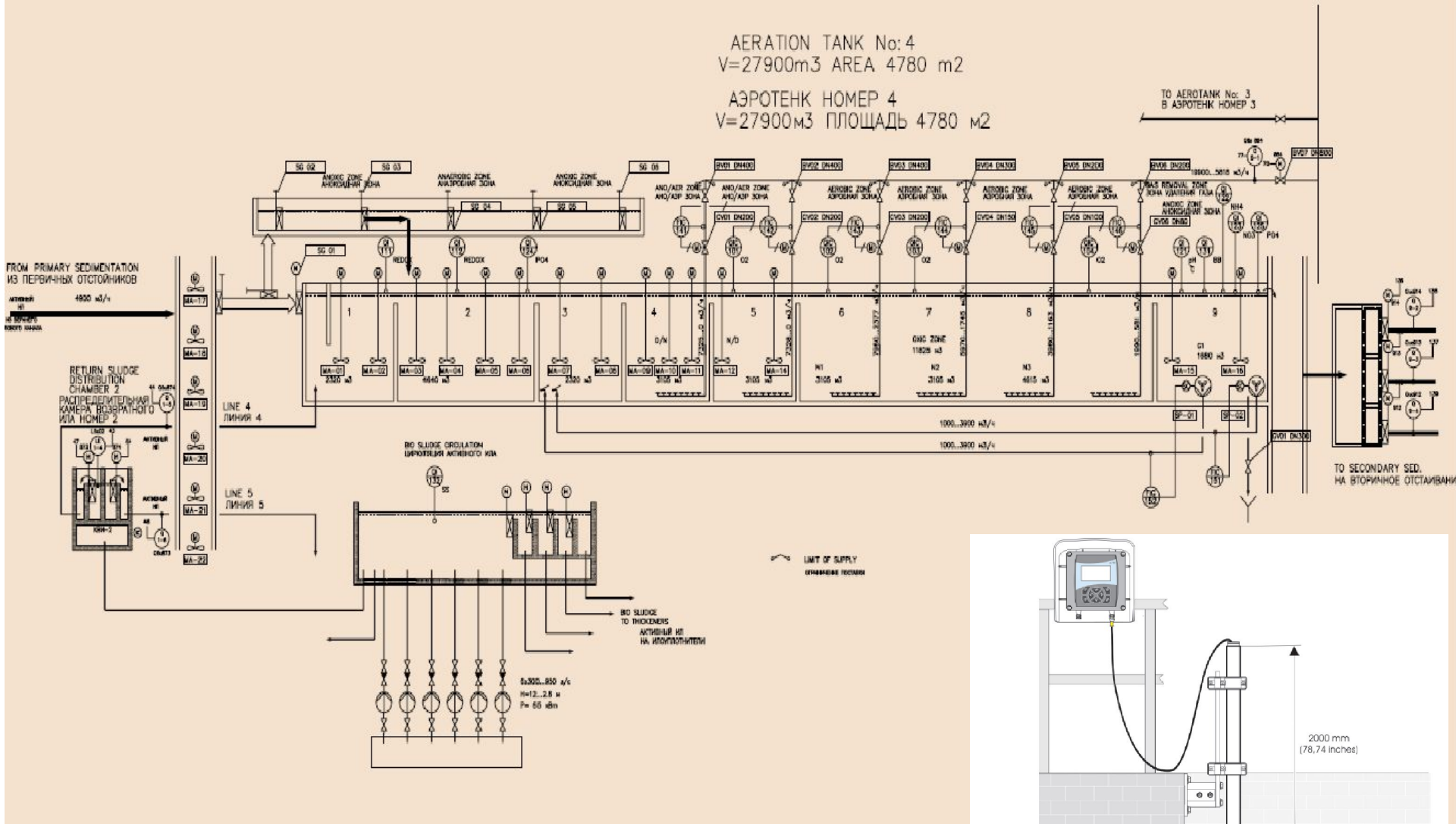


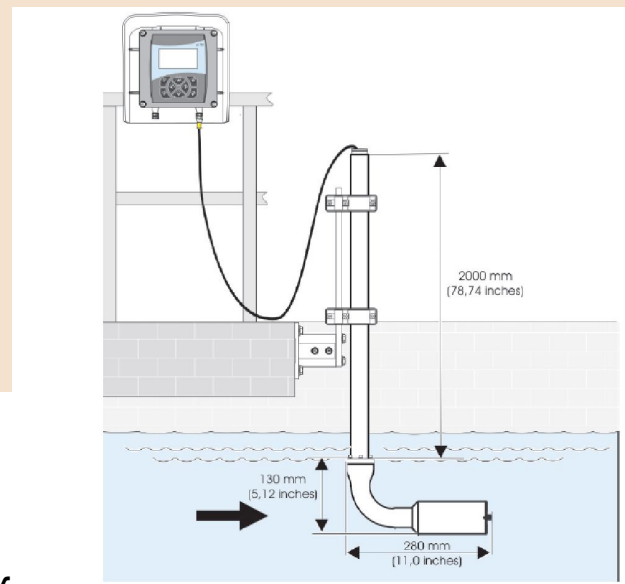
В первой половине XX века, появились приборы регистрации и контроля параметров, так называемые контрольно-измерительные приборы - КИП. Зарождение, становление и развитие приборов измерения и контроля, процесс от автоматического регулирования до АСУ и управление на макро- и микроуровне является неотъемлемой частью процессов водоснабжения и водотведения

