

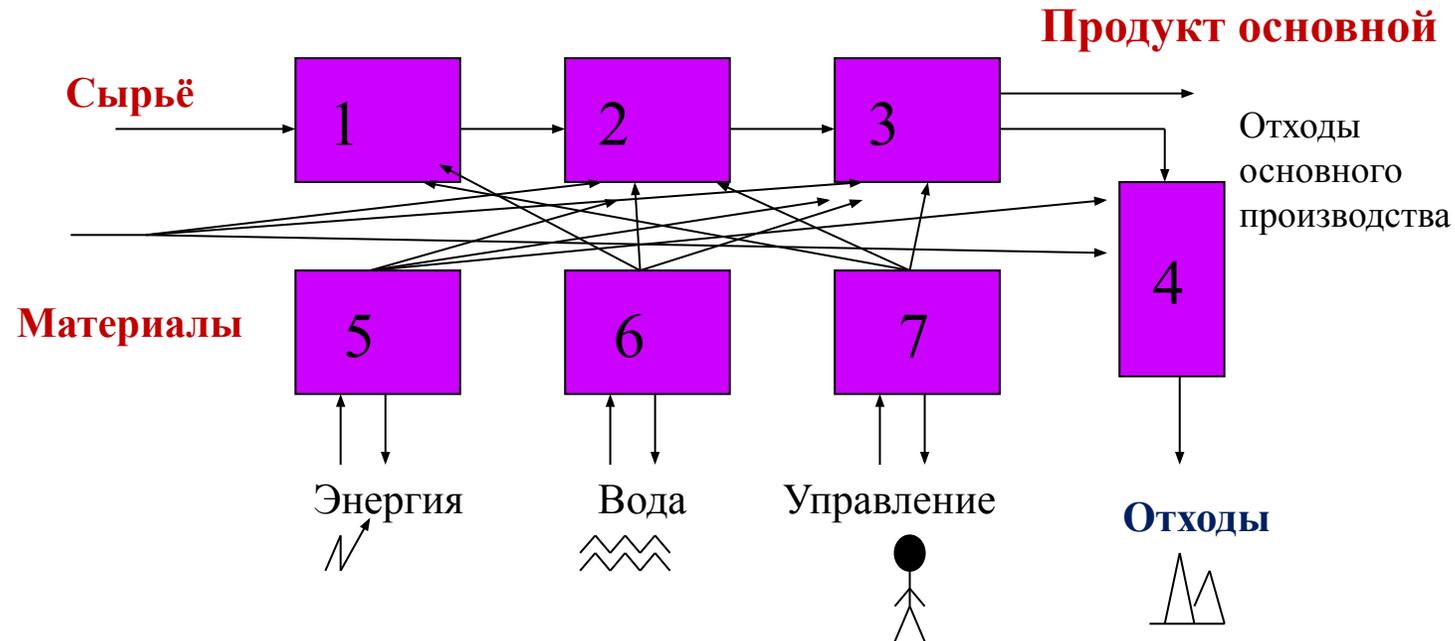
Введение. Предмет и задачи дисциплины «Автоматизированное управление химико-технологическими системами». Значение автоматического (в том числе автоматизированного) управления для развития химической промышленности на современном этапе. Особенности управления химико-технологическими системами. Место дисциплины «Автоматизированное управление химико-технологическими системами» в подготовке магистров по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». Химическое производство как химико-технологическая система. Состав и структура химико-технологической системы. Функциональные (технологическая и энергетическая) и масштабные подсистемы. Иерархическая структура ХТС. Элементы и связи химико-технологической системы. Классификация элементов и связей ХТС. Структура связей. Модели химико-технологической системы: функциональная, технологическая, структурная. Основные понятия автоматизированного управления химико-технологическими системами. Особенности и основные функции АУ ХТС. функции, выполняемые устройствами автоматического управления в химической технологии.

Технико-экономический эффект управления и роль АУ ХТС в обеспечении безопасности химического производства и охраны окружающей среды. Основные термины и определения в АУ ХТС. Возмущающие и управляющие воздействия.

