

МЕЛИОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ КАК ОБЪЕКТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Озодов Эъзоз

МЕЛИОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ КАК ОБЪЕКТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

- Автоматизацию какого-либо технологического процесса следует начинать с изучения его характеристик, назначения, специфических особенностей, условий, в которых он протекает, а также свойств и характеристик отдельных объектов автоматизации.
- В соответствии с этим нужно рассмотреть мелиоративные системы как объекты, которые намечено автоматизировать, и установить рациональные объемы работ.
- Как известно, на земном шаре в целом, и в нашей стране в частности существует неравномерное распределение водных ресурсов. Отдельные районы относятся к засушливым и полузасушливым зонам, где недостаток влаги препятствует получению высоких и устойчивых урожаев.
- В других районах, наоборот, вода имеется в избытке, в результате которого земли заболачиваются и становятся непригодными для сельскохозяйственного использования.
- Мелиоративные системы перераспределяют естественную влагу, создавая тем самым условия для интенсивного развития сельского хозяйства. Они делятся на три типа: оросительные, обводнительные и осушительные. Встречаются также их сочетания, например оросительно-обводнительные или оросительно-осушительные системы. Каждый тип соответственно имеет свои особенности в конструктивном исполнении и режиме эксплуатации.

СТРУКТУРА ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Под гидромелиоративной системой понимают совокупность оросительных, осушительных и обводнительных систем, создающих благоприятный водный режим для развития растений.

- Оросительная система предназначена для пополнения запасов воды в недостаточно увлажненной почве и применяется в тех зонах, где растения систематически испытывают недостаток в воде. Система состоит из водозаборных сооружений, магистральных каналов и распределительной сети по участкам орошения.

- Осушительная система предназначена для отвода избытка воды и осушения избыточно увлажненных и заболоченных земель. Она состоит из открытых водосточных каналов, закрытых дренажных водотоков и других устройств.

- Обводнительная система предназначена для снабжения водой населенных пунктов, сельскохозяйственных животных и птицы в степных и полупустынных районах, не имеющих естественных водоисточников. Система состоит из прудов, небольших каналов и колодцев. Обводнительная система имеет менее разветвленную распределительную сеть, чем оросительная.

ОСНОВНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ ГМС

- **Оросительные** системы служат для обеспечения сельскохозяйственных культур водой и в своем составе имеют устройства для забора воды из источников орошения, ее транспортирования и распределения между потребителями в соответствии с планами полива и поливными нормами.

Для правильной работы оросительной системы должны быть обеспечены: баланс между водозабором и потреблением, оптимальное водораспределение, отвод грунтовых вод за пределы системы, контроль за ее состоянием и поддержание ее звеньев в рабочем состоянии.

- **Обводнительные системы** предназначены для снабжения водой населенных пунктов и животноводческих баз в пустынных, полупустынных и степных районах. В этом случае орошение осуществляется лишь на отдельных участках, выборочно. Оно служит для обеспечения населенных пунктов этого района продовольствием и для создания кормовой базы животноводства.

Особенности обводнительных систем заключаются в большой протяженности транспортной сети и сравнительно небольших расходах воды. По сравнению с оросительными системами они имеют менее разветвленную распределительную сеть с меньшим количеством регулируемых вододелительных сооружений.

- **Осушительные** системы, как правило, создают на территориях, характеризующихся избытком влаги (болота и заболоченные земли). Задача осушительных систем сводится к максимальному использованию водных запасов, созданных естественным путем, и удалению избыточной воды за пределы осушаемой территории.

В состав осушительных систем¹ входят: водоприемник, собирающая и отводящая части.

СОСТАВ, СТРУКТУРА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Оросительная система (ОС) в современном понимании представляет собой комплекс взаимосвязанных гидротехнических сооружений и устройств (водозаборы, каналы, дренажные коллекторы, трубопроводы, водохранилища, плотины, дамбы, насосные станции и др.), призванных обеспечить забор воды из природных источников, транзит воды по сети каналов и трубопроводов и ее выдел потребителям.

При всем многообразии объекты гидромелиоративных систем можно разделить на такие основные группы:

1. Головные водозаборные и магистральные сооружения;
2. Регулируемые гидротехнические сооружения линейного водodelения с электрическими или гидравлическими ИМ;
3. Насосные станции машинного водоподъема для питания дождевальных машин, осушительных систем и т. д.;
4. Насосные установки артезианских скважин вертикального дренажа, орошения и водоснабжения;
5. Мелиорированные поля при различных способах управления влажностью почвы.

ОС формально разделены на две составляющие – межхозяйственную часть каналов и сооружений и внутрихозяйственные оросительные сети. При этом физически все элементы ОС неразделимы и продолжают работать во взаимосвязанных режимах единого технологического комплекса.

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВАМ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ ГМС

Автоматизация гидромелиоративных систем имеет свои особенности, обусловленные следующими специфическими свойствами объектов управления.

1. Во-первых, объекты управления отличаются большими мощностями установок и значительной рассредоточенностью по площади. Управляемые объекты связаны через водную среду, вследствие этого имеет место взаимное влияние между ними, например, изменение уровня или расхода воды в одном канале вызывает изменение этих же параметров в соседних каналах. Таким образом, процесс автоматического регулирования должен учитывать связь между регулируемыми параметрами на большой территории.

2. Во-вторых, все оборудование гидротехнических сооружений, начиная от мощных головных водозаборных устройств и кончая выпускными устройствами на поле, должно работать синхронно и согласованно. В водоводах существует естественная прямая гидравлическая связь от вышележащих водозаборных сооружений к нижележащим водовыпускным. Для автоматизации таких систем необходима организация телемеханических каналов связи.

3. В-третьих, составленные ранее планы водоиспользования требуют постоянной корректировки в зависимости от атмосферных условий, поведения грунтовых вод, состояния источников воды для орошения и других факторов. Поэтому для централизованного управления такими рассредоточенными системами и своевременной корректировки режимов их работы требуется автоматизация процессов сбора и передачи на диспетчерские пункты управления большого количества информации о состоянии отдельных звеньев и параметров многочисленных объектов, исчисляемых сотнями. Число измерительных и исполнительных объектов должно быть таким, чтобы обеспечивалось надежное управление и контроль за параметрами во всех зонах оросительной сети.

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ ГМС

4. В-четвертых, процесс распределения воды характеризуется большим запаздыванием и малыми скоростями увеличения и уменьшения расходов, особенно в открытых каналах. Поэтому для обеспечения непрерывного управления и потребления воды следует иметь резервные объемы и емкости и знать характеристики системы как в установившихся, так и в переходных режимах.

5. В-пятых, большинство водохозяйственных установок работает на открытом воздухе, в основном в вегетативный период, а в зимний период они находятся в нерабочем состоянии и при несоблюдении условий хранения разрушаются.

Приведенные особенности обуславливают требования к элементам систем автоматического управления гидромелиоративных систем: наличие водохранилищ большого объема, значительная мощность насосных агрегатов (тыс. кВт).

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА ОС

Организация рационального водопользования, в том числе управление процессами водозабора и водораспределения, контроль текущего технического состояния отдельных сооружений ОС и т.п., требует получения оперативной и достоверной информации по многим технологическим и техническим параметрам. В случае применения систем и средств автоматизации и механизации технологических процессов на ОС существенно возрастает объем технологической информации, что расширяет сферу применения средств измерения, требует создания систем обработки и передачи информации, прогнозирования водоподачи и водопотребления и т.п., объединенных в единый системный комплекс информационного обеспечения водопользования.

В новых условиях хозяйствования для организации водопользования требуются принципиально иные технологии и технические средства получения оперативных и достоверных данных о состоянии мелиоративных объектов, основанные на новых разработках в области информационного обеспечения производственных процессов.

