

## Тема 17. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ (САУ)

1. Технологические требования при разработке систем автоматического управления
2. Исходная информация о технологических процессах как объектах управления
3. Указания по выбору средств автоматики

### 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

При создании автоматических систем управления технологическими процессами сельскохозяйственного производства одним из наиболее ответственных этапов является разработка оптимального, то есть самого эффективного, варианта технологического процесса, подлежащего автоматизации.

Приступая к разработке систем автоматического управления, необходимо хорошо изучить объект автоматизации, полностью уяснить все возможные режимы работы. При этом нужно ответить для себя на следующие основные вопросы:

- 1) Каковы цель и задача системы автоматического управления?
- 2) Какие блоки составляют объект управления?
- 3) Какие функциональные и управляющие связи имеются между блоками будущей системы?
- 4) Каковы режимы объекта управления и его блоков и сколько технологически допустимых переходов между этими режимами?
- 5) Какими конкретными алгоритмами описывается тот или иной режим?
- 6) Какие датчики и исполнительные элементы могут быть применены для данной системы?
- 7) Какие математические уравнения описывают взаимодействие управляющих и возмущающих сигналов, характеризующих тот или иной режим работы систем?

Проектирование АСУ технологического процесса в сельскохозяйственном производстве целесообразно начинать с составления так называемой технологической цепочки, которая отражает взаимосвязь технологических процессов, отдельных операций и режимов машин, участвующих в их выполнении.

Технологическая цепочка позволяет выявить порядок действия машин в соответствии с требованиями процесса, объем работ по операциям, необходимое число машин, установить оптимальное агрегатирование и допустимую степень типизации технологических процессов. Таким образом, технологическая цепочка дает возможность глубоко проникнуть в самую технологию процесса во всех его аспектах.

Например, технологическая цепочка послеуборочной обработки зерна в потоке включает следующие операции: доставку зерна от комбайна, взвешивание зерна, его разгрузку, транспортировку норией, первичную очистку от крупных примесей на ветрорешетных машинах, транспортировку норией, сушку, охлаждение, транспортировку норией, вторичную очистку от мелких примесей, транспортировку шнеком, сортировку на триерах, сбор в бункер, транспортировку на склад, взвешивание и складирование.

После анализа технологических процессов или отдельных операций необходимо установить весь объем характеризующих технологию информационных параметров и все их взаимосвязи.

Накопленная в соответствии с поставленными вопросами информация должна быть отражена в компактной и удобной для дальнейшей работы форме. Например в виде таблицы классификации информационных параметров.

Классификация информационных параметров и технологическая цепочка позволяют составить структурную схему системы управления, представляющую собой совокупность объекта управления и управляющего устройства.

Следует иметь в виду, что неполная и неточная обработка всей информации приводит к ее искажению на последующих уровнях, к запаздыванию в принятии решений и мер по согласованию действий установок, поточных линий, цехов и в итоге к увеличению затрат на производство, снижению рентабельности, порче продукции и т. д.

Для решения задачи управления средствами автоматики структуру САУ необходимо формализовать, то есть описать математически. Зависимости, характеризующие свойства объекта управления, могут быть выражены уравнениями, неравенствами, таблицами или графиками. В общем виде взаимосвязь параметров объекта может быть представлена следующим образом:

$$y_i = f[x_i, p(t), g_i, t]$$

где  $y_i$  — выходной управляемый  $i$ -й параметр;  $p(t)$  — возмущающее воздействие;  $x_i$  — управляющее воздействие;  $t$  — время;  $g_i$  — задающее воздействие.

## 2. ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ КАК ОБЪЕКТАХ УПРАВЛЕНИЯ

При решении задач автоматизации управления технологическими процессами требуется иметь исходную информацию, характеризующую следующее:

- а) данные о емкостях объектов автоматизации и связях между ними;
- б) требования к показателям качества (параметрам) технологических процессов;
- в) значение, интенсивность изменения во времени и место приложения возмущений;
- г) значение регулирующих воздействий и передаточные свойства регулирующих органов.

