



Federal Foreign Office



Автоматизация систем водочета

ТРЕНИНГОВЫЙ МОДУЛЬ

17
20

Германское общество
по международному сотрудничеству (GIZ)

Программа «Трансграничное управление
водными ресурсами в Центральной Азии» (ТУВР ЦА)



Federal Foreign Office



© 2017 Германское общество по международному сотрудничеству (GIZ)
Программа «Трансграничное управление водными ресурсами
в Центральной Азии» (ТУРВ ЦА)

Данная публикация подготовлена программой Поддержки водных инициатив Регионального экологического центра Центральной Азии в рамках проекта «Укрепление потенциала региональных, национальных и местных организаций и распространение накопленного опыта» при финансовой поддержке «Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH» программы «Трансграничное управление водными ресурсами в Центральной Азии» (GIZ программа «ТУРВ ЦА»).

Автоматизация систем водоучета.

Опубликовано программой Поддержки водных инициатив,
Региональный экологический центр Центральной Азии, **2017**

Республика Казахстан, А15D5B3, Алматы
Орбита-1, 40
Тел.: +7 (727) 265 43 34
Факс: + 7 (727) 270 53 37
wis@carececo.org
www.carececo.org, www.riverbp.net

По состоянию на июнь 2017

Фото: Internet

Автор: Анна Иноземцева

Эта публикация стала возможной благодаря помощи американского народа, оказанной через Агентство США по международному развитию (USAID).
РЭЦЦА несет ответственность за содержание публикации, которое не обязательно отражает позицию USAID или Правительства США.

Автоматизация систем водоучета

Тренинговый модуль

Аббревиатура

РЭЦЦА	Региональный экологический центр Центральной Азии
GIZ	Германское общество по международному сотрудничеству
USAID	Агентство США по международному развитию
БВО	Бассейновая водохозяйственная организация
ЕК	Европейская комиссия
ЕЭКООН	Европейская экономическая комиссия ООН
ЖКХ	Жилищное коммунальное хозяйство
ИК МФСА	Исполнительный комитет Международного фонда спасения Арала
ИУВР	Интегрированное управление водными ресурсами
МБС	Малый бассейновый совет
НИЦ МКВК	Научно-информационный центр Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии
НИЦ МКУР	Научно-информационный центр Межгосударственной комиссии по устойчивому развитию
НПО	Неправительственная организация
ПВИ	Программы Поддержки водных инициатив
ПРООН	Программа развития ООН
ТУВР ЦА	Трансграничное управление водными ресурсами в Центральной Азии
ЦА	Центральная Азия

Оглавление

1	Введение.....	4
2	Вводная часть.....	8
	Цели тренинга.....	8
	Целевая группа.....	8
	Продолжительность и программа тренинга.....	9
	Знакомство.....	10
	Выработка правил.....	10
	Сессии.....	10
	Сессия 1.....	10
	Сессия 2.....	11
	Сессия 3.....	11
	Подведение итогов.....	11
3	Описательная часть.....	12
	Принципы автоматизации подачи воды на ирригационных системах.....	14
	Автоматизация оросительных систем.....	15
	Приборы автоматизации гидростов.....	18
4	Приложение.....	22

Введение

«Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH» программа «Трансграничное управление водными ресурсами в Центральной Азии» (GIZ программа «ТУВР ЦА»).

1 апреля 2008 года на конференции по водным ресурсам «Вода объединяет» (Water Unites) в Берлине Министерство иностранных дел Германии объявило о начале реализации «Водной инициативы для Центральной Азии». Данная инициатива представляет собой предложение правительства Германии странам Центральной Азии по оказанию содействия в управлении водными ресурсами и превращению воды в предмет усиленного трансграничного сотрудничества. Первостепенная задача заключается в инициализации процесса политического сближения в Центральной Азии, который мог бы способствовать укреплению сотрудничества в использовании воды как ограниченного ресурса, а в долгосрочной перспективе привести к совместному управлению водными и энергетическими ресурсами.

В развитие Берлинской инициативы и с целью определения основных направлений деятельности в странах Центральной Азии на период 2012–2014 годы по приглашению министра иностранных дел Федеративной Республики Германия, 8 марта 2012 года в г. Берлине, состоялось заседание представителей министерств иностранных дел и водохозяйственных органов стран Центральной Азии (ЦА).