Информационное обеспечение оросительных систем, по сути, есть совокупность технологий, методов и средств получения информации, необходимой для организации и выполнения производственных процессов в объектах ОС. При этом, во всех ОС, независимо от конструктивного исполнения, назначения, размеров, организации эксплуатации можно выделить ряд общих *технологических особенностей*.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОС

Во всех ОС, независимо от конструктивного исполнения, назначения, размеров, организации эксплуатации можно выделить следующих общих *технологических особенностей*:

- функциональное назначение, определяющее идентичность технологических процессов водоподачи, водораспределения и взаимосвязи звеньев ОС;
- конструктивная однотипность объектов водозабора и транспорта воды (каналов, трубопроводов), сетевых гидротехнических сооружений, гидромеханического оборудования, устройств водоучета и водоизмерения и т.д.;
- динамический характер движения воды в каналах и сооружениях, существенно влияющий на управление технологическими процессами водоподачи и водораспределения, включая водоизмерение и водоучет;
- прямая и обратная гидравлическая связь между объектами через водную среду;
- относительно редкое плановое изменение режима работы сооружений, вследствие чего к быстрдействию устройств управления, как правило, не предъявляются жесткие требования;
- отсутствие, как правило, источников электроснабжения вблизи от объектов ОС и наличие достаточного количества возобновляемой гидравлической энергии потока, которую можно использовать в технологических целях.

Для определения единой базы показателей, необходимых для организации контроля технического состояния объектов ОС и измерения параметров водных потоков, возможно использование существующей классификации оросительных систем, приведенной на следующем слайде.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Вследствие перечисленных выше особенностей все ОС можно признать однотипными технологическими объектами с точки зрения управления процессами водопользования и организации информационного обеспечения.

При этом компоненты или звенья ОС могут отличаться по отдельным техническим и конструктивным параметрам, поэтому для разработки инженерных методов создания систем информационного обеспечения необходим фрагментный технологический анализ разновидностей ОС по типовым характеристикам.

Признак	Типы	Конструктивные особенности
Конструкция водопроводящей сети	Открытые Закрытые Комбинированные	Все элементы водопроводящей сети выполнены в виде открытых каналов или лотков. Все элементы водопроводящей сети выполнены из напорных или безнапорных трубопроводов. Сочетание открытых каналов и закрытых трубопроводов
Способ водоподачи	Самотечные С механическим водоподъемом	Вода движется по уклону водотоков за счет энергии водного потока. Подача воды осуществляется принудительно, насосной станцией
Степень капитальности	Стационарные Полустационарные Передвижные	Все элементы системы занимают постоянное положение. Водозаборные сооружения, насосные станции и водопроводящая сеть занимают постоянное положение, а поливная техника перемещается по полю в процессе полива. Все элементы системы – насосные станции, водопроводящая сеть (разборная) и поливная техника перемещается с позиции на позицию

Другие подходы к систематизации и классификации ОС и отдельно стоящих гидротехнических сооружений

Существует ряд иных подходов к систематизации и классификации ОС и отдельно стоящих гидротехнических сооружений. В них наиболее существенными аспектами являются:

- 1) принципы формализации структуры ОС по функциональному назначению отдельных ее звеньев и их технологической взаимосвязи;
- 2) основные схемные решения водопроводящей сети, водозаборов и сетевых гидротехнических сооружений, других элементов ОС;
- 3) граничные значения технологических, технических и конструктивных параметров типовых элементов ОС различного назначения;
- 4) конструкция водопроводящей сети;
- 5) способы водоподачи (водоотвода);
- 6) степень капитальности мелиоративных систем.

Одним из основных частей АСУТП является подсистема информационного обеспечения. В крупных оросительных системах обычно внедряется диспетчерское управление. В этих случаях информационное обеспечение разрабатывается отдельно, а при разработке автоматизированного управления небольшими системами распределения воды, информационное обеспечение включается в состав самого АСУТП.

Для разработки систем информационного обеспечения водопользования в части контроля и измерения параметров водных потоков принципиальное значение имеют 1, 3 и 4 классификационные признаки.

СТРУКТУРЫ ИЕРАРХИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ ОС И УСТАНОВЛЕНИЕ ИХ ВЗАИМОСВЯЗИ

- Процедура оптимизации системы информационного обеспечения водопользования предполагает выбор структуры иерархических уровней ОС и установление их взаимосвязи. Она базируется на новых правовых и экономических основах организации водопользования, учитывающих фрагментное разделение крупных ОС по принципу собственности на государственные и частные со всеми вытекающими последствиями.
- В любой конструктивной схеме ОС можно выделить два вида взаимосвязей – горизонтальные (внутриуровневые) и вертикальные (междууровневые).

Горизонтальные взаимосвязи в общем случае сводятся к следующим видам:

- конструктивная взаимосвязь (фрагментная или системная) сооружений, оборудования и т.п.;
- системная взаимосвязь по управлению водораспределением и регулированию технологических параметров;
- гидравлическая связь технологических звеньев.

Вертикальные взаимосвязи определяются, как правило, организационно-техническими особенностями, связанными с видом собственности на объекты ОС и применяемыми способами водопользования. Вместе с тем, компоненты или звенья ОС могут существенно отличаться по отдельным техническим, технологическим и конструктивным параметрам.

Иерархическая структура оросительной системы с учетом разделения ее фрагментов по форме собственности

Исходя из этих предпосылок, все ОС целесообразно сразу разделить на следующие два иерархических уровня :

Водозаборы, водохранилища, насосные станции, межхозяйственные каналы, относящиеся к государственной собственности (1 уровень)



Внутрихозяйственные водозаборы, насосные станции, магистральные распределительные каналы, БСР, внутрихозяйственная распределительная (отводящая) сеть, сетевые ГТС, относящиеся к частной собственности (2 уровень)

Классы АСУТП оросительных систем

- Объектами автоматизации и телемеханизации оросительных систем являются водозаборные, водоподпорные, водосбросные сооружения, насосные станции, водомерные сооружения и сооружения водоводов.
- Оросительная система состоит из взаимосвязанных объектов и узлов (совместно расположенных объектов). Основными измеряемыми параметрами на оросительных системах являются: расход воды, уровень (давление) воды, положение исполнительных механизмов. Кроме них могут измеряться сток воды, скорость течения, перепад уровней (давлений) и т.д.
- Существуют различные методы распределения воды в оросительных системах. Эти методы зависят от особенностей источников орошения, характера потребителей, рельефной и зональной специфики и др.
- **В общем случае, АСУТП орошения может работать в: информационно-справочном, информационно-советующем и информационно-управляющем режиме.**
- В составе АСУТП орошения, работающей **в информационно-справочном режиме**, имеется комплекс средств централизованного контроля и управления (КСЦКУ), который имеет систему телемеханики, датчики телеизмерения технологических параметров и устройства связи с аппаратурой автоматизации. КСЦКУ производит сбор информации об объекте и передачи управляющих воздействий к средствам местной автоматике. Средства местной автоматике обеспечивают стабилизацию режимов работы автономных систем регулирования, а также устраняет аварийные ситуации. Блок предварительной обработки информации (БПОИ) преобразует и представляет диспетчеру полученные данные их в наглядном виде.
- В АСУТП орошения работающей **в информационно-советующем режиме**, в схему включают управляющую вычислительную машину (УВМ) для сбора и обработки информации об объекте, для оценки ситуации и выдачи совет диспетчеру. В этом режиме с помощью УВМ по полученным данным производятся расчеты динамических и статических параметров системы, анализ ситуации, оптимизация использования резервов и выдача совета диспетчеру. На основе этой информации диспетчер осуществляет мероприятия по управлению объектом.
- В АСУТП орошения, работающей **в информационно-управляющем режиме**, с помощью программных методов производится обработка всех видов информации по управлению технологическими процессами без диспетчера.

ЗАДАЧИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

- Для обеспечения водозабора, транспорта воды и водораспределения используются многочисленные комплексы гидротехнических сооружений различного функционального назначения. При создании системного водочета и водоизмерения существенное значение имеет оценка их влияния на работу специализированных измерительных устройств или возможностей использования в качестве водомерных сооружений.
- Процессы управления водозабором и водораспределением предполагают непрерывный обмен информацией между объектами ОС и центральным диспетчерским пунктом (ЦДП). Поток информации, передаваемый на ЦДП, характеризует текущее состояние объектов, обратный поток информации содержит команды управления технологическими процессами на объектах ОС. Таким образом, имеет место неразрывная функциональная, техническая и организационная взаимосвязь систем управления и информационного обеспечения водопользования.
- Для реализации функций информационного обеспечения, возложенных на каждую подсистему, определены унифицированные комплексы основных задач. Решение этих задач производится в комплексе всей системой информационного обеспечения. На следующем слайде приведен сводный перечень задач информационного обеспечения водопользования.

