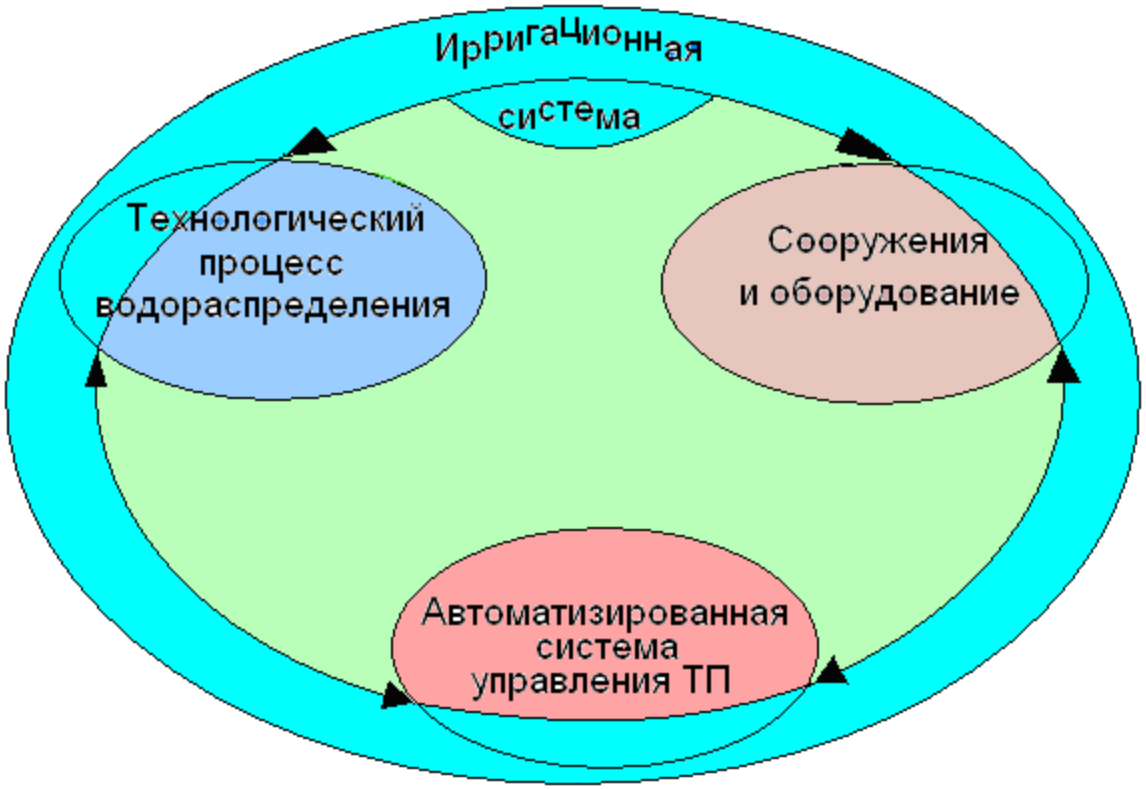
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Объекты автоматизации. Исходная информация о технологических процессах как объектах управления. Общий порядок анализа и синтеза автоматических систем.

Лекция 7 (окончание)

Проф. УСМАНОВ А.М.

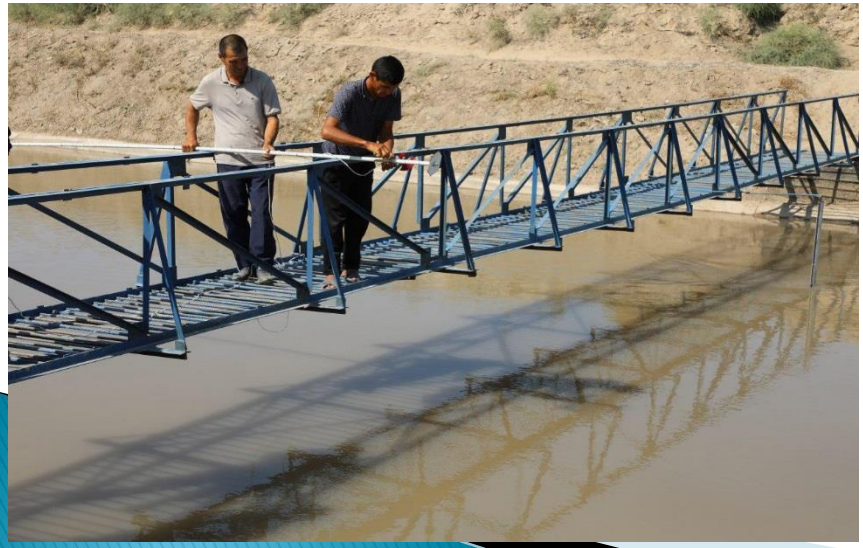
Ирригационная система и комплексный подход к управлению водными ресурсами