AERATION TANK No: 4
V=27900m³ AREA 4780 m²

АЭРОТЕНК НОМЕР 4
V=27900м³ ПЛОЩАДЬ 4780 м²



Дальнейшее совершенствование приборов регистрации, контроля и управления параметрами привело к автоматизации и телемеханизации нефтепереработки и нефтехимии. Последнее привело к компьютеризации и управлению процессами, то есть к автоматизированным системам управления (АСУ)



ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рульнов А.А., Евстафьев К.Ю. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения – ИНФРА-М, 2010 – 208 с.
2. Попкович Г.С., Гордеев М.А. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения. - М.: Высшая шк., 1986
3. Основы автоматизации производственных процессов нефтегазового производства : учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / [М.Ю. Прахова, Э. А.Шаловников, Н. А.Ишинбаев, С. В.Щербинин] ; под ред. М.Ю.Праховой. — М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 256 с.
4. Схиртладзе А.Г., Федотов А.В., Хомченко В.Г. Автоматизация технологических процессов и производств: учебник. – М., 2009.
5. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля А.С. Ключев, Б.В. Глазов, М. Б. Миндин, С.А. Ключев; под ред. А. С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 432 с.: ил.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Asutp.ru

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Назначение автоматических систем	<p>Значение автоматизации систем водоснабжения и водоотведения. Особенности систем водоснабжения и водоотведения как объектов автоматизации.</p> <p>Роль автоматических систем для улучшения качества питьевой воды, уменьшения стоимости эксплуатации сооружений, сокращения энергозатрат, утечек и потерь воды и соблюдения необходимых требований экологии.</p> <p>Структура и классификация автоматических систем, основные параметры и характеристики элементов, составляющих системы и их классификация. АСУ ТП и система автоматизированного управления предприятием (АСУП).</p> <p>Функции АСУ ТП и АСУП.</p>

2	<p>Иерархия построения и элементная база построения современных автоматических систем</p>	<p>Системы автоматического управления (САУ). Системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA). Распределенные системы управления (DCS), системы на программируемых логических контроллерах (PLC). Датчики автоматических систем и их классификация Устройство, принцип действия и основные характеристик параметрических электрических датчиков, их область применения для контроля параметров объектов систем водоснабжения и водоотведения и санитарно - технических устройств. Схемы включения датчиков и особенности их применения в системах водоснабжения и водоотведения.</p> <p>Контрольно-измерительные и регистрирующие устройства для систем автоматического контроля, исполнительные устройства и их разновидности. Электромагнитные устройства для систем автоматического управления и защиты.</p>
---	---	---

<p style="text-align: center;">3</p>	<p style="text-align: center;">Свойства автоматических систем Задачи в области эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения. Диспетчеризация</p>	<p>Назначение и структура информационно-измерительных систем. Измерение параметров в системах водоснабжения и водоотведения, определение качественных параметров питьевых и сточных вод.</p> <p>Системы автоматического управления, защиты сигнализации. Основная задача управления, его структура понятие об алгоритме управления.</p> <p>Основы телемеханики и применение её в системах водоснабжения. Системы автоматического регулирования, назначение, структура и классификация.</p> <p>Свойства объектов регулирования в системах водоснабжения и водоотведения. Законы автоматического регулирования.</p> <p>Диспетчеризация. Основные задачи и оборудование диспетчерских.</p> <p>Системы управления технологическим процессом очистки природных и сточных вод.</p> <p>Системы управления подачей и перекачкой воды.</p> <p>Системы управления гидравлическими режимами в системах водоснабжения и водоотведения.</p>
--------------------------------------	---	--

Значение автоматизации систем водоснабжения и водоотведения. Особенности систем водоснабжения и водоотведения как объектов автоматизации.

Роль автоматических систем для улучшения качества питьевой воды, уменьшения стоимости эксплуатации сооружений, сокращения энергозатрат, утечек и потерь воды и соблюдения необходимых требований экологии.

Структура и классификация автоматических систем, основные параметры и характеристики элементов, составляющих системы и их классификация. АСУ ТП и система автоматизированного управления предприятием ([АСУП](#)).

Функции АСУ ТП и [АСУП](#).

Совокупность операций для пуска, остановки процесса, поддержания постоянства показателей процесса или изменения их по заданному закону называется

управлением

Поддержание показателей на заданном уровне или изменение их по заданному закону, называется **регулированием**, т.е. регулирование - это часть управления. И если эти процессы управления осуществляются без участия человека (оператора), то они называются автоматическими

Устройство, осуществляющее технологический процесс, показатели которого нужно управлять или регулировать, называется **объектом управления**, или управляемым объектом

Техническое устройство, осуществляющее управление в соответствии с программой (алгоритмом), называется **автоматическим управляющим устройством**

Совокупность объекта управления и управляющего устройства называется **системой автоматического управления (САУ)**

В общем случае под **автоматизацией** понимают применение технических средств и систем управления, частично или полностью освобождающих человека от непосредственного участия в процессах получения, преобразования, передачи или использования энергии, материалов или информации. Цель автоматизации – повышение производительности и эффективности труда, улучшение качества продукции, устранение человека от работы в условиях, опасных для здоровья

Под **управлением** в технических системах понимают совокупность действий (работа, исполнение командных сигналов), выбранных на основе определенной информации и направленных на поддержание заданных параметров производственного процесса и режимов эксплуатации технологического оборудования, направленных на улучшение функционирования технологического объекта в соответствии с имеющейся программой или целью оптимального функционирования его по заданному критерию.