Сводный перечень основных задач информационного обеспечения водопользования

Наименование модулей	Наименование задач
Водозабор	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прием лимитов и/или уставок регуляторов водозабора от вышестоящих или смежных подсистем (уровней) управления. 2. Обнаружение, оперативное отображение и сигнализация отклонений технологических параметров. 3. Измерение технологических параметров, их оперативное отображение и регистрация. 4. Формирование и осуществление регулирующих воздействий
Водоочистка	<ol style="list-style-type: none"> 1. Контроль уровня отложения наносов. 2. Контроль предельного скопления плавника. 3. Контроль предельного скопления шуги. 4. Контроль температуры воды и воздуха, скорости течения воды
Водоподача	<ol style="list-style-type: none"> 1. Измерение и сигнализация изменений уровней воды в контрольных створах водораспределительной сети. 2. Измерение и регистрация потерь воды на фильтрацию и испарение. 3. Обнаружение и сигнализация предаварийных и аварийных ситуаций. 4. Измерение и сигнализация изменений давлений в контрольных точках напорной водораспределительной сети. 5. Измерение расходов в контрольных створах. 6. Контроль и сигнализация предельных отклонений уровней воды от заданных значений в начальном и конечном створах сооружений. 7. Измерение и сигнализация уровней (давления) воды в водобалансовых створах. 8. Подготовка и передача информации в смежные подсистемы и/или уровни управления, регистрация ее для учета и отчетности
Регулирование стока	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прием информации о гидрологической обстановке на водисточниках. 2. Измерение технологических параметров, их оперативное отображение и регистрация. 3. Сбор исходной информации об изменениях технологических параметров на объектах. 4. Формирование и осуществление регулирующих воздействий
Вододеление	<ol style="list-style-type: none"> 1. Получение от вышестоящих или смежных подсистем (уровней) лимитов (заданий, установок) на водовыдел. 2. Формирование и осуществление регулирующих воздействий. 3. Контроль технологических параметров подсистемы, их оперативное отображение и регистрация. 4. Контроль состояния гидроузлов

Основные требования к параметрам контроля и управления

В автоматизированных оросительных системах в первую очередь проводятся операции контроля и управления. При построении систем контроля и управления, входные и выходные параметры и средства автоматизации должны обеспечивать взаимное сопряжение. В табл. 1 описываются основные операции контроля и регулирования .

Таблица 1

Контролируемые и регулируемые параметры оросительных систем

Параметры	Объекты							
	Возобновительные с орошения	Водоподпорные с орошения	Водообросные с орошения	Насосные станции	Водовыпускные с орошения	Водомерные с орошения	Водомеры	Полные участки
Расход воды	1, 2	-	1, 3	1	1, 2	1	-	1, 2
Сток воды	-1	-	1	1	1	1	1	1, 2
Уровень воды	1, 3	3, 2	-	-	-	1	1	1, 2
Положение исполнительных механизмов	1, 2	3	3	2, 3	1, 2, 3	-	1	1, 3
Давление воды	-	-	-	1, 2	-	-	1	1
Перепад уровней воды	1	-	-	-	1, 2	1	-	1, 2
Перепад давления воды	-	-	-	-	1, 2	1	1	1, 2

Примечание: 1 – измеряемые параметры, 2 – регулируемые параметры, 3 – сигнализация.

ТИПИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Анализ приведенного комплекса задач позволяет провести типизацию функциональных модулей системы информационного обеспечения (СИО) с целью структурирования технологических и информационных задач. Предлагаются следующие типы модулей:

- Модуль I. Блок формирования и преобразования базы данных о плановых (задаваемых) параметрах работы объектов или его фрагментов;
- Модуль II. Блок формирования и осуществления регулирующих воздействий;
- Модуль III. Блок измерения и контроля технологических параметров, их оперативного отображения и регистрации;
- Модуль IV. Блок контроля и сигнализации предельных отклонений технологических параметров от допустимых значений;
- Модуль V. Блок подготовки и передачи информации в смежные подсистемы.

Модули I и II являются исполнительными по отношению к ЦДП и управляющими по отношению к объектам ОС, оборудованных КТС модулей II, III и IV. Вследствие этого перечень решаемых ими задач включает формирование и трансформацию массивов входных и выходных данных, поступающих, в свою очередь, с контролируемых объектов. В зависимости от условий эксплуатации объектов ОС и применяемых комплексов технических средств (КТС), информационные задачи по модулям могут конкретизироваться и уточняться.

Если формализовать решаемые модулями информационные задачи в типовые операции контроля и управления на объектах ОС, можно определить перечень информационных задач, решаемых фрагментами СИО на конкретных объектах ОС (см.следующий слайд) .

Сводный перечень информационных задач, решаемых функциональными модулями I-IV

Наименование технологических модулей ОС	Наименование задач					
	Р	И _н	И _к	С	У	Р(У)
1	2	3	4	5	6	7
Модуль I						
1 Водозабор	+	-	+	-	+	-
2 Водоочистка	+	-	-	-	+	+
3 Водоподача	+	-	+	-	+	+
4 Регулирование стока	+	-	+	-	+	+
5 Вододеление и водовыдел	+	-	+	-	+	+
Модуль II						
1 Водозабор	-	+	-	+	-	-
2 Водоочистка	-	+	-	+	-	-
3 Водоподача	-	+	-	+	-	-
4 Регулирование стока	-	-	-	+	-	-
5 Вододеление и водовыдел	-	+	-	+	-	-
Модуль III						
1 Водозабор	-	+	+	-	-	-
2 Водоочистка	-	+	+	-	+	-
3 Водоподача	+	+	+	-	+	+
4 Регулирование стока	-	+	+	-	+	-
5 Вододеление и водовыдел	+	+	+	-	+	+

В приняты следующие условные обозначения в зависимости от выполняемых функций:

Р – регулирование аналоговое или дискретное многопозиционное;

И_н – измерение непосредственное;

И_к – измерение косвенное (осуществляется через какой-либо другой параметр или через несколько параметров);

С – сигнализация;

У – управление (дискретное, двухпозиционное, «включено», «отключено»);

Р(У) – регулирование (допускается осуществлять путем поочередного включения и отключения привода агрегатов и установок).

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАЧ ОКУ

Для решения общесистемных задач подсистемы обрабатывают массивы данных, поступающих с объектов ОС и иных источников. Информационной базой во всех случаях служат оперативные данные замеров технологических параметров, результаты промежуточных расчетов режимов работы и дополнительная информация о гидрометеорологических и иных параметрах.

Такой подход к решению задач ОКУ требует создания технологической подсистемы сбора, обработки и передачи информации о контролируемых параметрах. При этом структура подсистемы должна быть многоуровневой и включать информационные модули, размещенные во всех объектах ОС.

Структура и конструктивное исполнение модулей ОКУ должно обеспечивать как получение требуемой технологической информации, так и реализацию управляющих воздействий на оборудование объектов ОС.

Анализ показывает наличие трех взаимосвязанных блоков. К их числу можно отнести:

- блок прогнозирования (расчета) решений по управлению водораспределением;
- блок расчета режимов работы объектов ОС;
- блок контроля состояния объектов ОС.

Перечень задач оперативного контроля и управления водопользованием (ОКУ) приведен на следующем слайде.

Перечень задач оперативного контроля и управления водопользованием

Наименование задач	Исходная информация для решения задачи
1	2
1 <i>Краткосрочное прогнозирование поступления воды</i>	
1.1 Расчет прогнозируемых величин среднесуточных расходов в поверхностных водоемностях	Информация гидрометеослужбы о среднедекадных расходах воды в водоемностях, прогноз внутридекадных изменений метеоусловий
1.2 Расчет запасов воды в аккумулярующих емкостях (БСР, в бьефах канала)	Информация о текущих замерах технологических параметров водохранилищ, бассейнов декадного регулирования (БДР), бассейнов суточного регулирования (БСР), подпорных бьефов каналов
1.3 Расчет прогнозируемых величин поступления возвратных вод	Замеры уровней воды в наблюдательных скважинах и расходов воды на балансовых гидростаях
1.4 Расчет прогнозируемых величин инфильтрации в канале	Замеры уровней воды в наблюдательных скважинах и расходов воды на балансовых гидростаях
1.5 Расчет прогнозируемых величин поступления сбросных вод	Информация о площади и количестве выпавших осадков и др.