- **В пределах бассейна функционирует наш конкретный объект – процесс водораспределения на основе работы ГТС для управления водным(и) потоком(ами). Для бассейна в целом, и для процесса водораспределения установлено, что создание (предприятия, ирригационной системы) и внедрение АСУ на современном уровне зависит от трех взаимосвязанных задач (слайд №2):**
- **1. Выбор или разработка технологических процессов и режимов эксплуатации. В части водораспределения на конкретном канале (в разрезе БУИСа) это означает какой способ водораспределения принят – нормированный, ненормированнный или комбинированный. Далее, какая установлена система автоматического поддержания (регулировании) режима канала – система автоматического регулирования по верхнему бьефу, либо система автоматического регулирования по нижнему бьефу, система автоматического смешанного регулирования, система регулирования постоянными перепадами, и пр. на основании установленных планов водопользования, требований на воду. Эти вопросы должны отвечать существующим требованиям, быть проверены в производственных условиях и типизированы.**
- **2. Выбор или разработка систем автоматизации и управления технологическим процессом водораспределения на базе АСУТП на всех стдадиях внедрения, для данной структурно-алгоритмической части и её технического обеспечения. При этом формирования комплекса технических средств КТС должно происходить на основе этапов системотехнического и аппаратурно-технического синтеза, когда следует решать вопросы выбора состава информационно-упарвляющего комплекса, ПЛК, средств связи и иформационно-технологических (телемеханика) систем вплоть до планов размещения КТС. При этом организация внутренней структуры КТС, с учетом распределенности, иерархичности, и многоуровневости АСУ ТП, должна производиться на основе типизации, унификации и агрегатирования.**
- **3. Разработка или выбор из выпускаемого промышленностью технологического оборудования для принятых технологических процессов в условиях автоматизированного (автоматического) управления с выполнением необходимых условий типизации. Это применительно к гидротехническим сооружениям, насосным станциям различного назначения, водохранилищам, каналам, с учетом контроля расхода воды, её качества, технического обслуживания оборудования и приборов.**
- **Перечисленные задачи, обеспечивающие успех функционирования АСУТП применительно к управлению водными ресурсами, в условиях многоцелевого их использования важно решать, в силу их взаимоувязанности, одновременно, либо с небольшими разрывами во**