Химическое производство как химико-технологическая система

Химико-технологическая система (ХТС) - совокупность аппаратов, машин и других устройств (элементов) и материальных, тепловых, энергетических и других потоков (связей) между ними, функционирующая как единое целое и предназначенная для переработки исходных веществ (сырья) в продукты.

Структура и функциональные элементы химического производства



На рисунке: 1 - подготовка сырья; 2 - переработка сырья, 3 - выделение основного продукта, 4 - санитарная очистка и утилизация отходов, 5 - энергетическая система, 6 - подготовка вспомогательных материалов и водоподготовка, 7 - система управления

Функциональные подсистемы:

обеспечивают выполнение функций производства и его функционирование в целом.

- **Технологическая подсистема**

часть производства, где осуществляется собственно переработка сырья в продукты, химико-технологический процесс.

- **Энергетическая подсистема**

часть производства для обеспечения энергией химико-технологического процесса. В

зависимости от вида энергии: тепловая, силовая, электрическая, - может быть представлена соответствующая подсистема.

- **Подсистема управления**

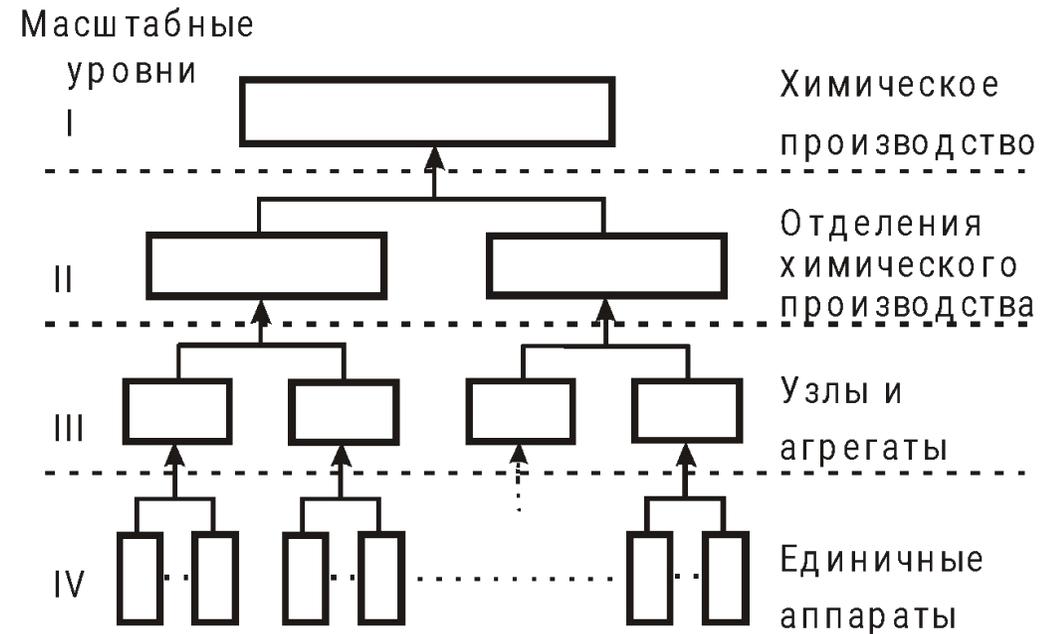
часть производства для получения информации о его функционировании и управления им.

Обычно это - автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП).

Масштабные подсистемы

Масштабные подсистемы выполняют определенные функции в последовательности процессов переработки сырья в продукты как отдельные части химико-технологического процесса.

Иерархическая структура ХТС



Классификация связей (потоков)

Потоки между аппаратами (связи между элементами) классифицируют по их содержанию:

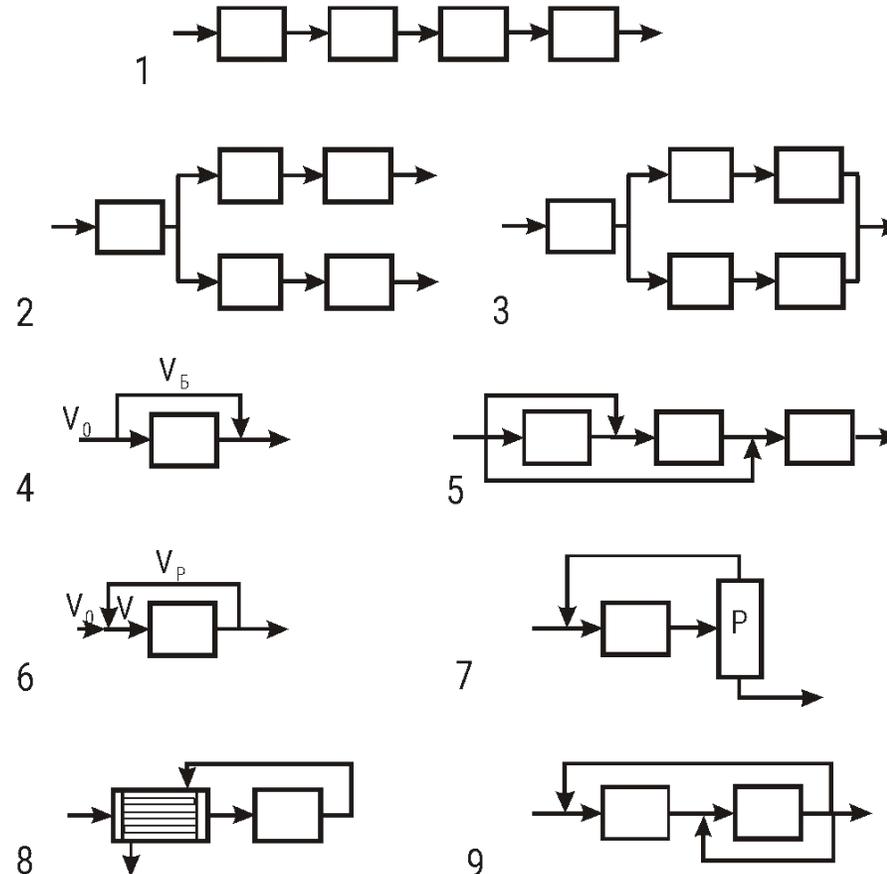
- Материальные потоки
- Энергетические потоки
- Информационные потоки

Структура связей

Последовательность прохождения потоков через элементы ХТС определяет структуру связей и обеспечивает определенные условия работы элементов системы.

Основные типы структуры связей:

1. Последовательная связь
2. Разветвленная связь
3. Параллельная связь
4. Простая Обводная связь(байпас)
5. Сложная Обводная связь(байпас)
6. Полный рецикл
7. Фракционный рецикл
8. Перекрестная связь
9. Сложный рецикл



Модели ХТС

- **Описательные модели:**

- химическая
- операционная
- математическая

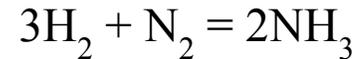
- **Графические модели:**

- функциональная
- технологическая
- структурная
- специальные

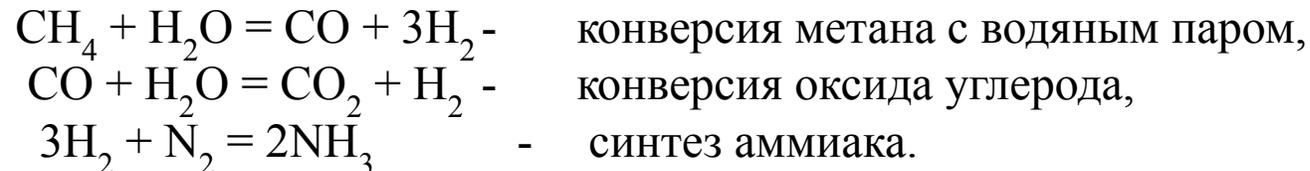
Химическая схема

Химическая модель (схема) представлена основными реакциями (химическими уравнениями), которые, в соответствии с которыми осуществляют переработку сырья в продукт.