Система – это целенаправленная совокупность элементов, взаимодействующих между собой в достижении заданного полезного результата. Существует много определений этого термина ввиду огромного многообразия существующих систем (система уравнений, солнечная система, системы питания, транспорта, образования, вычисления и др.)

Под **производственным процессом** понимают временную последовательность в СВВ, при которой происходят перемещение и преобразование вещества (воды, реагентов, энергии) и (или) информации. Практически все современные производственные процессы в СВВ должны выполняться в соответствии с определенными инструкциями, строительными нормами и правилами (СНиП)

Под **технологическим процессом** понимают такую обработку воды и полуфабрикатов (промежуточных потоков, осадков), которая приводит к изменению их физических и химических свойств и превращению в конечную продукцию. Иными словами, технологический процесс в СВВ – это совокупность механических, физикохимических, биологических и других процессов целенаправленной обработки воды и ее побочных продуктов

Любой технологический процесс характеризуется определенными технологическими параметрами, которые могут изменяться во времени. В СВВ такими параметрами являются расходы материальных и энергетических потоков, химический состав, температура, давление, уровень в емкостях и др. Совокупность технологических параметров, полностью характеризующих конкретный технологический процесс и имеющих конкретные технологические значения, называется **технологическим режимом**

Любой технологический процесс в СВВ подвержен действию различных факторов, которые нельзя предусмотреть заранее. Такие факторы называются **возмущениями**. К ним относятся, например, случайные изменения состава обрабатываемой воды, температуры, колебания напряжения в электрической сети, характеристик оборудования и др. Возмущающие воздействия на технологический процесс вызывают изменения технологического режима, что, в свою очередь, приводит к изменению таких ТЭП процесса, как производительность, качество обработки, расход реагентов и энергии и т. п.

Для обеспечения требуемых (заданных) ТЭП необходимо компенсировать колебания технологического режима, вызванные действием возмущений. Такое целенаправленное воздействие на технологический процесс представляет собой **процесс управления**. Совокупность требований к оптимальному функционированию объекта (критерий управления) и ограничений, накладываемых на параметры технологического процесса, осуществляемых в процессе управления, называется **целью управления**. Наконец, сам управляемый технологический процесс вместе с оборудованием, в котором он реализуется и осуществляется регулирование технологических параметров, является **объектом управления**.
Объект управления и устройства, необходимые для осуществления процесса управления, называются **системой управления**. Таким образом, система управления – это совокупность технологического процесса, оборудования, средств контроля и управления

Любой технологический процесс в СВВ подвержен действию различных факторов, которые нельзя предусмотреть заранее. Такие факторы называются **возмущениями**. К ним относятся, например, случайные изменения состава обрабатываемой воды, температуры, колебания напряжения в электрической сети, характеристик оборудования и др. Возмущающие воздействия на технологический процесс вызывают изменения технологического режима, что, в свою очередь, приводит к изменению таких ТЭП процесса, как производительность, качество обработки, расход реагентов и энергии и т. п.

Совокупность требований к оптимальному функционированию объекта (критерий управления) и ограничений, накладываемых на параметры технологического процесса, осуществляемых в процессе управления, называется **целью управления**. Наконец, сам управляемый технологический процесс вместе с оборудованием, в котором он реализуется и осуществляется регулирование технологических параметров, является **объектом управления**.

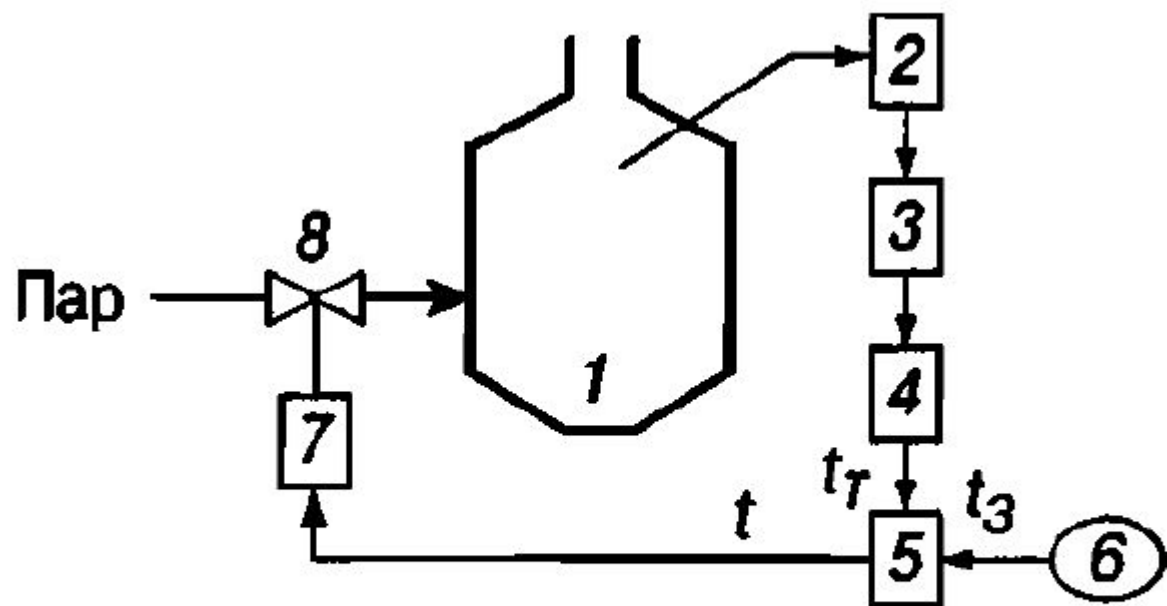


Рис. 1.2. Регулируемый тепловой режим сбраживания осадков сточных вод как система управления