Объекты автоматизации

Объекты автоматизации



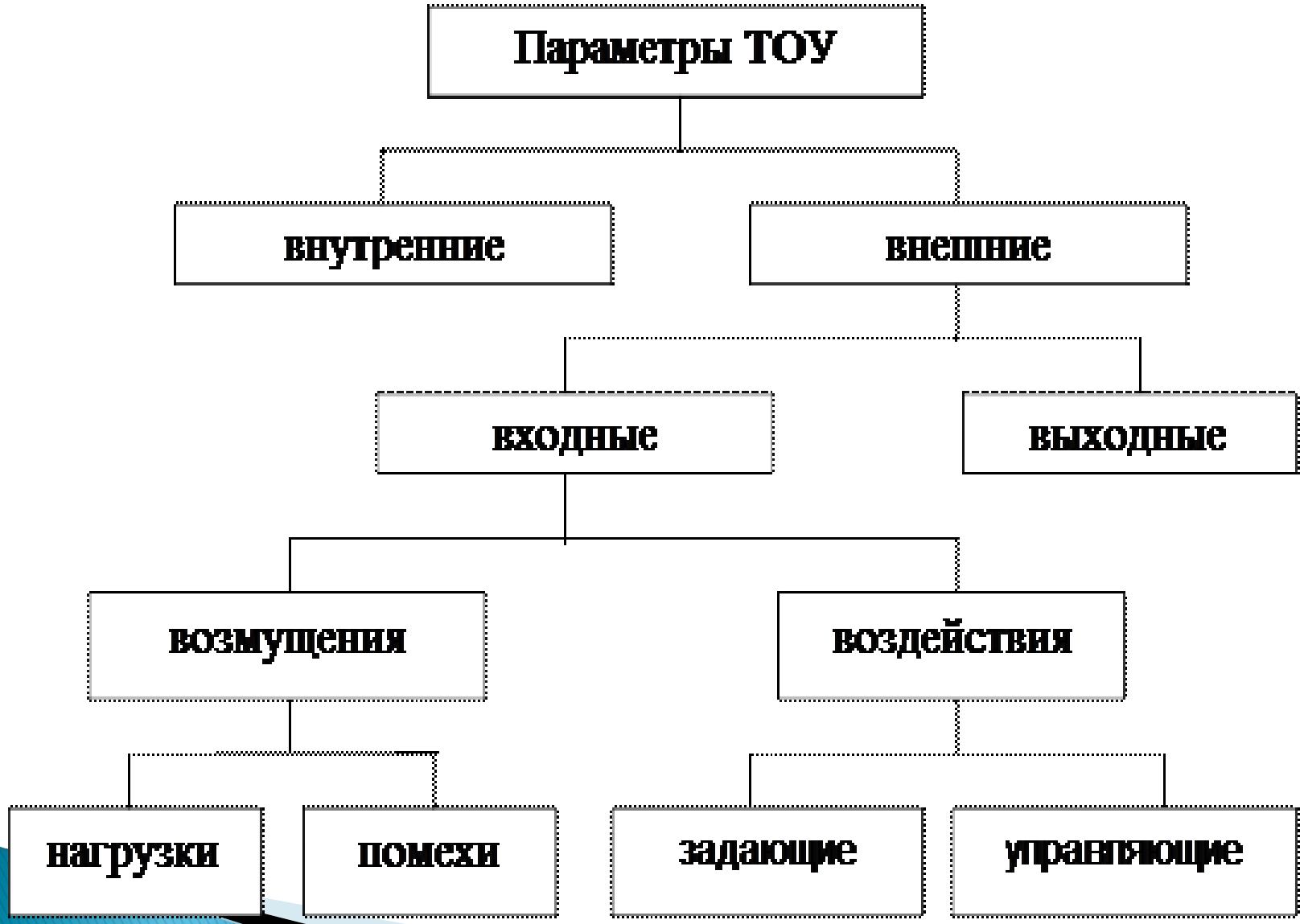
Объекты автоматизации

- В качестве объектов автоматизации (QA) можно понимать либо материальные объекты (помещения, установки, машины, выполняющие технологические процессы), либо непосредственно сами технологические процессы (водораспределения например), либо физические его показатели (уровень воды в канале). С одной стороны, важна эффективность технологических процессов. И в этом смысле под ОА целесообразно понимать именно сам процесс. Например, процессы полива, водораспределения, оросительной насосной станции, обработки и накопления информации. С другой стороны, большинство технологических процессов происходит в материальных объектах: гидротехнических сооружениях, насосных станциях, скважинах на воду, процессорах и т. п. И человек воздействует на эти процессы, как правило, с помощью материальных органов. Поэтому в качестве ОА столь же обоснованно можно принимать материальные носители технологических процессов.

Технологический процесс управления (ТОУ)

- Круг объектов и операций управления весьма широк. Он охватывает технологические процессы и агрегаты, группы агрегатов, целые предприятия, человеческие коллективы, организации, государства и т.д.
- Из этого множества специалисты по автоматизации занимаются только такими видами управления, которые свойственны главным образом техническим объектам и технологическими процессам.
- Всякий объект управления характеризуется совокупностью технических величин, называемых ***параметрами***. ***Внутренние параметры*** не изменяются в процессе функционирования объекта. Например, внутренними параметрами гидротехнического сооружения как объекта управления можно считать размеры ГТС, количество затворов ГТС, их сечение (проемы) и т.п.
- ***Внешние параметры*** объекта управления можно разделить на входные и выходные.
- ***Выходные параметры*** *(зависимые переменные, регулируемые величины)* характеризуют качество управляемого процесса – цель управления.
- Например, для ГТС в качестве таких величин можно рассматривать уровень верхнего и нижнего бьефов, величину открытия затвора, величину расхода, уровни и расходы в водовыпусках и т.п.

Технологический процесс управления (ТОУ)

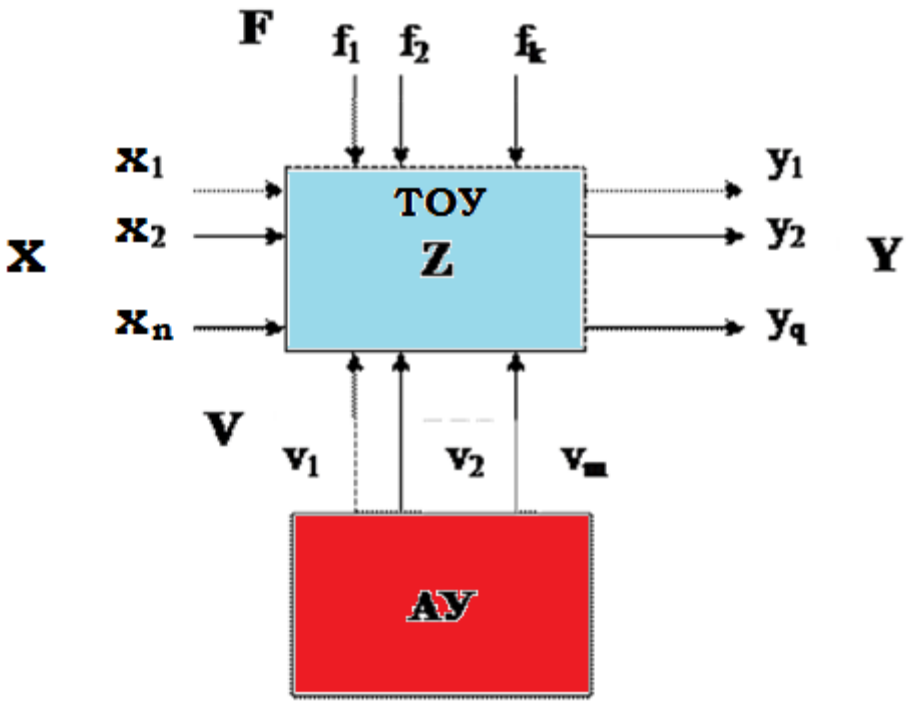


Технологический процесс управления (ТОУ)

- *Входные параметры* делятся на неуправляемые возмущения и управляемые воздействия.
- *Возмущения* бывают двух видов: нагрузки и помехи.
- *Нагрузка* – это полезное возмущение, которое не только допускается при нормальной работе объекта, но и неразрывно связано с его назначением.
- *Например, для оросительного канала это транспортируемый поток воды характеризуемый уровнем (расходом)*
- *Помеха* – это вредное возмущение, мешающее нормальному функционированию объекта. *Например, для канала – это его меняющаяся морфометрия, фильтрация, испарения, осадки.*
- *Воздействия* вырабатываются человеком или автоматическим устройством и тоже делятся на два вида: *задающие*, которые определяют требуемое значение выходной величины в штатном режиме работы объекта, и *управляющие*, которые призваны компенсировать действие возмущений случайного характера.
- Описать любую техническую систему как объект управления – значит определить для нее все входные и выходные параметры.