Перечень задач оперативного контроля и управления водопользованием (продолжение)

2 <i>Краткосрочное прогнозирование потребности воды</i>	
2.1 Прогноз изменений потребностей в воде по отдельным водопотребителям	Краткосрочный синоптический прогноз и информация о запасах воды и предполагаемых сроках полива
2.2 Расчет корректировочных изменений водораспределения по заявкам водопотребителей	Внутридекадные заявки водопотребителей на изменение вододачи
2.3 Расчет оперативных ограничений на водопотребление (водоподачу)	Информация об имеющихся приоритетах, технологических, технических и директивных ограничениях
3 <i>Водобалансовые расчеты по оптимизации оперативных планов водопользования</i>	
3.1 Расчет оперативных планов водораспределения.	Результаты решения задач краткосрочного прогноза поступления и потребления воды
3.1.1 Расчеты командных горизонтов воды	Гидравлические характеристики каналов и сооружений
3.1.2 Расчеты по режимам промывки наносов, плавника, шуги.	Информация о предельном состоянии каналов, плавника, шуги и т.д.
3.2 Расчеты оперативных планов водораспределения с учетом неустановившихся (переходящих) режимов	Время подхода волн перемещений расходов воды по участкам каналов между водорегулирующими сооружениями.
3.2.1 Расчет переходных процессов в каналах	Величина попуска расхода воды, гидравлические характеристики каналов

Перечень задач оперативного контроля и управления водопользованием (продолжение)

<i>4 Расчет графиков оперативного управления водораспределением</i>	
4.1 Расчет оптимизации режимов работы гидроузлов	Технические и режимные характеристики
4.2 Расчеты по оптимизации режимов работы линейных сооружений	Технические и режимные характеристики и ограничения
4.3 Реализация управляющих воздействий	Диспетчерские графики управления водораспределением
<i>5 Оперативный контроль и регистрация управляющих воздействий</i>	
5.1 Прием, обработка и отображение технологической информации	Замеры технологических параметров циклически или по вызову
5.2 Расчет величин отклонений технологических параметров	Результаты решения предыдущей задачи
5.3 Расчеты по компенсации отклонений за счет внутренних резервов гидроучастка	Замеры технологических параметров, лимиты на водоподачу, ограничения на входе и выходе гидроучастка
5.4 Регистрация управляющих воздействий и хода технологического процесса	Результаты контроля и действий диспетчера (управлений)

Перечень задач оперативного контроля и управления водопользованием (продолжение)

6.1 Контроль и анализ состояния гидромеханического и гидрометрического оборудования	Результаты контроля технологических параметров и предупредительная сигнализация
6.2 Прогнозирование аварийных ситуаций	Статистические данные о скорости нарастания паводков, приращениях уровней воды в бьефах каналов и сооружений; информация о состоянии линий связи и электроснабжения
6.3 Анализ причин возникновения аварийных ситуаций	Результаты регистраций управляющих воздействий в предаварийные, аварийные и послеаварийные периоды

На следующем слайде приведены задачи по учету водораспределения и отчетности, которые в той или иной мере решаются при эксплуатации ОС.

ЗАДАЧИ ПО УЧЕТУ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ОТЧЕТНОСТИ

Наименование задач	Исходная информация для решения задачи
1	2
<i>1 Расчет и учет среднедекадных показателей водораспределения</i>	
1.1 Расчет и учет расходов и объемов водозабора из рек, бассейнов, водохранилищ.	Ежесуточные замеры расходов (объектов) воды в точках водозабора
1.2 Учет запасов воды в водохранилищах и в бассейнах регулирования	Оперативные (ежесуточные) замеры уровней воды в водохранилищах
1.3 Расчет и учет расходов и объемов водоподачи по точкам выдела потребителям	Ежесуточные замеры расходов воды в точках ее выдела потребителям
1.4 Расчет и учет расходов и объемов водоподачи по магистральным каналам	Ежесуточные замеры расходов воды на балансовых гидростаях
1.6 Расчет и учет объемов непроизводительной водоподачи (сбросы воды из межхозяйственной сети)	Ежесуточные замеры расходов воды в точках ее сброса из межхозяйственной и внутрихозяйственной сети
1.7 Расчет и учет объемов фильтрации и испарения из водораспределительной сети	Фильтрационные свойства грунтов, уровни (расходы) воды на гидроучастках; температура воды и воздуха и т.д.
1.8 Расчет и учет равномерности водоподачи по водорегулирующим сооружениям	Оперативные замеры расходов воды по гидросооружениям в течение суток
1.9 Расчет и учет фактической обеспеченности водопотребителей водой	Плановые значения водоподачи, фактическая водоподача за сутки по точкам водозабора и выдела воды
<i>2 Учет не основной и непроизводительной водоподачи</i>	
2.1 Учет технологических попусков	Результаты оперативного контроля объемов воды на технологические попуски

ЗАДАЧИ ПО УЧЕТУ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ОТЧЕТНОСТИ (продолжение)

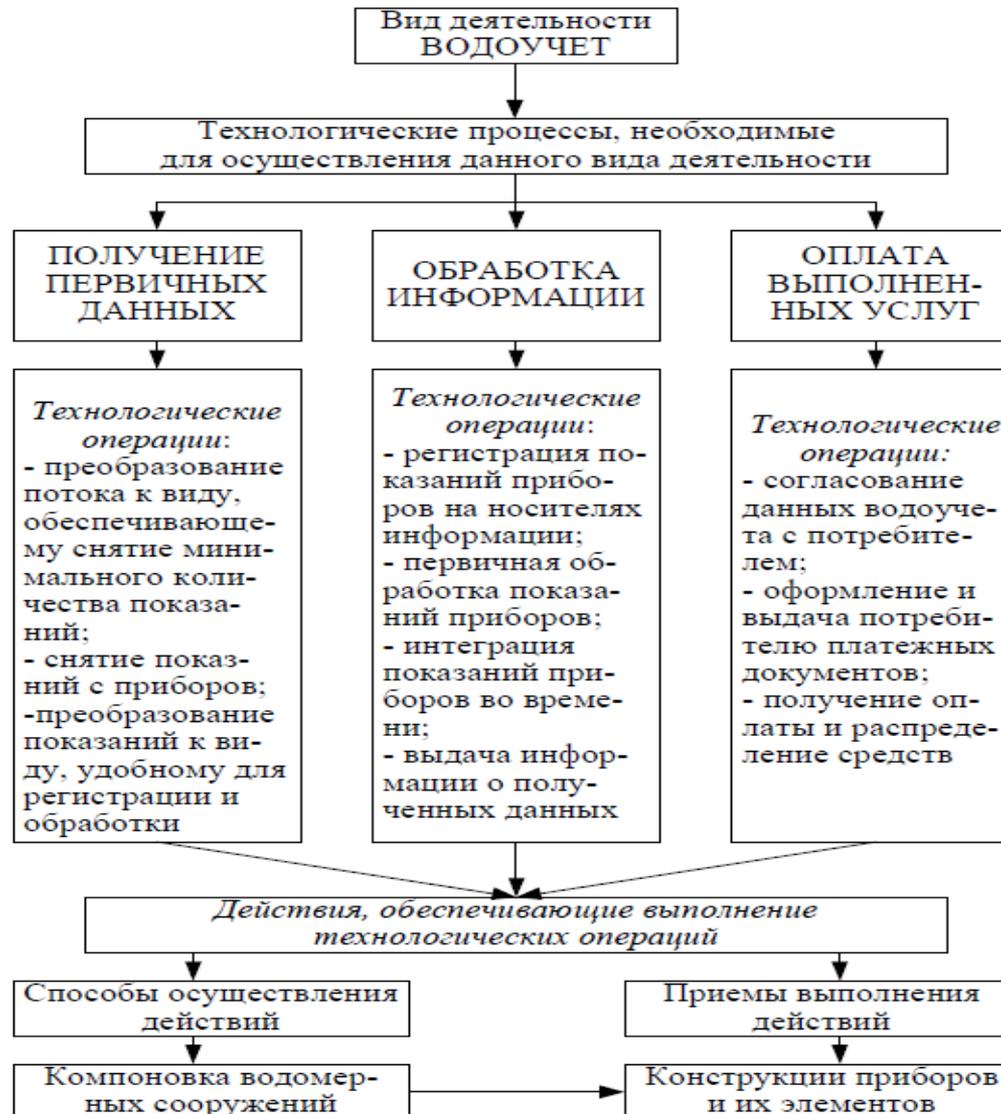
2.2 Учет водоподачи на промывку наносов, плавника, шуги	Результаты оперативного контроля сроков и объемов водоподачи на промывку
2.3 Учет водоподачи на промывку засоленных земель	То же, при промывке засоленных земель

Для решения этих информационных задач требуется гидрометрическая сеть из пунктов водоучета, обеспечивающих требуемую точность и достоверность определения и учета расходов воды и объема стока. Дополнением к гидрометрической сети является комплекс средств измерения гидрогеологических, метеорологических и энергетических параметров.