Иерархия управления системами водообработки

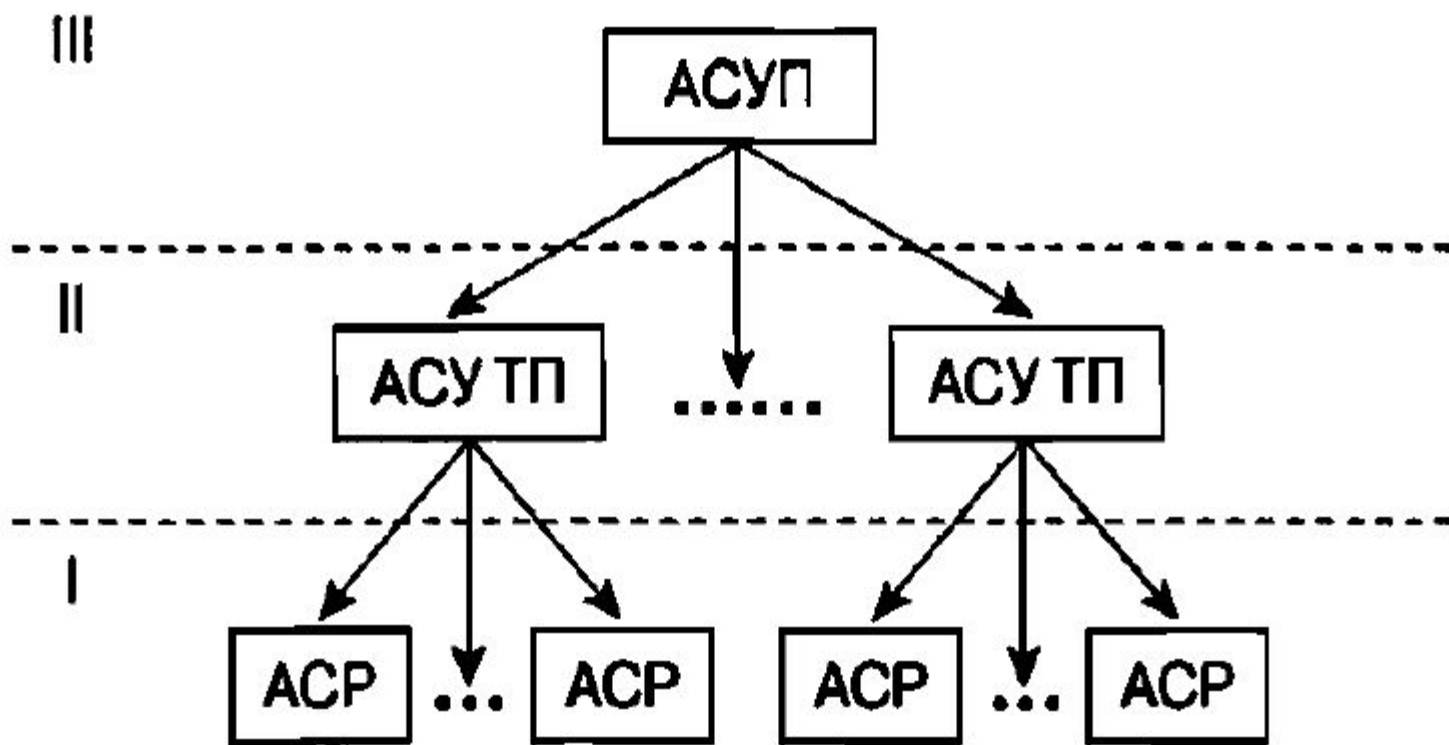


Рис. 1.3. Иерархия управления СВВ (предприятием водообработки)

Иерархия управления системами водообработки

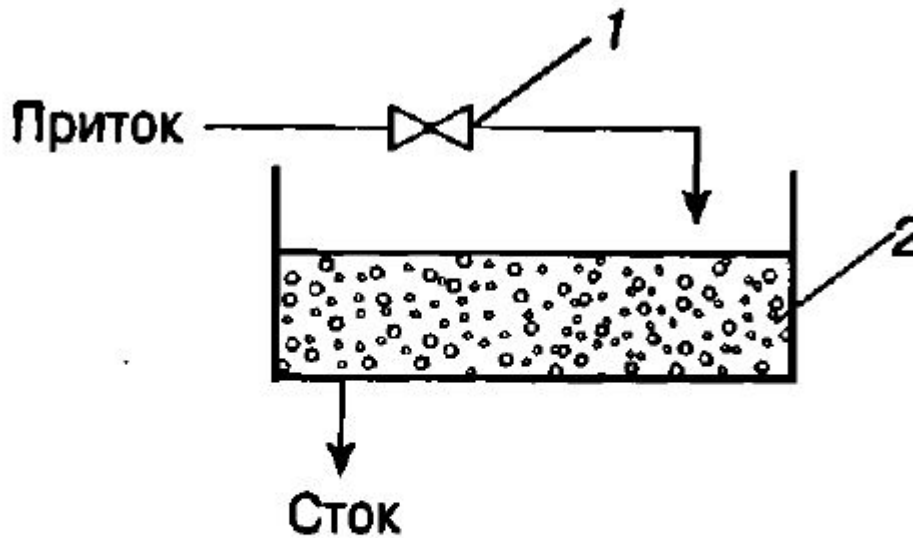
Управление технологическим процессом можно организовать в виде двух ступеней.