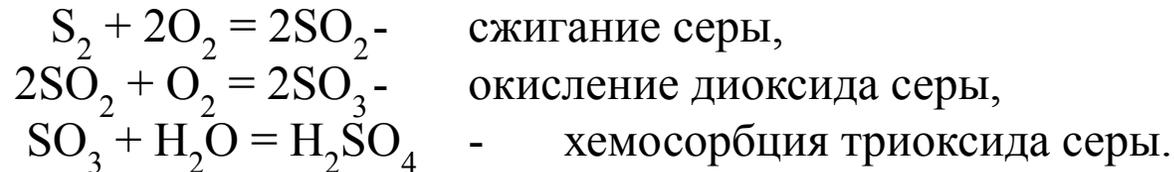
Синтез аммиака из водорода и азота представлен одним химическим уравнением



Производство аммиака из природного газа (метана) требует провести несколько химических реакций:



Получение серной кислоты из серы протекает через следующие превращения:



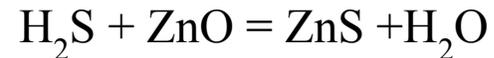
Химические схемы в виде стехиометрических уравнений, отражают последовательную связь в системе превращения сырья в продукт.

Операционная схема

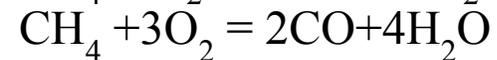
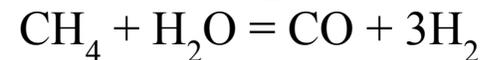
Операционная модель представляет основные стадии (операции) переработки сырья в продукт, в том числе обеспечивающие протекание основных превращений.

Производство аммиака будет описано следующей операционной моделью.

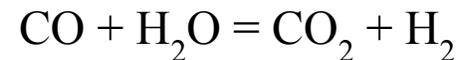
- 1) Сероочистка природного газа:



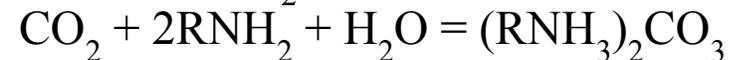
- 2) Конверсия природного газа (воздушным паром):



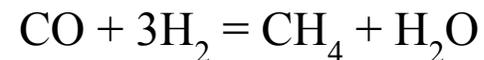
- 3) Конверсия оксида углерода с водяным паром:



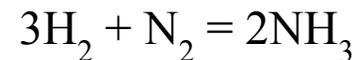
- 4) Абсорбция диоксида углерода - удаление CO_2 :



- 5) Очистка газа от оксида углерода CO :



- 6) Синтез аммиака:



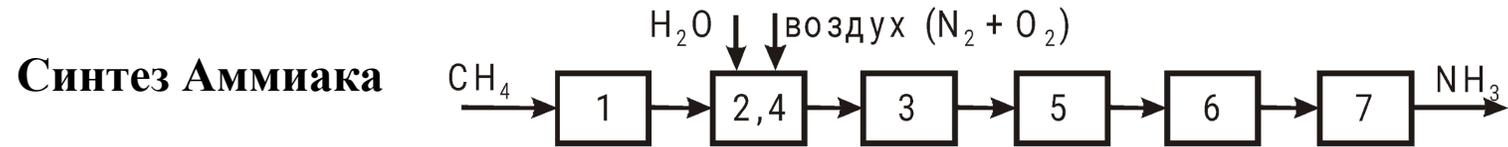
- Химическая и описательная схемы дают первое описание и представление о производстве и его основных стадиях.
- Для дальнейшего рассмотрения ХТС удобно использовать графические модели

Графические схемы



Функциональная схема

строится на основе химической и операционной и наглядно отражает основные стадии химико-технологического процесса и их взаимосвязи. Представление основных операций химико-технологического процесса в виде функциональной схемы весьма удобно для его понимания. Она дает общее представление о функционировании ХТС и служит предпосылкой для аппаратурного оформления и более детальной разработки ХТС.