При этом оперативные данные, получаемые с подсистемы «Учет и отчетность», целесообразно использовать в качестве тестирующей информации при контроле состояния технологических средств измерения. Таким образом, учет на ОС может и должен осуществляться дополнительной подсистемой информационного обеспечения.

Рассмотренный перечень задач может корректироваться в зависимости от типа оросительных систем и потребностей службы эксплуатации. При этом прослеживается необходимость дополнения методов прямого инструментального измерения (контроля) технологических параметров, аналитическими методами, которые целесообразно реализовать в виде пакета прикладных программ для ПЭВМ по решению информационных задач.

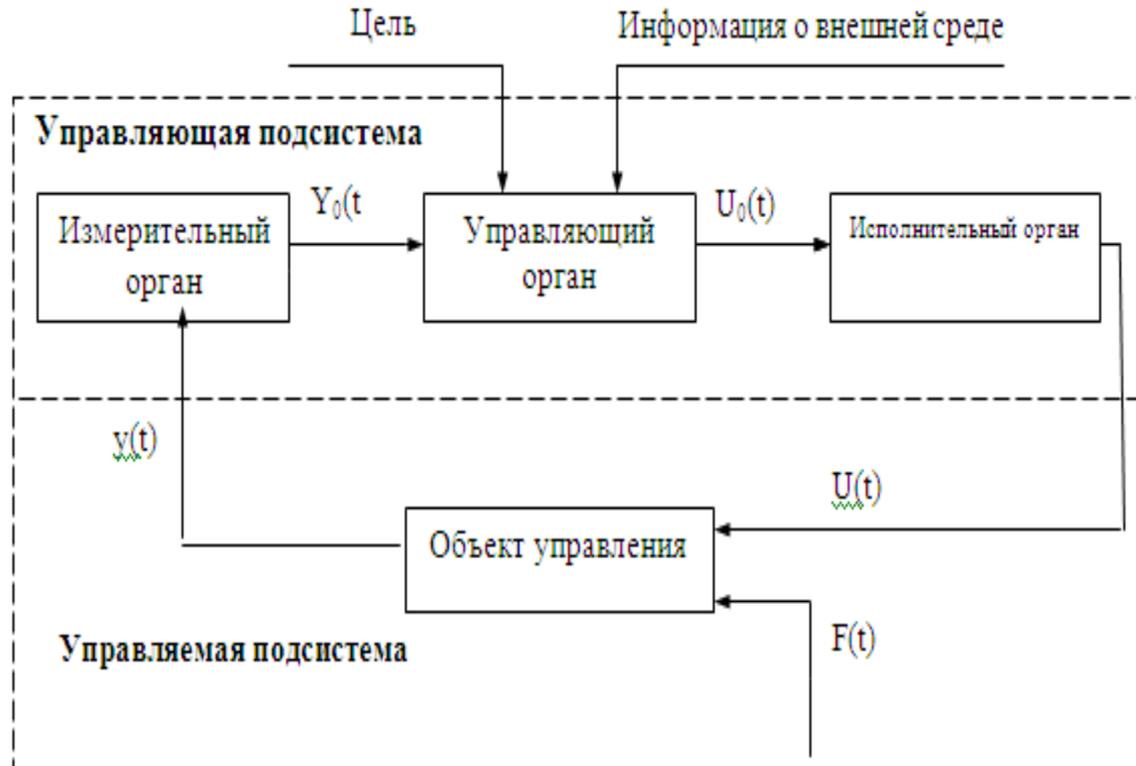
СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ВОДОУЧЕТА НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ



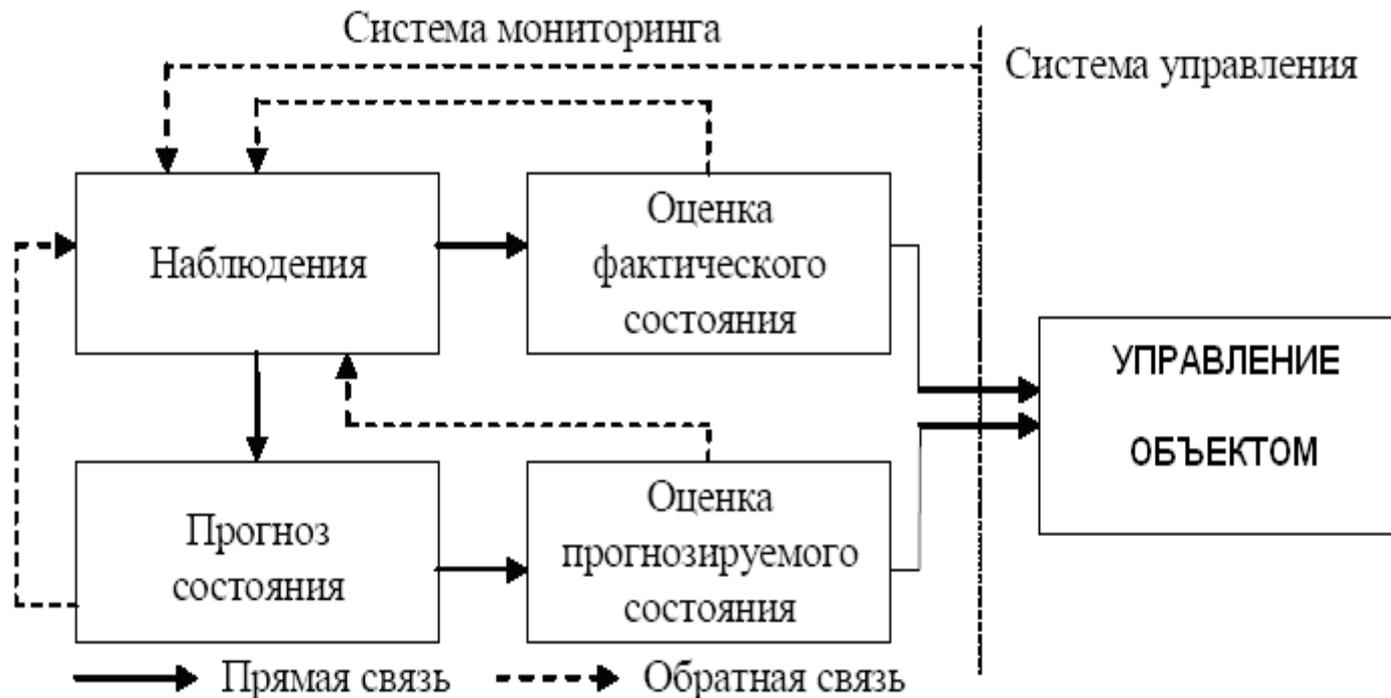
Основные элементы водохозяйственной системы



Структурная схема системы управления



Общая схема управления по данным мониторинга



Технологические параметры, подлежащие контролю на водозаборных сооружениях

Контролируемый параметр	Вид информации	Цель измерения или сигнализации
Водозаборные сооружения поверхностных вод		
Уровень воды в водоеме и водоприемном колодце	Измерение	Контроль
Перепад уровней на вращающихся сетках	Сигнализация	Автоматизация промывки
Водозаборные сооружения подземных вод		
Температура в наземном павильоне или заглубленной камере	Сигнализация	Контроль, автоматизация <u>электроотопления</u>
Расход воды от каждого водозаборного сооружения (скважины, шахтного колодца и т.д.)	Измерение	Контроль
Аварийный уровень воды в скважинах, уровень воды в приемных колодцах	Сигнализация	Отключение насоса при аварийном понижении уровня
Давление в напорном трубопроводе каждого водозаборного сооружения	Измерение	Контроль
Открытие дверей	Сигнализация	