На верхней ступени цель управления состоит в поиске оптимального режима, и объектами управления при этом будут весь технологический процесс и его оборудование.

На нижней ступени цель управления – это обеспечение минимальных отклонений технологических параметров от их оптимальных значений. Эта цель достигается относительно легко и заключается в **стабилизации технологических параметров**. В этом случае часто вместо термина «управление» применяют термин **«регулирование»**

На высшем иерархическом уровне (III) осуществляется управление всей системой транспортирования и обработки воды, т. е. всем предприятием. Например, объектами управления здесь могут быть производство и потребление питьевой воды, система транспортирования и очистки сточных вод, цех механического обезвоживания осадков (включая вспомогательные службы: снабжения, сбыта, ремонтные, конструкторские, АСУ ТП предыдущего уровня и т. п.). На этом уровне решаются задачи организационно технологического и организационно экономического управления всей производственной системой в соответствии с глобальным критерием, всем предприятием водообработки в целом. Система этого уровня получила название **автоматизированной системы управления предприятием (АСУП)**

Основные понятия регулирования



*Рис. 1.4. Ручное регулирование уровня
с притоком и стоком жидкости:*

1 – клапан; 2 – емкость

процесс регулирования состоит из пяти составляющих.

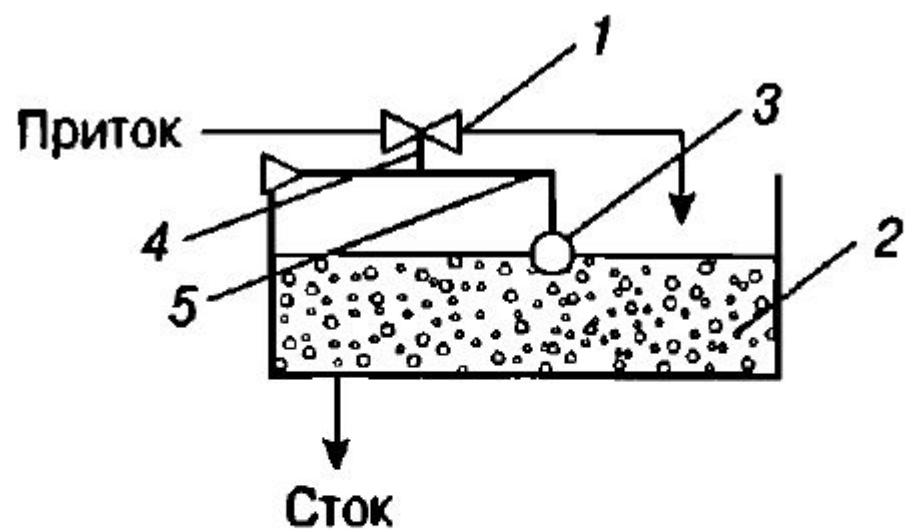
Во-первых, это получение информации о заданном значении уровня (в данном случае это задание известно заранее).

Во-вторых, получение информации о фактическом уровне, т. е. его измерение.

В-третьих, определение величины и знака отклонения уровня от заданного.

В-четвертых, установление требуемого значения притока в зависимости от величины и знака отклонения.

В-пятых, изменение притока открытием или закрытием клапана



*Рис. 1.5. Автоматическое регулирование уровня с притоком и стоком жидкости:
1 – клапан; 2 – емкость; 3 – поплавок;
4 – шток; 5 – рычаг*

общие закономерности изучает **теория автоматического управления**

любой процесс управления складывается из пяти основных действий, которые в АСУ выполняют технические устройства

1. Устройство для получения информации о состоянии объекта управления называется **измерительным**, или **датчиком** значения параметра.
2. Устройство, определяющее отклонение измеренного значения параметра от заданного, называется **сумматором**. Он производит алгебраическое суммирование – вычитание измеренного значения из заданного.
3. Устройство, вырабатывающее воздействие на объект, называется **регулятором**.
4. Для передачи этого воздействия на объект служит **регулирующий орган**,
5. для перемещения регулирующего органа применяется отдельное устройство – **исполнительный механизм**.

Воздействия передаются от одного элемента к другому посредством **сигналов**, физическая природа которых может быть различной: механической, пневматической, электрической

в каждом элементе АСУ различают **входные** и **выходные** сигналы. Выходной сигнал – это реакция элемента на входной, т. е. выход элемента всегда зависит от его входа

Управлять объектом – значит управлять его выходными сигналами, в частности стабилизировать их. Стабилизированные параметры объекта называются **управляемыми (регулируемыми) параметрами**. В СБВ типовыми управляемыми параметрами можно назвать уровень, давление, расход, температуру, плотность, концентрацию. Заданное значение параметра при его стабилизации называется просто **заданием**, а разность между заданным и измеренным значениями – **рассогласованием**, которое характеризует качество стабилизации.