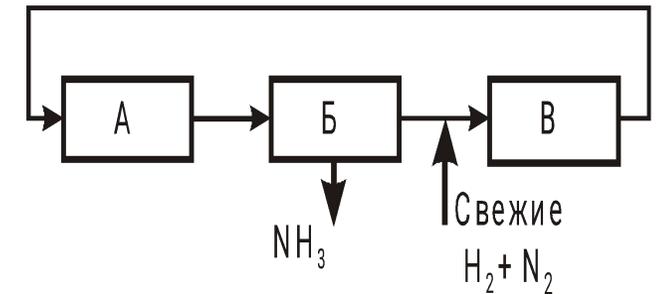


Синтез аммиака включает три стадии и представлен такой операционной моделью:

А. Синтез аммиака $3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$,

Б. Выделение аммиака,

В. Возврат (рецикл) не прореагировавших водорода и азота в реактор (стадию А)

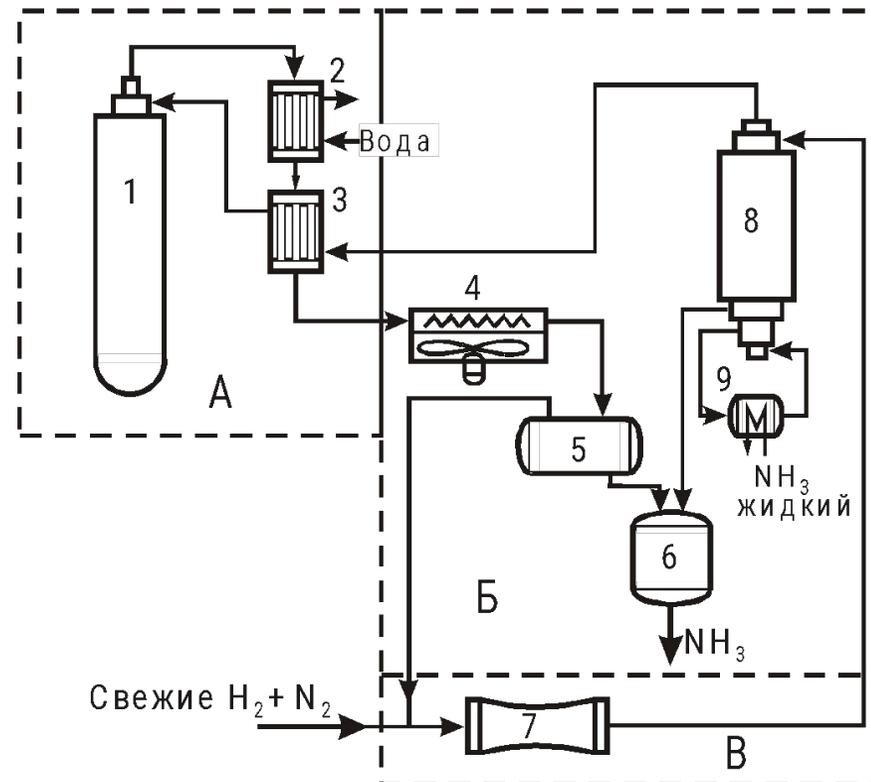


Технологическая схема

Технологическая схема показывает элементы системы, порядок их соединения и последовательность технологических операций. В технологической схеме каждый элемент (агрегат, аппарат, машина) имеет общепринятое изображение, соответствующее его внешнему виду. Связи изображены обычно линиями со стрелками или даже в виде трубопроводов.

Синтез Аммиака

1. Колонна синтеза NH_3
2. Водяной холодильник
3. Теплообменник
4. Воздушный холодильник
5. Сепаратор
6. Сборник NH_3
7. Циркуляционный компрессор
8. Конденсационная колонна
9. Испаритель NH_3