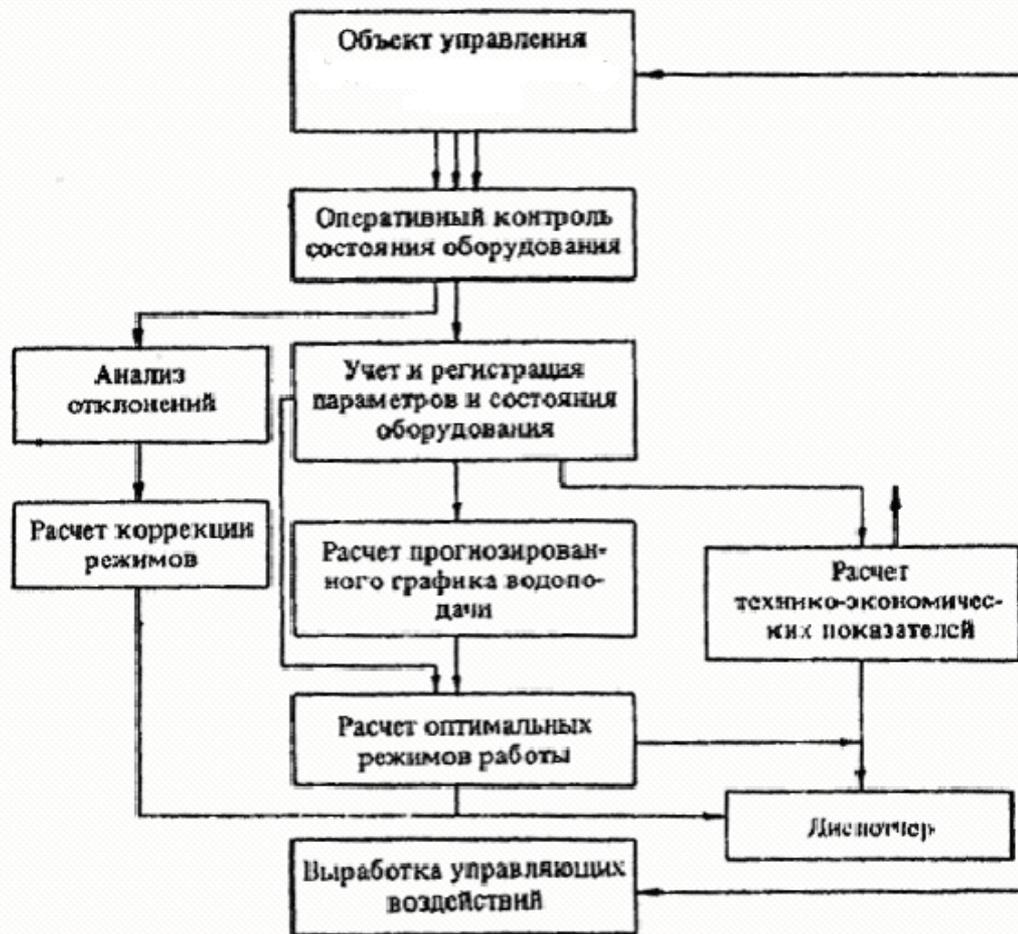
Технологические параметры, подлежащие контролю на насосных станциях

Контролируемый параметр	Вид информации	Цель измерения или сигнализации
Давление в напорных водоводах	Измерение	Контроль, регулирование подачи насосной станции
Расход воды по каждому напорному водоводу	Измерение	Контроль
Давление на насосном агрегате	Измерение и сигнализация	Контроль, отключение
Вакуум во всасывающих линиях насосов и в <u>вакуум-установках</u>	Измерение	Контроль
Уровень воды в резервуарах и приемных камерах	Измерение и сигнализация	Контроль, отключение насосов
Уровень воды в дренажном приемке	Сигнализация	Автоматизация работы дренажных насосов
Температура подшипников агрегатов (если предусмотрена установка датчиков)	Сигнализация	Отключение агрегата при перегреве
Температура обмотки статора электродвигателя (при необходимости)	Измерение	Контроль
Температура в помещениях необслуживаемых насосных станций	Сигнализация	Контроль, автоматизация <u>электроотопления</u> и вентиляции
Уровень воды в <u>вакуум-котле</u>	Сигнализация	Автоматизация работы вакуум-насосов
Давление в баке-ресивере	Измерение	Автоматизация работы насосов и компрессоров в гидропневматических насосных станциях
Уровень воды в баке-ресивере	Сигнализация	Контроль
Затопление машинного зала	Сигнализация	Контроль
Аварийный уровень затопления	Сигнализация	Контроль, автоматическое отключение всех насосов

Технологические параметры, подлежащие контролю на водоводах, сети и регулирующих емкостях

Контролируемый параметр	Вид информации	Цель измерения или сигнализации
Давление и расход в водоводах	Измерение	САР работы сети и сооружений
Повреждение водоводов	Сигнализация	Автоматический контроль целостности водоводов
Уровень воды в водонапорных башнях и резервуарах	Сигнализация	САР работы сети и сооружений
Давление в диктующих точках	Сигнализация	САР работы сети и сооружений
Расход в линиях сети (при необходимости)	Измерение	САР работы сети и сооружений

Общий алгоритм функционирования автоматизированной системы водоснабжения



ОРГАНИЗАЦИЯ ДИСПЕТЧЕРСКОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Основные задачи диспетчеризации

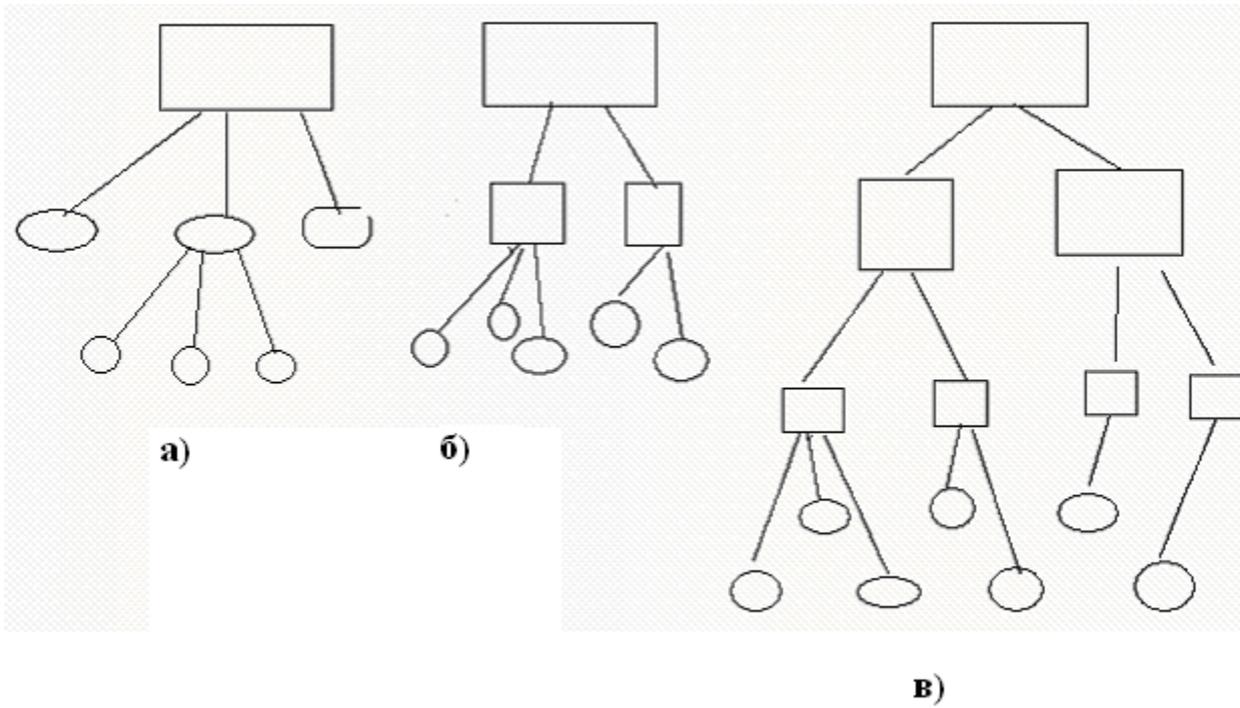
В общем случае система диспетчеризации обеспечивает многоуровневый комплексный контроль и управление, обеспечивая:

- - автоматический сбор рабочих данных и параметров системы, подлежащих диспетчерскому контролю;
- - отображение состояния работы элементов (подсистем, оборудования, устройств) системы и представление информации в удобном для анализа виде (таблицы, графики, диаграммы);
- - бесперебойную диагностику подчиненных объектов по перечню контролируемых параметров, поддерживает внеочередное прохождение сигналов с объектов контроля, которым присвоен высший аварийный приоритет с четким представлением ситуации и окнами контекстной подсказки диспетчеру;
- - ведение журнала событий в автоматическом режиме с персонализацией ответственности за принимаемые диспетчером решения;
- - авторизованный доступ к информации и управлению;
- - технический и коммерческий учет потребления энергоресурсов в многотарифном режиме и ведение суточных графиков изменения любых контролируемых параметров.

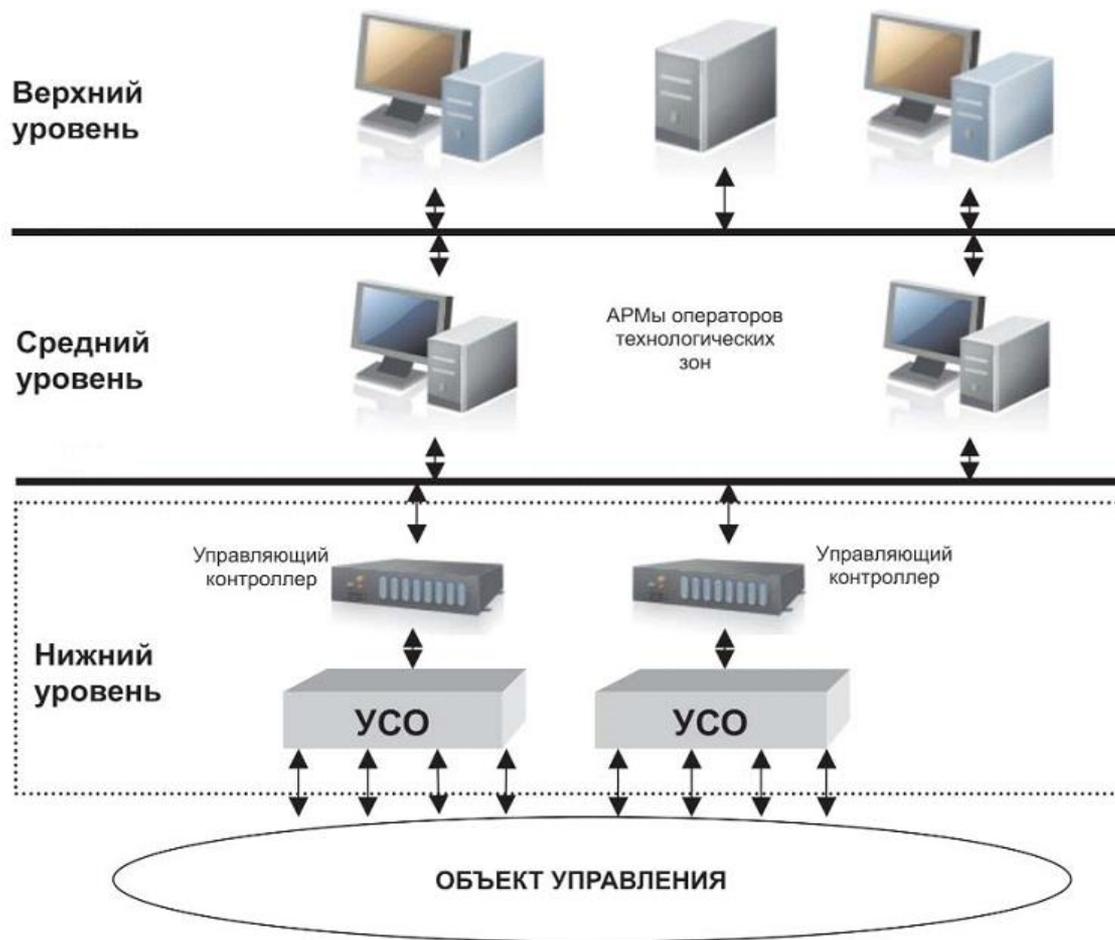
Основными задачами системы диспетчеризации водоснабжения являются:

- автоматическое поддержание заданного давления в сети;
- контроль и управление оборудованием станции (насосами, задвижками и т.д.);
- отработка аварийных алгоритмов;
- визуализация технологических режимов на рабочем месте диспетчера;
- сбор, обработка, архивация и передача статистических данных;
- охранная и противопожарная функция.

Структура диспетчеризации



Структурная схема автоматизированной диспетчерской системы сбора данных и управления



ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ НА РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ

•**Нижний уровень** системы состоит из “интеллектуальных” микроконтроллеров и устройств сопряжения с объектами автоматизации (УСО), объединенных в локальную сеть с помощью полевых шин FieldBus. Данный уровень обеспечивает снятие и обработку информационных сигналов с измерительных приборов и датчиков-сигнализаторов, а также выдачу управляющих воздействий и сигналов. Контроллеры нижнего уровня являются ведомыми и работают под управлением АРМов среднего уровня.

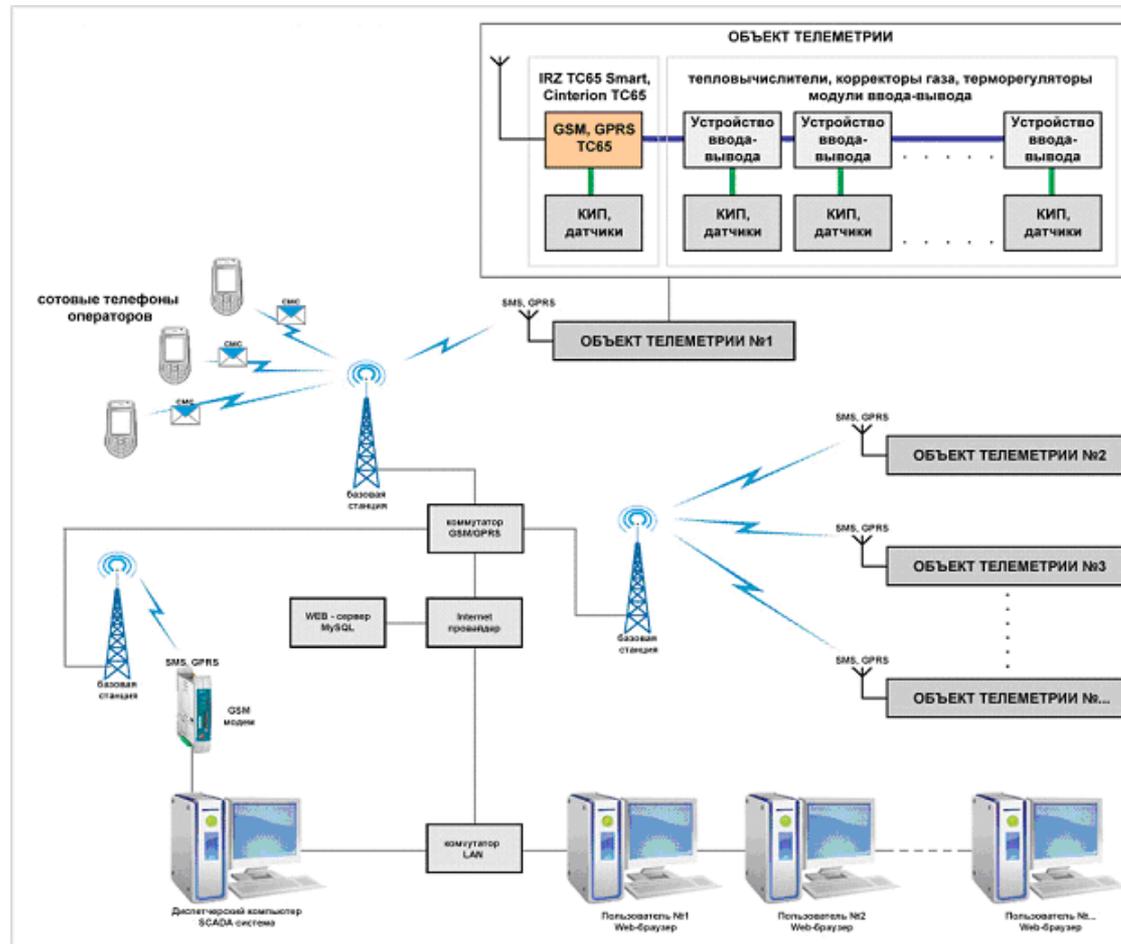
•**Средний уровень** системы представляет собой совокупность программно-аппаратных средств, обеспечивающих:

- предварительную обработку и визуализацию полученных данных для операторов;
- формирование управляющих воздействий в зависимости от команд операторов;
- управление аппаратурой нижнего уровня;
- передачу подготовленной и обработанной информации на верхний уровень;
- получение подготовленной информации и заданий от верхнего уровня.

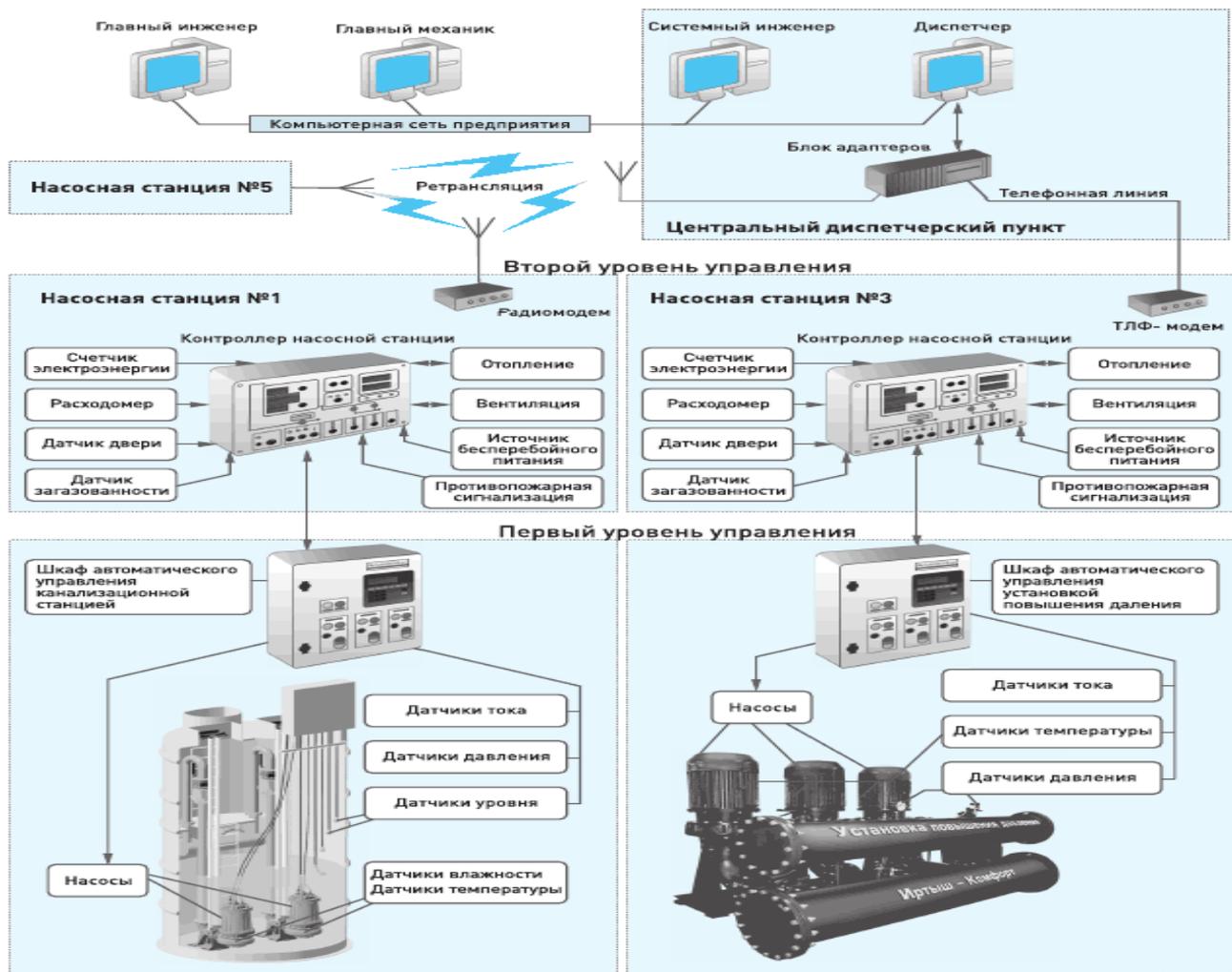
•**Верхний уровень** системы – это программно-аппаратные средства, обеспечивающие:

- прием и регистрацию текущей и ретроспективной информации о работе агрегатов и узлов;
- прием и регистрацию информации о работе агрегатов и узлов в нештатных (аварийных) ситуациях;
- учет информации о водопотреблении;
- формирование отчетных документов;
- подготовку и передачу информации во внешнюю учетную систему ;
- получение информации из внешней учетной системы и ее обработку.

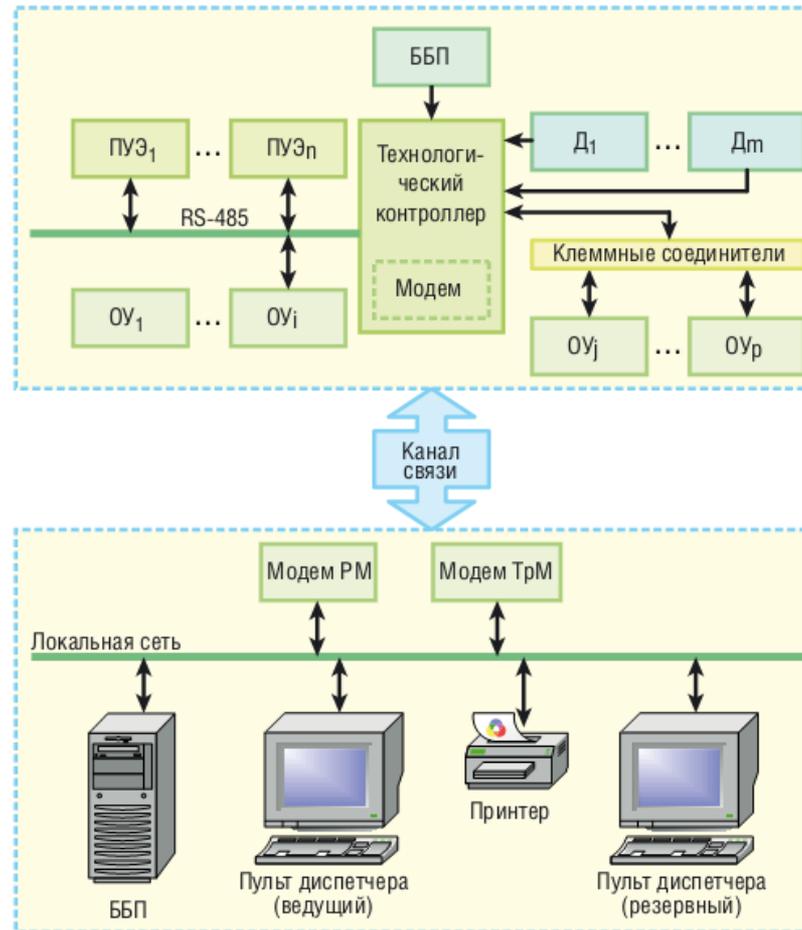
Обобщенная функциональная схема системы телеметрии технологических параметров контролируемых объектов



Структура автоматизированной системы диспетчерского контроля и управления насосными станциями



Структура системы дистанционного мониторинга и управления



ВНЕШНИЙ ВИД ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА