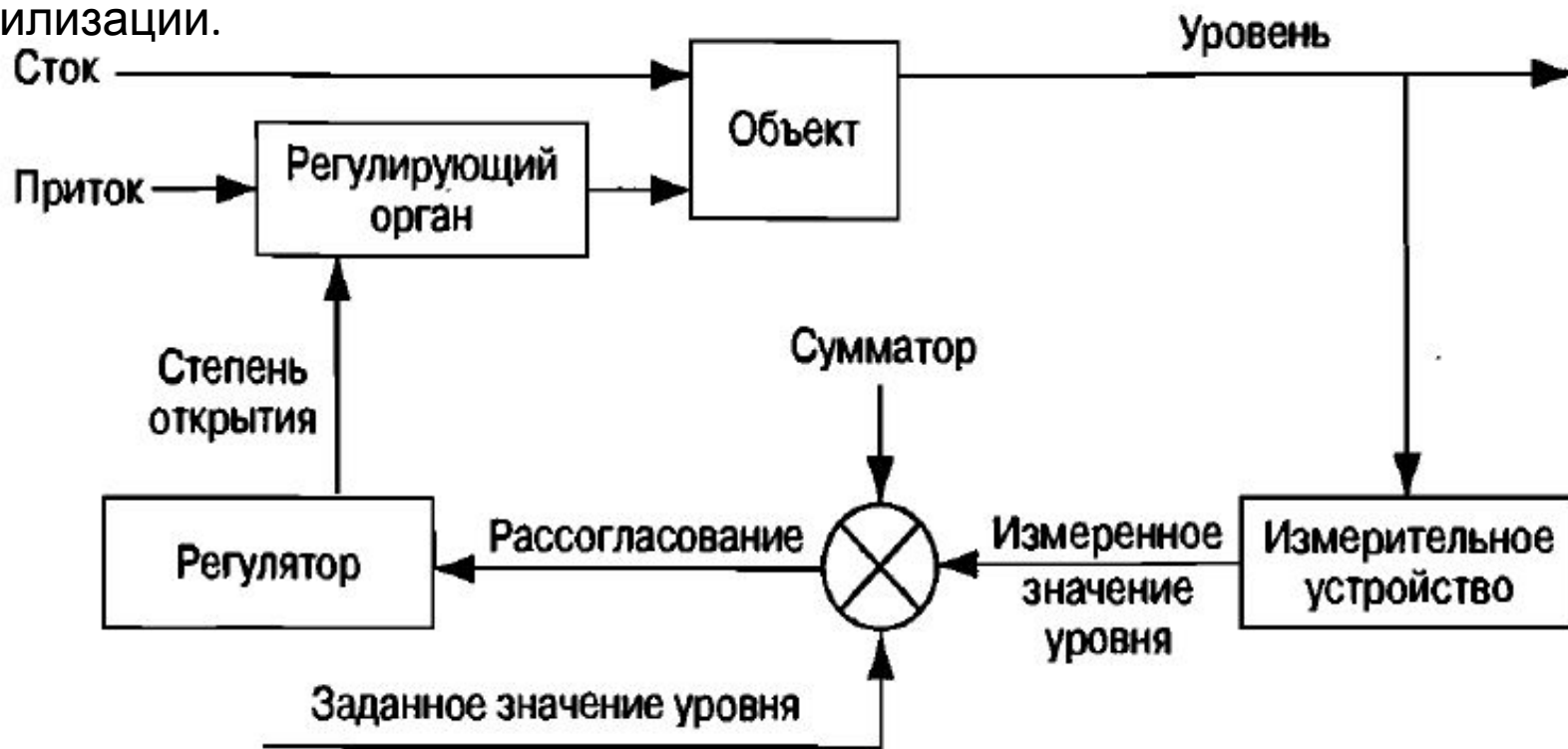


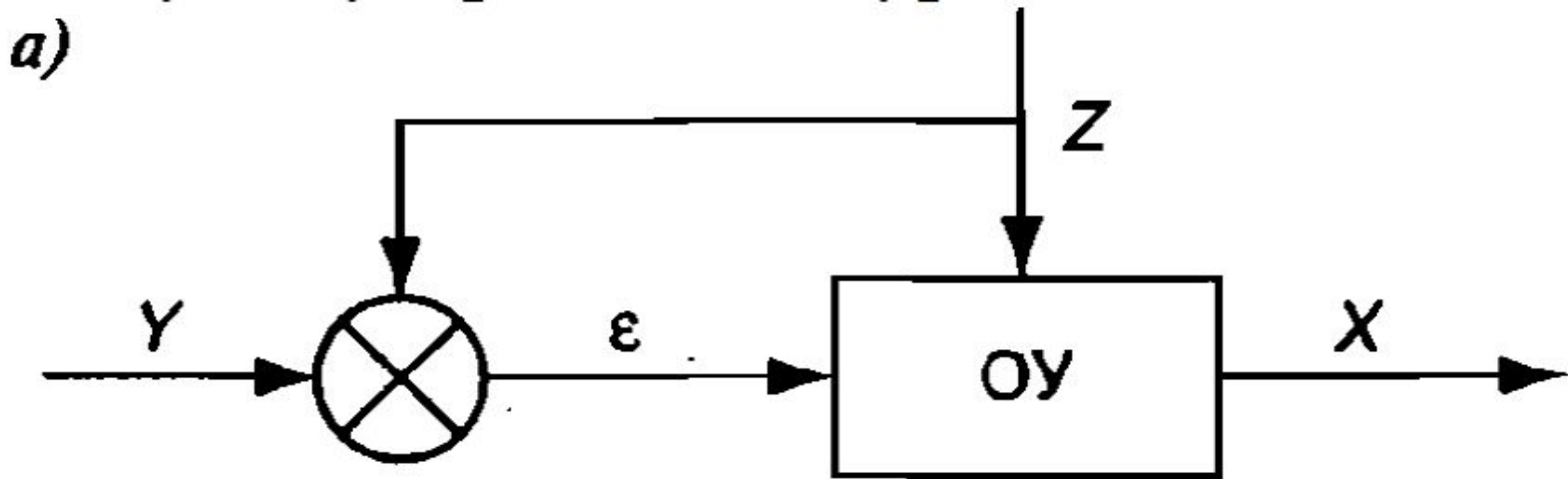
Рис. 1.6. Структурная схема АСР уровня в емкости

