностей, я лишь хотел подчеркнуть, что человек на всех этапах своей деятельности занимается управлением природный явлений. Наша задача – направлять уже созданный технологический процесс по задуманной человеком траектории в условиях изменяющейся внешней обстановки. А именно, чтобы наш процесс хорошо выполнял возложенные на него функции, нужно следить за его протеканием и при отклонении от нормы воздействовать на этот процесс доступными нам средствами, заставляя двигаться природные явления оптимальным для нас образом. Это и составляет суть управления.

Полностью ручное управление утомительно и нерационально для человека, поэтому соблазнительно переложить часть или все функции управления на автоматы, и всегда это делалось в процессе материального производства. Для того, чтобы управлять вручную или автоматически, нужно иметь во-первых исчерпывающую информацию о состоянии объекта управления и во-вторых иметь средства управления этим объектом. Ну и, конечно нужно реализовывать вручную или автоматически стратегию управления данным динамическим процессом. Итак: *для управления динамическим процессом должны быть информация о состоянии процесса, средства для его управления и стратегия ручного или автоматического управления.* Например, чтобы управлять расходом воды через трубопровод, нужно иметь расходомер для измерения расхода и регулирующий клапан на трубопроводе с возможностью изменять положение этого клапана. Конечно, у себя на кухне мы оцениваем расход визуально, без прибора, стратегия – это наш опыт поворота крана должным образом. Но для измерения температуры человеческого тела наших ощущений уже недостаточно и нам нужен градусник, который является датчиком температуры. Стратегию определяет наш врач, назначая одну или две таблетки и как их часто принимать. Конечно, средством управления является прием этих таблеток.

Средства измерения за все время материального производства совершенствовались и сейчас мы имеем широкий спектр измерительных преобразователей (датчиков), использующих самые разные принципы измерения. Мы живем в аналоговом мире, поэтому многие переменные, характеризующие состояние технологических процессов, по своей природе аналоговые. Для построения датчиков используются также аналоговые принципы измерения, поэтому до появления цифровых вычислительных устройств эти датчики выдавали сигналы в виде непрерывно изменяющихся токов, напряжений, давления газа и т.д. Для визуального

наблюдения эти сигналы подавались на аналоговые показывающие и самопишущие приборы. Сейчас, как правило, в каждом датчике встроен микропроцессорный вычислитель, который усиливает, нормализует, преобразовывает внутренний сигнал датчика, проверяет исправность самого датчика и выполняет ряд других функций. В итоге современный датчик – это высоконадежный и точный интеллектуальный прибор, обладающий высокими эксплуатационными характеристиками. Аналогичным образом развивались и средства управления, о них мы поговорим позже. Итак: *в современных датчиках встроен микропроцессорный вычислитель, который усиливает, нормализует, преобразовывает внутренний сигнал датчика, проверяет исправность самого датчика и выполняет ряд других функций.*

В любом технологическом процессе можно выделить группу важных переменных этого процесса, для которых созданы надежные и точные средства измерения. Назовем эти переменные легко измеряемыми. Мы измерили характерную переменную процесса, теперь рассмотрим ее с точки зрения управления. Если данную переменную можно связать со своим управляющим воздействием малоинерционной и стабильной зависимостью, то назовем такую переменную хорошо управляемой. Отметим, что одна и та же переменная может быть легко измеряемой и хорошо управляемой, легко измеряемой, но не хорошо управляемой и наоборот. При автоматизации прежде всего создаются системы автоматического регулирования легко измеряемых и хорошо управляемых переменных. К таким переменным можно отнести температуру, расход жидких, газообразных и сыпучих материалов, давление жидкостей и газов, уровень в технологических емкостях, вес отдельных узлов и объектов, скорость движения и некоторые другие.

Итак, мы ввели определения: *переменные процесса, для которых созданы надежные и точные средства измерения, называются легко измеряемыми. Переменная, связанная со своим управляющим воздействием малоинерционной и стабильной зависимостью, называется хорошо управляемой. К легко измеряемым и хорошо управляемым относятся температура, расход жидких, газообразных и сыпучих материалов, давление жидкостей и газов, уровень жидких и сыпучих материалов в технологических емкостях, вес отдельных узлов и объектов, скорость движения и некоторые другие. При автоматизации прежде всего создаются системы автоматического регулирования легко измеряемых и хорошо управляемых переменных. Напомним, что регулированием называется стабилизация данной переменной на заданном уровне или ее изменение по заданной программе.*

Введем еще одно определение: *пара: управляющее воздействие – регулируемая переменная системы автоматизации называется каналом управления данной переменной.* Назначение каналов управления обычно производится на основе изучения свойств объекта, то есть по технологическим соображениям, при свободе выбора из нескольких каналов выбирают тот, который характеризуется наиболее стабильной и менее инерционной зависимостью между управляющим воздействием и управляемой переменной.

Пример для наших определений: мы можем легко измерять температуру горячих газов на выходе топки котла и легко ее регулировать изменением положения регулирующего клапана на подаче топлива в топку. Значит, температура является по нашей терминологии легко измеряемой и хорошо управляемой переменной. Но качество горения в топке мы уже не можем измерять прямо, мы можем только оценить его по ряду косвенных показателей, применяя достаточно сложные вычисления. Это значит, что качество горения не относится к легко измеряемым переменным.