Каждый участок, где может накапливаться вещество или энергия в объекте (емкость), должен быть охарактеризован отдельно и должны быть представлены данные о соединениях между всеми емкостями: сопротивления перетокам жидкостей, сыпучих веществ, энергии, характеристика упругих соединительных элементов и т. п.

Если емкости объекта зависят от его параметров или изменяются во времени, необходимо по возможности представить эти зависимости.

Требования к показателям качества технологических процессов (параметрам) можно выразить в описательной или графической форме (рис. 1).

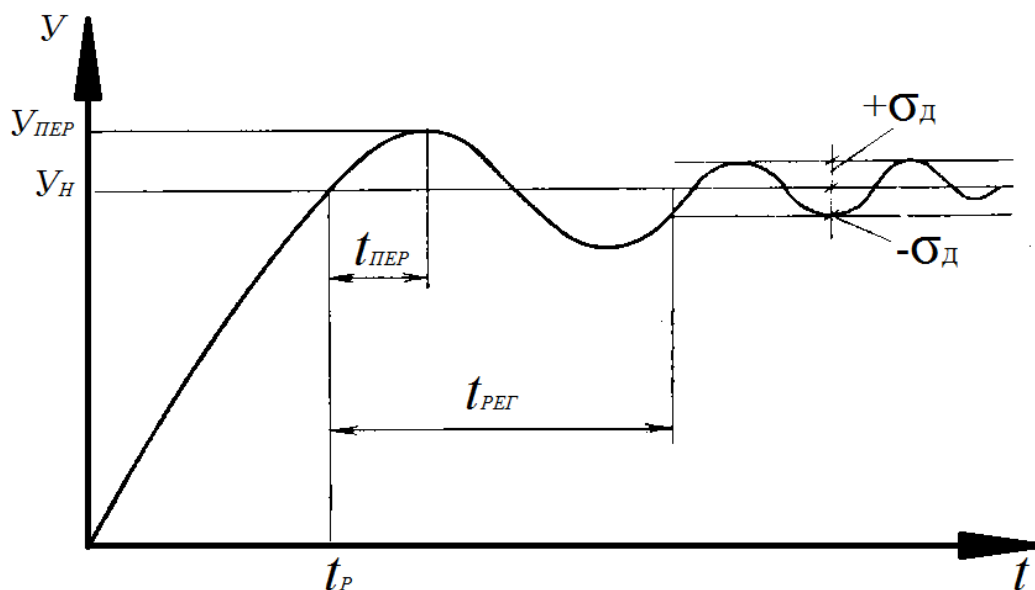


Рис. 1 Величины, характеризующие качество процесса регулирования.

Обозначения на рис. 1 имеют следующую расшифровку:

1)  $Y_H$  - номинальное значение регулируемого параметра, служащее началом отсчета предельных отклонений (например температура в теплице может быть задано однозначно  $\Theta_H = 20^\circ\text{C}$ , или в пределах  $\Theta_H = 18...20^\circ\text{C}$ , либо неравенством  $\Theta_H > 20^\circ\text{C}$  и т. п.)

2)  $\sigma_D$  - длительно допустимое отклонение регулируемого параметра от нормы. Его называют допустимой статической ошибкой. Очевидно, для параметра можно записать:

$$y = y_H \pm \sigma_D \quad \text{или} \quad y = y_H + \sigma_D \quad \text{и} \quad y = y_H - \sigma_D.$$

Положительное и отрицательное значения отклонения  $\sigma_D$  не всегда равнозначны.

3)  $U_{ПЕР}$  - наибольшее допустимое кратковременное отклонение регулируемой величины от номинального значения, его называют перерегулированием. По условиям процесса может быть ограничено как в сторону повышения  $U_{ПЕРmax}$ , так и в сторону понижения  $U_{ПЕРmin}$ .

4)  $t_P$  - время разгона объекта - период вывода регулируемой величины от исходного до номинального значения для данного процесса.

5)  $t_{РЕГ}$  - время регулирования — это время, в течение которого регулируемая величина устанавливается в допустимые пределы отклонения после внесения кратковременного возмущения.