Для воздействия на выходные сигналы целенаправленно изменяют входные сигналы, которые получили название **управляющих (регулирующих) параметров**, а их целенаправленное изменение – **управляющим (регулирующим) воздействием**. Так, регулируемым параметром емкости является уровень жидкости, а регулирующим – расход на притоке. Наиболее распространенными управляющими параметрами в СВВ считаются расходы веществ (жидкостей, паров, суспензий, осадков) и энергии (тепловой, электрической и т. п.).

Реальные объекты всегда подвергаются действию возмущений, которые нарушают нормальный технологический режим в СВВ. Так, при регулировании уровня жидкости основные возмущения – это колебания стока, которые приводят к отклонению уровня от заданного значения

Виды автоматических систем регулирования

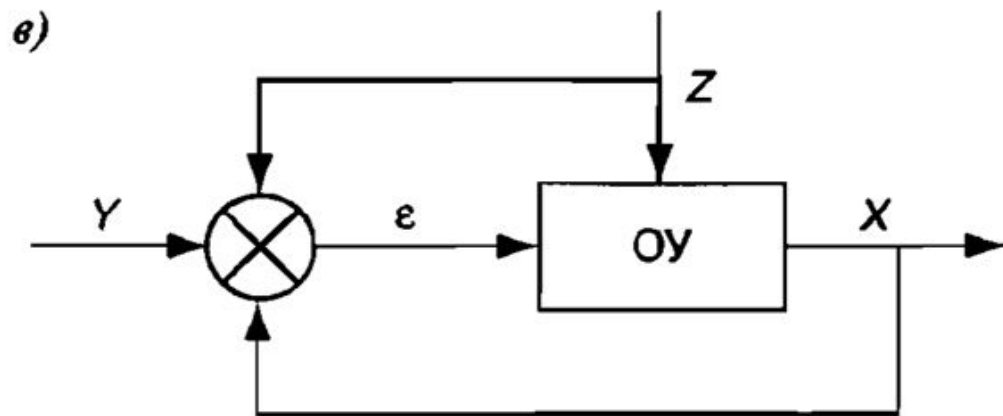
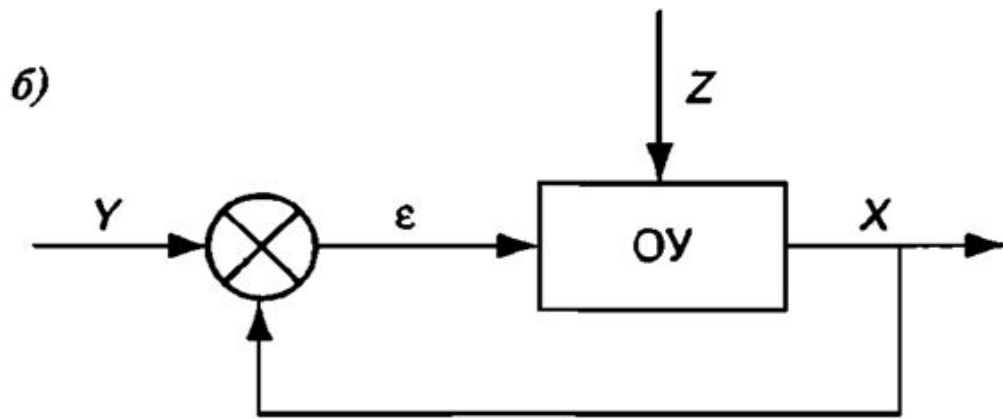
Процесс регулирования в АСР может осуществляться двумя способами или их комбинацией. В основе первого способа лежит идея компенсации возмущений на входе объекта, поэтому он и получил название **способ регулирования по возмущению**



регулируемый параметр Y изменяется в зависимости от возмущения Z таким образом, что регулирующее воздействие компенсирует действие возмущений на объект. Например, этим способом можно стабилизировать уровень в емкости, для чего расход жидкости на притоке следует поддерживать равным ее расходу на стоке. В этом случае возмущающее действие колебаний стока будет устраняться и уровень не изменится

В СВВ системы регулирования по возмущению, которые иногда называют **разомкнутыми**, применяют крайне редко.