Введенная классификация носит условный характер, но она помогает ориентироваться в вопросах построения сложных систем управления.

До 60-х годов прошлого столетия, когда средства автоматизации были аналоговыми и обладали ограниченными возможностями, наибольшее развитие имели системы

автоматического регулирования легко измеряемых и хорошо управляемых переменных, причем для каждой переменной строилась своя система регулирования. Эти системы называются локальными системами регулирования. Итак: *система автоматического регулирования легко измеряемой и хорошо управляемой переменной называется локальной системой регулирования.* В итоге получалась совокупность несвязанных систем автоматической стабилизации технологических переменных объекта, доступных для контроля и управления. Помимо регулирования, аналоговые системы автоматизации обеспечивали централизованный контроль, регистрацию и некоторую противоаварийную защиту. Основные средства аналоговой автоматизации были сосредоточены на централизованных щитах, откуда производилось ручную или автоматически дистанционное регулирование основных переменных объекта. Итак: *до 60-х годов прошлого столетия средства автоматизации были аналоговыми, применялись локальные системы регулирования, диспетчеризация и аварийная сигнализация.* Оснащение объекта управления локальными контурами является важной задачей, она и сейчас не потеряла своей актуальности. Эти контуры регулирования являются основой любой системы автоматизации и занимают около 80% технических средств современной системы управления. Они стабилизируют процесс, компенсируя многие возмущения. Отличие современных локальных систем заключается в том, что сейчас они реализованы на основе современных цифровых средств контроля и управления. Итак: *локальные системы регулирования являются основой современной системы автоматизации, они стабилизируют процесс, компенсируя многие его возмущения.*

Однако контроль и регулирование ещё не гарантируют получения наибольшего эффекта от работы данного агрегата. Они стабилизируют процесс, но не решают задачи взаимной увязки отдельных переменных данного агрегата и тем более совокупности агрегатов. Такая увязка необходима для получения наибольшего эффекта от управляемого процесса. Например, мы автоматически стабилизируем подачу топлива в топку и воздуха для горения топлива (какие переменные мы измеряем и регулируем? Расход того и другого), тем самым мы устраняем возмущения, связанные с работой питателя топлива и работой воздухоудвки. Но для хорошего горения нужно еще выдерживать оптимальное соотношение между топливом и воздухом, для этого нужен датчик качества горения и алгоритм оптимизации. Итак: *локальные системы регулирования только стабилизируют процесс и не обеспечивают его оптимизацию.*

Задача управления, направленная на получение максимального эффекта, называется задачей оптимального управления, а соответствующая система называется системой оптимального управления. Итак: *Система управления, целью работы которой является достижение экстремума экономического или технического показателя, называется системой оптимального управления.* Решение оптимизационных задач намного сложнее и связана со значительным объемом обработки информации по сравнению с реализацией функций автоматического регулирования.

При простом объекте и небольшом количестве переменных задачу связанного управления без труда решает оператор, ведущий процесс. Конечно, он не решает оптимизационных задач, но управляет процессом на основе своего опыта и навыков, и это у него обычно получается нормально. Пример – горение в топке. Иная ситуация возникает при увеличении количества локальных систем и средств контроля. Это как раз характерно для многих современных объектов. Оператор уже не в состоянии обработать большой объем аналоговой информации и тем более решать оптимизационные задачи, в итоге потенциальные возможности улучшения эффективности процессов не используются. Нужно заметить, что в настоящее время и при управлении сложными процессами, как правило, оптимизационные задачи в динамике также не решаются, технолог-оператор или ЭВМ руководствуются набором технологических инструкций (шаблонов) по ведению процесса в разных типовых ситуациях. Для каждой из таких ситуаций заранее решены задачи статической оптимизации, которые и реализуются. Оптимизация процессов в темпе их развития – дело будущего.

С появлением цифровой управляющей техники появилась возможность реализовывать сложные алгоритмы связного регулирования, переложить многие рутинные и однообразные функции при управлении на ЭВМ, решать сложные задачи в темпе с текущей ситуацией, предоставлять оператору информацию в более сжатом и наглядном виде. И так: *цифровая управляющая техника позволяет реализовывать сложные алгоритмы связного регулирования, переложить многие рутинные и однообразные функции при управлении на ЭВМ, решать сложные задачи в темпе с текущей ситуацией, предоставлять оператору информацию в сжатом и наглядном виде.*

Однако ЭВМ пока еще не может полностью заменить человека, основные решения по управлению процессом остаются за ним. Такая система автоматизации получила название «автоматизированная система управления технологическим процессом» (АСУТП). За время активного использования цифровой управляющей техники для автоматизации производственных процессов, а это около 50-и лет, накоплен значительный опыт по построению архитектуры, техническому составу и программному обеспечению цифровых систем управления. Некоторыми вопросами построения современных систем автоматизации, включая АСУТП мы и займемся