6)  $t_{ПЕР}$  - время перерегулирования — это время действия амплитуды перерегулирования.

Каждый из вышеприведенных видов временных характеристик регулирования можно ограничивать для тех или других технологических процессов.

Для решения задач автоматизации важны всесторонние сведения о возмущениях.

Эти сведения могут быть представлены максимальными, минимальными или усредненными значениями самих потоков или зависимостями, их характеризующими, а также вероятностью сочетания различных факторов.

Важна количественная характеристика всех потоков вещества или энергии рассматриваемого объекта управления, как участвующих в технологическом процессе (нагрузки), так и вызываемых внешними факторами (помехи).

Например, тепловой поток от животных может быть определен в расчете на единицу массы животных, а поток теплоты через ограждения — посредством расчетного значения температуры внешней среды и т. п.

В одноемкостных объектах возмущения могут быть приложены на стороне подачи или расхода, в многоемкостных — к различным емкостям, а в объектах с рассредоточенными параметрами — к определенным участкам.

Сведения о регулирующих органах, через которые осуществляется регулирующее воздействие на объект управления, берут из паспортных данных устройств, осуществляющих эти воздействия.

### 3. УКАЗАНИЯ ПО ВЫБОРУ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

Конкретные типы средств автоматизации выбирают с учетом особенностей технологического процесса и его параметров.

В первую очередь принимают во внимание такие факторы, как пожаро- и взрывоопасность, агрессивность и токсичность среды, число параметров, участвующих в управлении, и их физико-химические свойства, дальность передачи сигналов информации и управления, требуемые точность и быстродействие.

Эти факторы определяют выбор методов измерения технологических параметров, требуемые функциональные возможности регуляторов и приборов (законы регулирования, показание, запись и т.д.), диапазоны измерения, классы точности, вид дистанционной передачи и т.д.

Конкретные приборы и средства автоматизации следует подбирать по справочной литературе, исходя из следующих соображений:

- для контроля и регулирования одинаковых параметров технологического процесса необходимо применять однотипные средства автоматизации, выпускаемые серийно. При этом нужно отдавать предпочтение приборам и средствам автоматизации Государственной системы промышленных приборов (ГСП);

- при большом числе одинаковых параметров рекомендуется применять многоточечные приборы;

- при автоматизации сложных технологических процессов необходимо использовать вычислительные и управляющие машины;

- класс точности приборов должен соответствовать технологическим требованиям;

- для автоматизации технологических аппаратов с агрессивными средами необходимо предусматривать установку специальных приборов, а в случае применения приборов в нормальном исполнении нужно защищать их.

## ОБЩИЙ ПОРЯДОК АНАЛИЗА И СИНТЕЗА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Общий порядок анализа и синтеза автоматических систем включает:

изучение технологического объекта автоматизации и определение оптимальных показателей его функционирования (состояния параметров, характеристики возмущений, емкостных данных объектов, прикладываемых регулирующих воздействий и т. п.);

исследование динамических свойств и характеристик отдельных структурных звеньев и объекта в целом;

выбор закона управления и типа автоматического устройства с определением динамических характеристик отдельных звеньев и показателей настройки автоматических устройств;

исследование автоматической системы на устойчивость и точность функционирования с введением необходимых корректирующих звеньев и связей.

В результате изучения и исследования технологического объекта получают сведения, называемые алгоритмом функционирования, который представляет собой совокупность предписаний, устанавливающих качество и порядок ведения процесса или его динамические свойства и характеристики, выраженные передаточными и переходными функциями.

В процессе анализа и синтеза автоматических систем для определения передаточных функций отдельных звеньев можно применять аналитическое решение задач на основе уравнений динамики процессов и математического аппарата теории автоматического управления, экспериментальные исследования, данные производственного опыта, моделирование и идентификацию.

Наличие общих методов исследований позволяет упростить задачу получения динамических характеристик технологических объектов, несмотря на их значительное разнообразие, которым изобилует современное сельскохозяйственное производство.