Это связано с тем, что в таких АСР нет контроля за рассогласованием, и поэтому оно может бесконтрольно увеличиваться под действием неучтенных возмущений. Кроме этого необходима аналитическая связь между выходным параметром и возмущающим воздействием, т. е. адекватная математическая модель связи, что является трудной задачей. Так, отклонение уровня в емкости от заданного с течением времени может возрасти вследствие неточного измерения расхода, испарения жидкости с поверхности и т. д. В то же время регулирование по возмущению позволяет устранить возмущающие воздействия на входе объекта до возникновения рассогласования, что считается достоинством этого способа регулирования



*б – по отклонению; в –
комбинированная*

регулирующий параметр изменяют в зависимости от отклонения регулируемого параметра от задания. По этому способу, названному регулированием по отклонению, при любом рассогласовании, вызванном возмущающими воздействиями, регулирующее воздействие всегда стремится уменьшить рассогласование

регулируемая величина X сравнивается с заданным значением Y : разность этих двух величин $\varepsilon = Y - X$ после усиления воздействует на объект регулирования ОУ. Величина ε , называемая отклонением, или ошибкой АСР, должна быть мала. Тогда между регулируемой величиной X и ее заданным значением Y устанавливается вполне определенное соответствие: изменение величины Y сопровождается соответствующим изменением регулируемой величины X . Из схемы этой АСР видно, что сигналы в ней проходят по замкнутому контуру: от регулятора на вход объекта – в прямом направлении, а с выхода – в обратном. Такая связь, называемая **обратной**, замыкает выход (регулируемый параметр) с ее входом (заданием), и поэтому АСР с обратной связью является **замкнутой** регулирующей системой – реакция на рассогласование, возникающая после появления рассогласования, что можно считать серьезным недостатком способа регулирования по отклонению

Одновременное применение способов регулирования по отклонению и возмущению.

Схема **комбинированной АСР** отличается от АСР по отклонению тем, что в регулятор, кроме сигнала рассогласования, вводится значение возмущения Z .

В этой системе основные возмущения компенсируются регулирующим воздействием, как и в АСР по возмущению.

Рассогласование же возникает под действием оставшихся (не основных) возмущений, а также ошибок измерения и неточной компенсации основных возмущений.

Следовательно, в комбинированной АСР рассогласование будет меньше, чем в АСР по отклонению. Поэтому такие АСР обеспечивают большую точность регулирования, но они более сложны

Регулирование **по возмущению** в принципе может полностью устранить рассогласование, т. е. сделать АСР нечувствительной к возмущениям. Однако для этого требуются идеально точное измерение и компенсация всех возмущений, что практически невозможно. Поэтому такой способ применяется обычно как дополнение к регулированию **по отклонению** в комбинированных АСР для улучшения их свойств.

Для регулирования по отклонению не требуется информации о возмущениях, поэтому такой способ легко реализуется на практике с помощью обратной связи. Однако по этой же причине в АСР с обратной связью рассогласование принципиально **не может быть устранено полностью**, ибо регулирующее воздействие на объект осуществляется лишь после возникновения рассогласования, т. е. как бы запаздывает во времени.

Если бы можно было заранее предвидеть возмущения и реакцию на них объекта, то стало бы возможным формирование регулирующего воздействия с необходимым **предварением**, чтобы не допустить рассогласования. Оказывается, что о будущем поведении объекта можно судить **по скорости изменения рассогласования**. Действительно, если в каждый текущий момент времени измеряется не только само рассогласование, но и скорость его изменения, то можно рассчитать (предсказать) рассогласование на следующий, будущий момент. Тогда на вход регулятора АСР подается не текущее, а **предсказанное рассогласование**, в результате чего регулирующее воздействие производится с необходимым предварением, что позволяет еще больше уменьшить рассогласование. Системы, использующие эффект предсказания, называются

Классификация по характеру сигналов регулирующего воздействия и сигналов задания

По характеру сигналов регулирующего воздействия различают непрерывные и дискретные АСР

В **непрерывных** регулирующее воздействие изменяется непрерывно, в **дискретных** – скачками: либо в определенные моменты времени (дискретность во времени), либо только на определенное значение (дискретность по значению). В первом случае АСР называется **импульсной**, во втором – **релейной**

Импульсные АСР обычно применяют, когда регулируемый параметр измеряется дискретно во времени (например, измерение концентрации компонента в природных и сточных водах путем периодического отбора проб на анализ). В этом случае регулируемый параметр обычно изменяется также дискретно

В релейных АСР регулируемый параметр может принимать лишь несколько возможных значений. Системы с двумя значениями называются **двухпозиционными**, с тремя – **трехпозиционными**. Например, при регулировании температуры в метантенках регулируемый параметр имеет два значения – электромагнитный клапан на паро-проводе либо «открыт», либо «закрыт»

Задание в АСР может быть постоянной величиной или изменяться во времени. В соответствии с этим АСР делятся на стабилизирующие, программные и следящие. В **стабилизирующих** АСР задание является постоянной величиной, в **программных** – изменяется по определенному, заранее заданному закону, в **следящих** – произвольно. Примером стабилизирующей АСР может служить система регулирования температуры, которая должна изменяться по определенному закону во времени. Пример следящей АСР – система регулирования расхода воздуха, подаваемого в форсунку для сжигания метана, образующегося при анаэробном сбраживании осадков сточных вод. Для обеспечения оптимального режима горения задание на расход этого воздуха ~~изменяют пропорционально расходу метана~~ АСР, в которых один регулируемый и один регулирующий параметры называют одноконтурными, или односвязными.

С помощью односвязных АСР не всегда можно достичь требуемого качества управления, поскольку **они не учитывают влияния друг на друга параметров различных АСР**. Поэтому применяют так называемое **связанное регулирование**, которое осуществляется **многоконтурными АСР**. Такие системы представляют собой совокупность одноконтурных АСР, связанных между собой дополнительными перекрестными сигналами