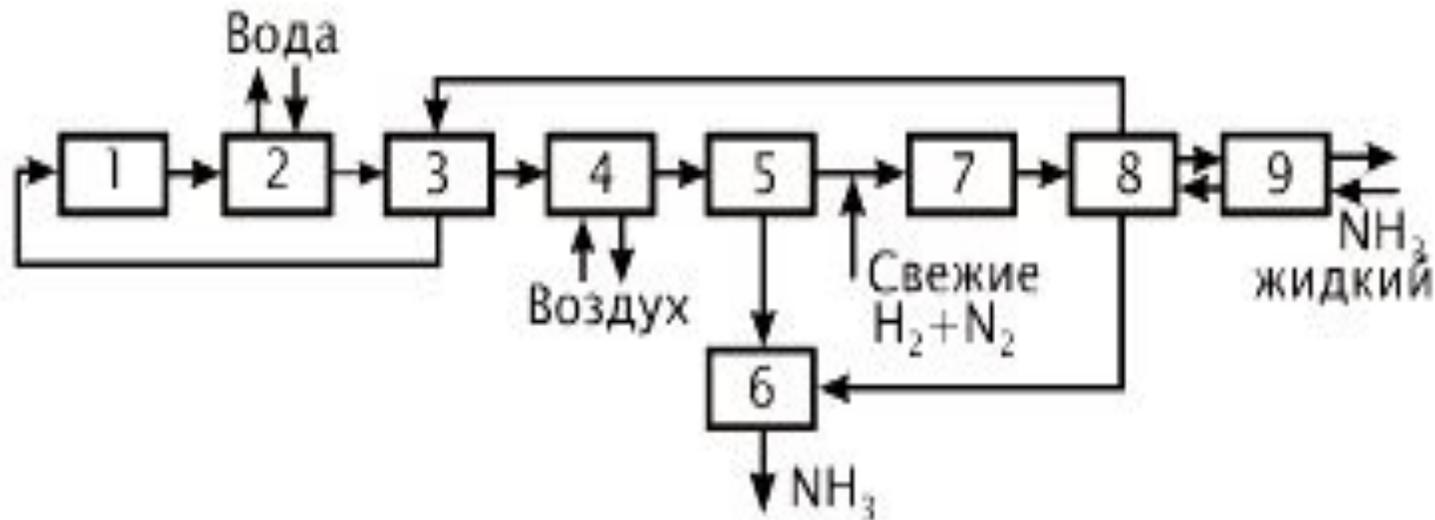


- Расположение аппаратов на технологической схеме соответствует их примерной расстановке в цехе.
- На технологической схеме могут быть приведены краткие данные о параметрах процесса.
- Технологическая схема - это результат научной разработки данного способа производства, конструкторско-технологического расчета схемы, узлов и аппаратов.
- Наглядность отображения конкретного производства.
- Технологические схемы используют как при эксплуатации производства, так и его проектировании.
- Технологическая схема обязательная составляющая проектной и технической документации каждого производства.

Структурная схема

- включает элементы ХТС в виде простых геометрических фигур (прямоугольников, окружностей);
- изображение аппаратов обезличено, что значительно упрощает общий вид структуры ХТС;
- наглядно показывает соединение аппаратов (связи между элементами ХТС);
- используется при проектировании нового производства или реконструкции действующего.

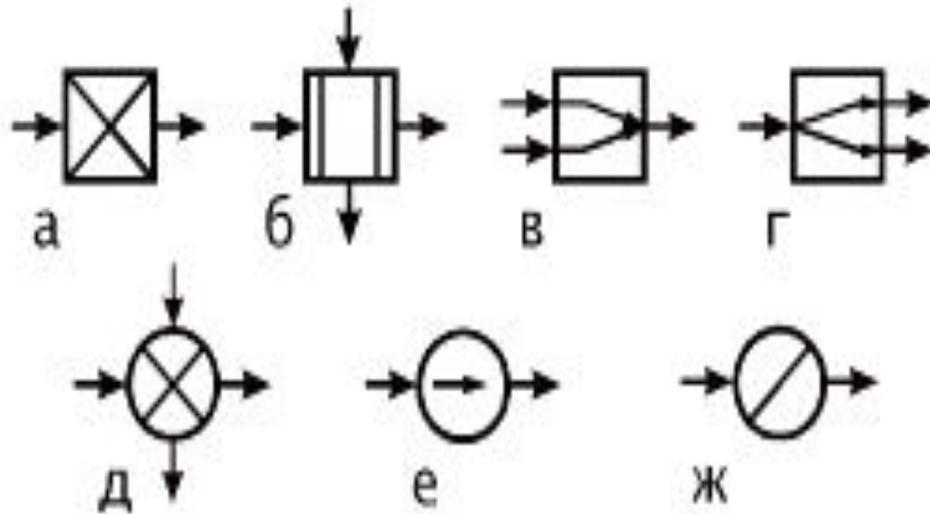
Синтез Аммиака



Технологические операторы

применяют при анализе и расчетах ХТС, используя специальный математический аппарат и вычислительные методы.