Технологический объект управления (ТОУ)

- Объект управления показан прямоугольником ТОУ, автоматическое устройство – прямоугольником АУ, а входные воздействия и выходные переменные – стрелками. Совокупность выходных переменных обозначена вектором $Y = (y_1, y_2, \ldots, y_q)$, совокупность задающих воздействий – вектором $X = (x1, x2,\ldots, x_n)$, управляющих воздействий – вектором $V = (v_1, v_2,\ldots, v_m)$, а возмущений – вектором $F = (f_1, f_2,\ldots, f_k)$.



Технологический процесс управления (ТОУ)

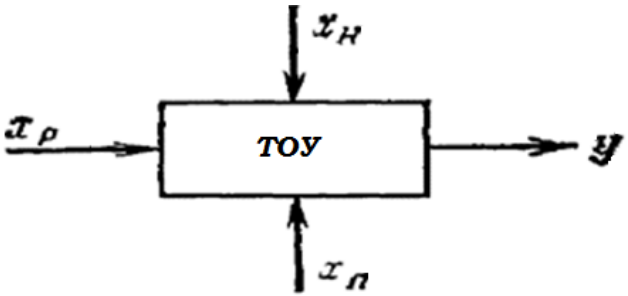
- Векторы Y, G, V и F в зависимости от природы объекта могут быть связаны функционально. *Математическую модель* ТОУ можно записать в общем виде Y = Ф{G,V,F}, где Ф – оператор, определяющий вид математического описания.
- В простейшем случае функциональной зависимости y = j (g, v, f) объект называется статическим или безынерционным. Однако, большинство объектов являются динамическими, поскольку под действием внешних сил их состояние не может быть изменено мгновенно. В таких объектах переменные y, g, v и f обычно связаны между собой дифференциальными уравнениями, содержащими в качестве независимой переменной время t.
- Y(t) = Ф {G(t), V(t), F(t)}.
- <u>Основная задача автоматизации</u> состоит в отыскании и реализации таких управляющих воздействий V, которые обеспечат заданный характер G изменения выходных переменных Y в условиях действия возмущений F.
- Управляющие воздействия определяются зависимостью

V(t) = A {Y(t), G(t), F(t)}, которая называется *алгоритмом* или *законом управления*.

Технологический процесс управления (ТОУ) Обобщенные координаты

- Объекты управления характеризуются тремя обобщенными координатами. Первая координата — выходная величина, или параметр процесса У, характеризующий либо наличие в объекте вещества, либо его энергетический потенциал. Вторая координата — возмущение ХВ, представляющее собой суммарный (результирующий) поток вещества или энергии, обусловленный ходом процесса (нагрузка ХН) и влиянием среды (помехи ХП) Очевидно суммарные нагрузки и помехи.

$$x_в = \sum_{i=1}^{n} x_{нi} + \sum_{i=1}^{m} x_{пi}, \text{ здесь } \sum_{i=1}^{n} x_{нi} \text{ и } \sum_{i=1}^{m} x_{пi}$$

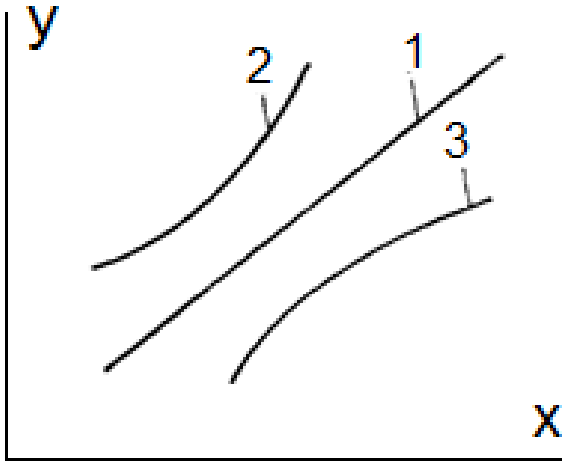


И наконец, третья координата — регулирующее входное воздействие $x_р$ — величина искусственно образованного воздействия, призванного компенсировать действие возмущения и обеспечить нормальное функционирование процесса. Чтобы объект находился в равновесии, должно быть соблюдено условие $x_р = x_в$ или $x_р - x_в = 0$. Наличие $\Delta x = x_р - x_в$ позволяет возвращать объект к оптимальному значению параметра после его.

Технологический объект управления (ТОУ) Обобщенные координаты

- Регулирующее входное воздействие на объект Хр одновременно является выходной координатой регулирующего органа РО, входом которого служит воздействие, прикладываемое к нему при ручной управлении, — движение затвора (напряжения на электропривод). Наличие регулирующего органа — непременное условие и требование управляемости технологического объекта. В нашем случаи объект управления —уровень воды, регулирующий орган —щит затвора, параметр — относительно оптимальный уровень воды нижнем бьефе, возмущение — изменившийся уровень воды из-за возникшего водоотбора, регулирующее воздействие — движение затвора (при подаче напряжения на электропривод затвора)
- Взаимосвязь между обобщенными координатами объектов управления выражается статическими и динамическими характеристиками. Статическая характеристика объектов управления представляет собой зависимость между выходной координатой (параметром процесса) y и результирующим значением входной координаты — воздействием x при установившихся режимах, то есть функцию $y=f(x)$

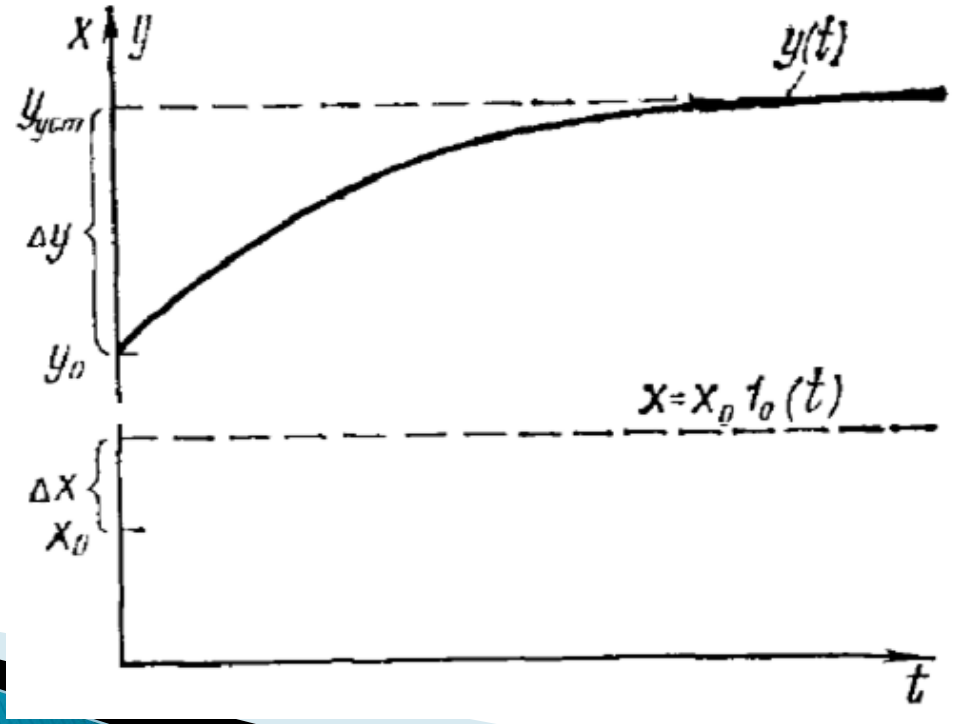
Статические характеристики объектов управления



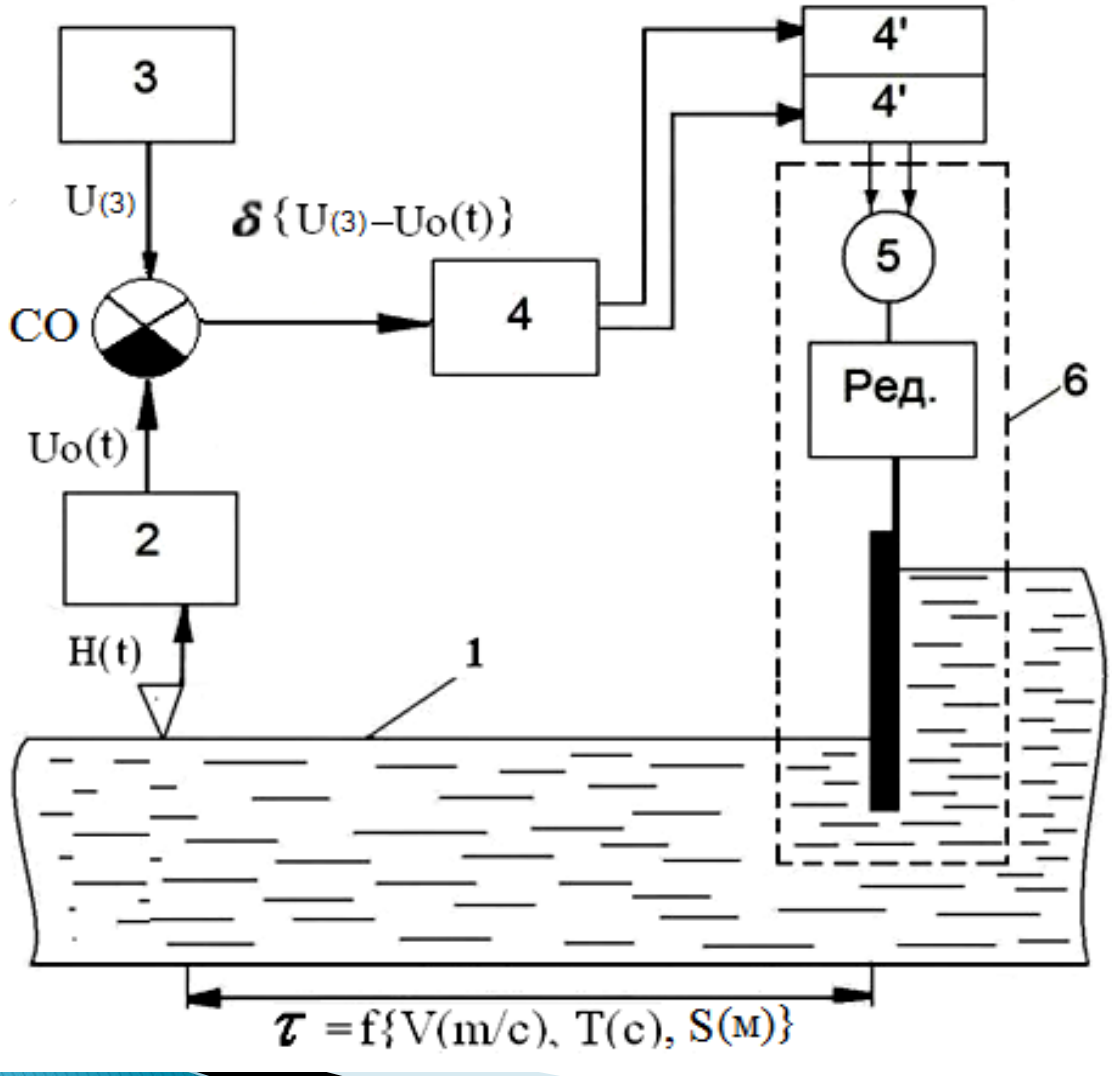
Взаимосвязь между обобщенными координатами объектов управления выражается статическими и динамическими характеристиками. Статическая характеристика объектов управления представляет собой зависимость между выходной координатой (параметром процесса) y и результирующим значением входной координаты — воздействием x при установившихся режимах, то есть функцию y=f(x) Как видно из графика, статическая характеристика может быть линейной 1 и нелинейной 2, 3 в различной степени. Следует иметь в виду, что статическую характеристику может иметь только статический объект, то есть такой, который при любом значении x имеет определенное установившееся положение и соответствующее ему значение y.