В операторной схеме каждый элемент ХТС представлен специальным обозначением - технологическим оператором.



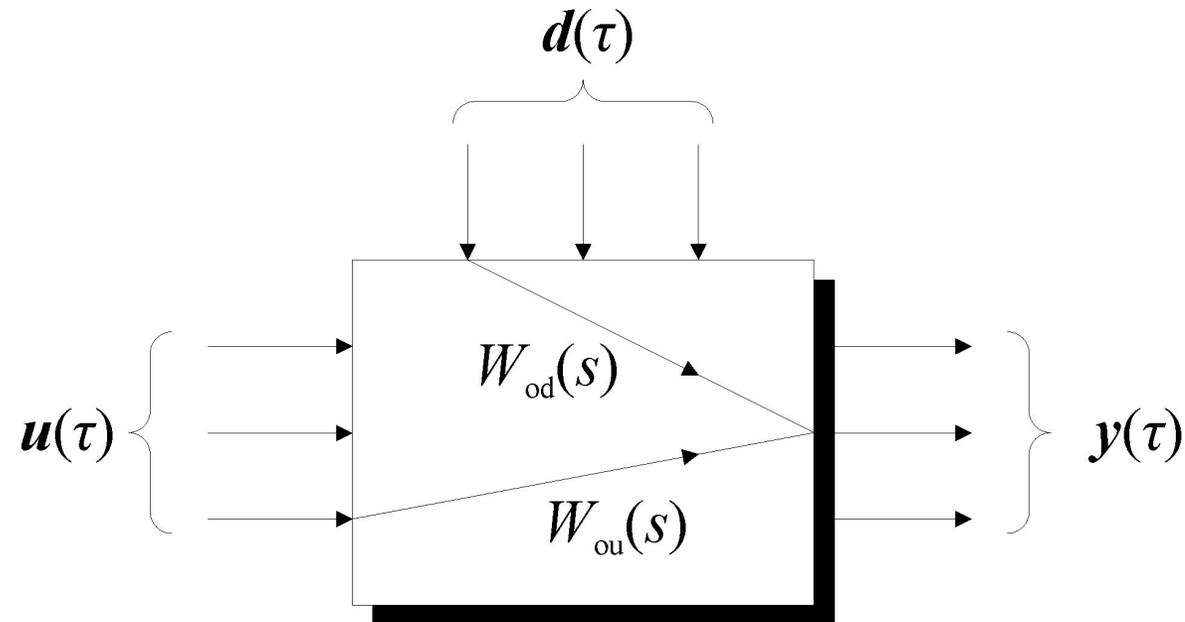
- а) Химическое превращение
- б) Массообмен
- в) Смешение потоков
- г) Разделение потоков
- д) Теплообмен
- е) Растяжение/сжатие
- ж) Изменение агрегатного состояния

Основные термины и определения в АУ ХТС

Управление — это процесс формирования и реализации управляющих воздействий, направленных на достижение некоторой цели.

Под **объектом управления (ОУ) в химической технологии** понимают технологический процесс, осуществляемый в определенном аппаратурном оформлении, в котором один или несколько химико-технологических параметров, характеризующих состояние процесса, поддерживаются на заданном уровне или изменяются по определенному закону. **Цель управления** — достижение желаемых результатов функционирования объекта. Цель управления формируется вне системы управления и является входным сигналом системы управления.

Структурная схема объекта управления



На рисунке: $d(\tau)$ – возмущающие воздействия, $u(\tau)$ – управляющие воздействия, $y(\tau)$ – управляемые параметры, $W_{od}(s)$ – передаточная функция по каналу возмущающего воздействия – управляемого параметра, $W_{ou}(s)$ – передаточная функция по каналу управляющего воздействия – управляемого параметра.