Динамические характеристики объектов управления

Динамическая характеристика отражает реакцию объекта по выходной координате $y = f(x)$ на изменение входного воздействия Δx, то есть представляет собой функцию $y = f(t)$ при $x = x_0 1_0(t)$. Из графика видно, что скачкообразному изменению входного воздействия Δx соответствует плавное изменение до нового навившего значения выходной координаты $y_0 + \Delta x = y_{уст.}$ Динамику переходного процесса аналитически можно описать переходной $h(t)$ и передаточной W_P функциями объекта управления.



Исходная информация о технологических процессах как объектах управления. Общий порядок анализа и синтеза автоматических систем.



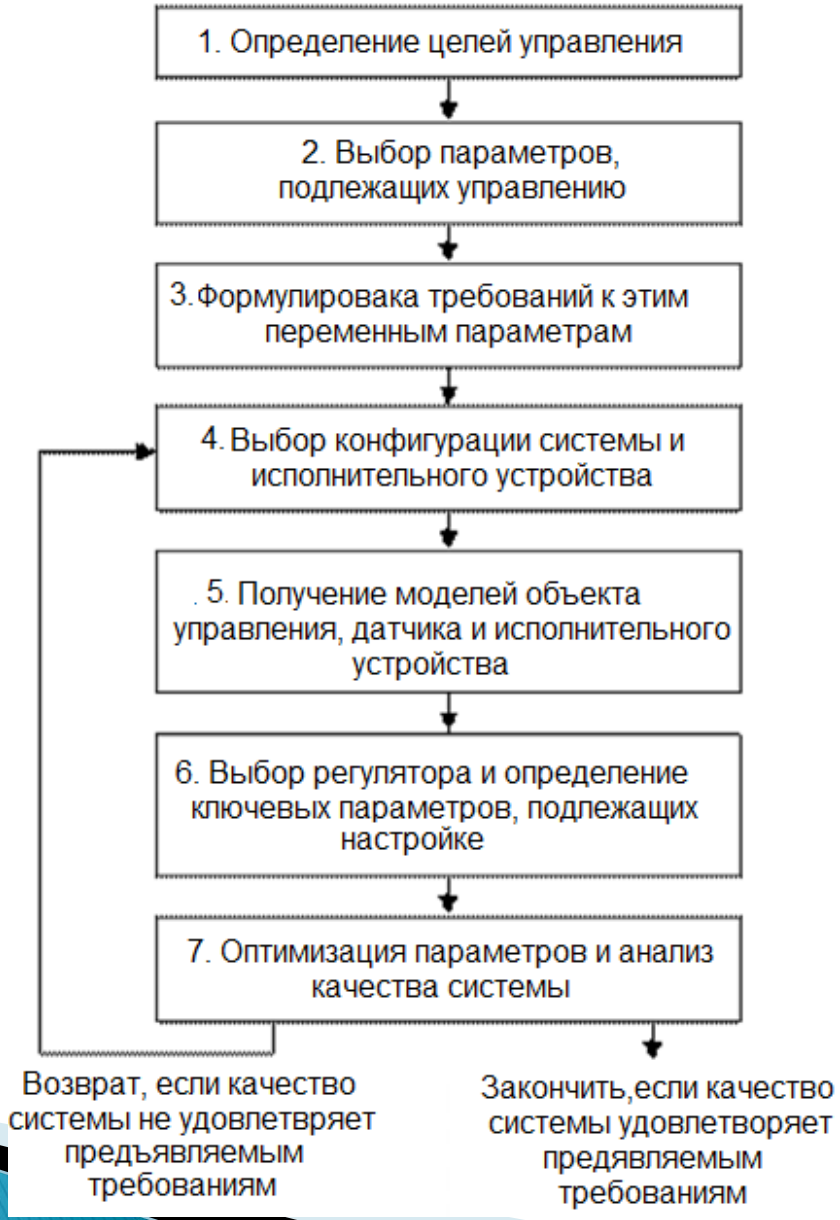
Общий порядок анализа и синтеза автоматических систем.

- Порядок анализа и синтеза автоматических систем зависит от условий поставленной задачи и состояния САУ на момент исследования.
- Если САУ уже спроектирована и исследователю необходимо теоретически проверить ее работоспособность с заданными показателями, то весь расчет будет носить проверочный (аналитический) характер. Аналогично обстоит дело, если в спроектированной САУ в процессе монтажа или эксплуатации некоторые параметры или даже структура были изменены. Например, в системе автоматизации водоснабжения поселка был заменен насос, в системе автоматического управления уровнем в канале использованы другие параметры настройки регулятора и т. д.

Общий порядок анализа и синтеза автоматических систем.

- Последовательность аналитического расчета может быть такой:
- изучение объекта автоматизации и определение требуемых показателей его функционирования исходя из особенностей ТП;
- исследование динамических свойств характеристик отдельных звеньев и всей САУ в целом;
- исследование САУ на устойчивость и качество работы при детерминированных и случайных входных воздействиях;
- сравнение полученных результатов с требуемыми показателями и при необходимости коррекция САУ.
- Если перед исследователем ставится задача создания новой САУ (задача автоматизации данного объекта), то вычисления носят проектный (синтетический) характер. В этом случае последовательность расчета будет иной:
- изучение объекта автоматизации и определение требуемых показателей качества работы САУ исходя из условий ТП, выбора критерия оптимизации;
- математическое описание всех элементов функциональной схемы, кроме регулятора, процессора или ЭВМ, определяющих закон управления САУ;
- определение алгоритма функционирования оптимального управляющего устройства;
- определение структуры и параметров настройки оптимального регулятора.

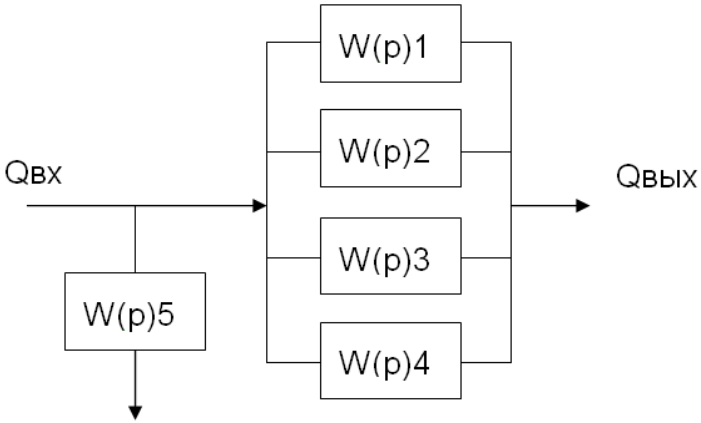
Синтез систем управления осуществляется с использованием замкнутого контура обратной связи

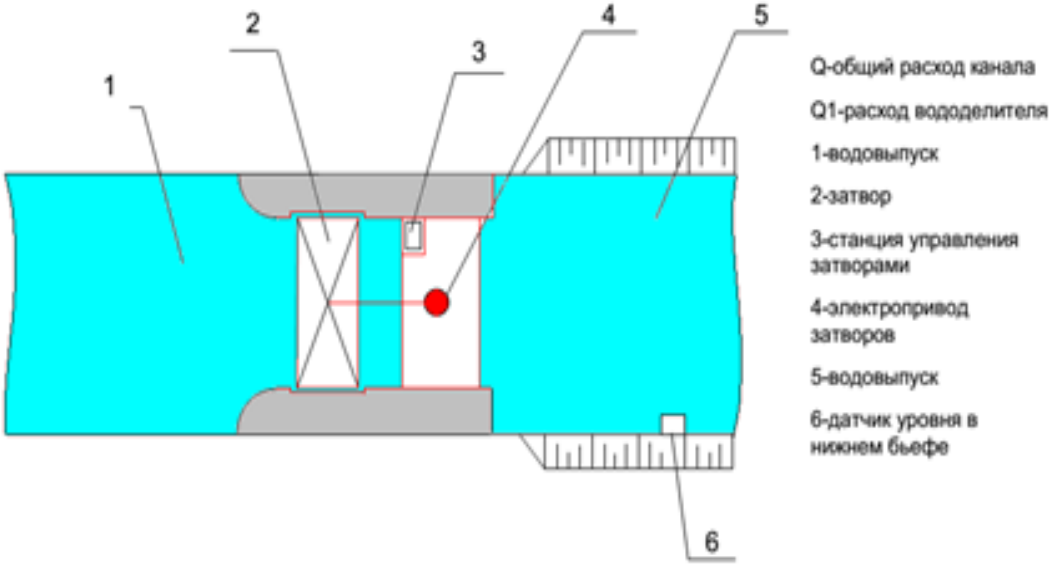


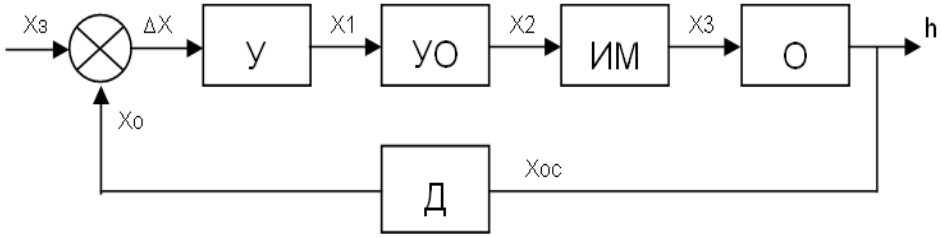
Синтез системы управления ТОУ

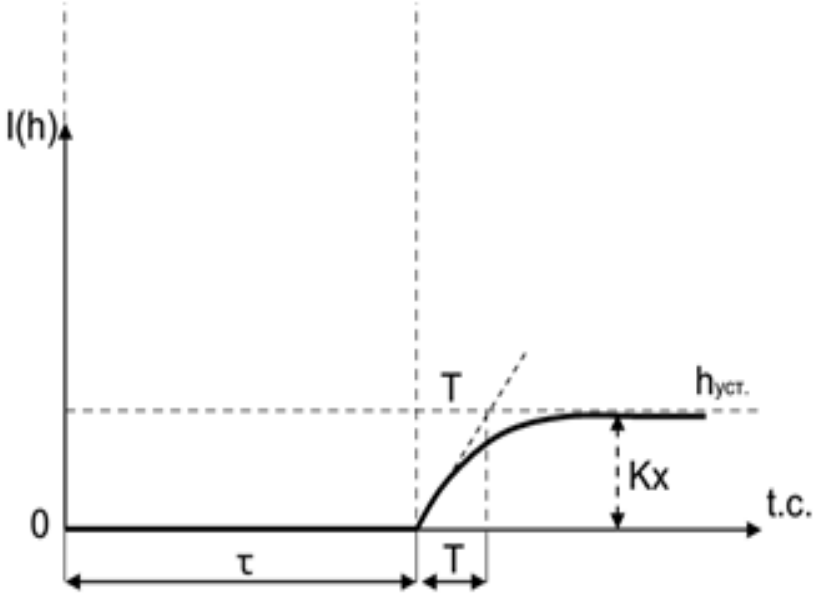
- *Синтез системы управления* – это уникальный пример технического проектирования. Цель проектирования состоит в определении конфигурации системы, требований, которым она должна удовлетворять, и задании основных параметров, удовлетворяющих предъявляемым к системе требованиям.
- Первый шаг процесса синтеза – это определение назначения системы. Например, поддержание заданного значения уровня воды в нижнем бьефе канала.
- Второй шаг – это указать те переменные, которые подлежат управлению (в нашем случае это уровень).
- На третьем шаге мы должны предъявить требования к точности, с которой необходимо поддерживать уровень. Последнее определяет выбор датчика, с помощью которого измеряется переменная, подлежащая управлению. Поставив себя на место инженера, первое, что мы должны сделать, – это попытаться создать конфигурацию системы, которая обладала бы желаемым качеством. Такая конфигурация обычно включает в себя датчик, объект управления, исполнительное устройство и регулятор.
- Следующий шаг состоит в выборе кандидата на роль исполнительного устройства. Принятие решения здесь зависит от типа объекта управления, но в любом случае выбранное устройство должно быть способно эффективно влиять на поведение объекта управления. Например, если мы хотим управлять уровнем, то в качестве исполнительного устройства нам надлежит выбрать управляющий затвор. При этом датчик должен быть способен измерять уровень с необходимой точностью. Наконец, мы должны получить модель для каждого из этих элементов.

Анализ и синтез САУ ТП









Примерный состав ВКР для направления АУТПП

Глава 1 Технологическая часть.
1.1 Анализ технологического процесса на ГТС, насосной станции или др.
Глава 2 Предложения по автоматизации ГТС. насосной станции или др.
2.1 Описание синтезируемой системы АСУ ТП объекта автоматизации
2.2 Регулирование режимов работы ГТС или насосных установок (ЧРП)
2.3 Функциональная схема САР по уровню для ГТС или давления или расхода для НС
2.4 Описание предлагаемого программного обеспечения ЦДП. SCADA - КАСКАД
Глава 3 Макроанализ АСУТП. Синтез КТС.
3.1 Макроанализ
3.2 Выбор КТС нижнего уровня АСУ ТП
3.3 Выбор КТС среднего уровня АСУ ТП
3.4 Выбор КТС верхнего уровня АСУ ТП
3.5 Расчет и выбор пусковой-защитной аппаратуры.
Глава 4 Построение структурной и функционально-техгологической схемы объекта автоматизации.
4.1 Структура автоматизированного ГТС или НС
4.2 Построение функционально-технологической схемы автоматизации
Глава 5 Анализ и синтез САУ. Расчёт устойчивости АСР объекта по уровню (ГТС), по давлению или расходу (НС)
5.1 Функциональная и структурные схемы САУ
5 .2 Определение передаточных функций системы по управляющему и возмущающему воздействиям.
5.3 Расчет устойчивости АСР (по критерию Найквиста) в сфере «MatLab»
Глава 6 Безопасность жизнедеятельности.
Глава 7 Экономическая эффективность автоматизации
Заключение.
Список использованной литературы
Приложение

ЧТО ДОЛЖЕН ЗНАТЬ ВЫПУСКНИК

- **Физические особенности автоматизируемых технологических процессов и производств.**
- **Основные технологические параметры, методы и приборы их контроля, источники погрешностей и способы их устранения.**
- **Типовые средства автоматизации и программно-аппаратных средств в т.ч. ПЛК, их область применения, устройство, схемное и конструктивное построение, основы прикладного программирования, технические и метрологические характеристики.**
- **Методики анализа и синтеза системы автоматического управления и выбора средств автоматизированной системы управления.**
- **Правила организации и проведения монтажа, наладки, ремонта, обслуживания и эксплуатации систем автоматизации, основные правила проектирования, построения чертежей и схем.**
- **Параметры и характеристики типовых систем автоматизации, структурно-алгоритмическую организацию систем управления.**

THANKSTHANKS