Наиболее обширной составляющей «Берлинского процесса» является программа ТУВР ЦА, реализуемая обществом GIZ по поручению Министерства иностранных дел Германии. В рамках второй фазы данной программы в период с 2012 по 2014 год осуществлялись мероприятия, которые позволили не только оптимизировать сотрудничество в водохозяйственном секторе стран ЦА, но и повысить уровень жизни населения региона. В рамках реализации второй фазы программы GIZ ТУВР ЦА структура финансирования проектов программы была изменена. Поддержка регионального сотрудничества и реализация национальных пилотных проектов будет продолжена при финансовой поддержке Министерства иностранных дел Германии. В дополнение реализуются два проекта, финансируемые Европейским союзом в рамках программы Региональной экологической программы Европейского союза для Центральной Азии (EURECA).

С начала 2015 года началась реализация третьей фазы Программы, осуществляемая с помощью проектов:

- «Укрепление потенциала в области устойчивого управления водными ресурсами на региональном, национальном и бассейновых уровнях». Исполнителем проекта является Региональный экологический центр Центральной Азии. В рамках проекта, в том числе, будет поддерживаться усиление сотрудничества между действующими в ЦА региональными организациями, такими как ИК МФСА, НИЦ МКВК, НИЦ МКУР, БВО «Амударья» и «Сырдарья» и др.
- «Региональный диалог и сотрудничество по управлению водными ресурсами в Центральной Азии». Исполнителем проекта является ЕЭКООН.

Реализация проектов направлена на поддержку деятельности ИК МФСА и бассейновых водохозяйственных объединений «Амударья» и «Сырдарья».

Региональный экологический центр Центральной Азии (РЭЦЦА).

РЭЦЦА был образован в соответствии с решением 4-й Общеευропейской конференции, проходившей в 1998 г. в г. Орхус (Дания). РЭЦЦА начал работу в 2001 году после ратификации Республикой Казахстан Соглашения об условиях работы Центра как независимой, некоммерческой и неполитической организации международного характера. Учредителями РЭЦЦА являются страны Центральной Азии: Республика Казахстан, Кыргызская Республика, Узбекистан, Таджикистан, Туркменистан, Программа развития ООН (ПРООН) и Европейская комиссия (ЕК). Головной офис РЭЦЦА расположен в г. Алматы, Казахстан, а также успешно работают пять страновых офисов в каждой столице стран Центральной Азии и проектный офис в Афганистане (г. Кабул).

Основными тематическими направлениями деятельности РЭЦЦА являются:

- Изменение климата и устойчивая энергетика
- Образование для устойчивого развития
- Здоровье и окружающая среда
- Управление окружающей средой
- Поддержка водных инициатив

Страны Центральной Азии сталкиваются с острыми проблемами и вызовами в области регулирования и управления водными ресурсами. К ним относятся неэффективные ирригационные, дренажные и водопроводные системы, устаревшие законодательные и нормативные документы и соглашения на всех уровнях, недостаток осведомленности о наиболее актуальных проблемах в управлении водными ресурсами и методов их решений, недостаточное вовлечение и участие местных сообществ в управлении водными ресурсами, недостаток стимулирования на основе экономических инструментов для поддержки бассейновых экосистем. Эти и многие другие вопросы устойчивого управления водными ресурсами являются основой для деятельности программы Поддержки водных инициатив (ПВИ). В частности, задачей программы ПВИ является повышение потенциала водопользователей по вопросам эффективного управления водными ресурсами на всех уровнях: от трансграничного водodelения до рационального использования воды на уровне поля.

Основные темы, взятые за основу для разработки тренинговых модулей:

- Создание кооператива водопользователей для обеспечения доступа к чистой питьевой воде – опыт ТУВР ЦА и РЭЦЦА;
- Эффективные ирригационные системы и управление дренажных вод – опыт ТУВР ЦА Киргизстана, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана;
- Применение средств водоучета на оросительных системах – опыт ТУВР ЦА и РЭЦЦА Казахстана, Кыргызстана и Таджикистана;
- Методика оценки соответствия гидроэнергетических проектов критериям устойчивого развития – опыт ТУВР ЦА на Шардаринском водохранилище (Казахстан).

Некоторые из вышеперечисленных тем или очень широко распространены в регионе Центральной Азии и требуют более детальной проработки, или недостаточно изучены в регионе и требуют привлечения широкого внимания.

Основной целью данного модуля является донесение до широкой аудитории положительного опыта применения в регионе **«лучших практик»**.

Целевая группа для изучения данных материалов может быть очень разнообразной – от студентов, которые изучают управление водными ресурсами, до специалистов водного хозяйства, заинтересованных во внедрении инновационных технологий по водосбережению, водоучету и обеспечению доступа к чистой питьевой воде.

Тренинговый модуль содержит в себе **три основные части**:

1. Вводная часть, в которой содержится информация о теме, целях и задачах тренинга и краткое описание сессий внутри данного тренинга;
2. Текстовый вариант модуля, где представлена информация по тематике тренингов;
3. Презентации, в которых представлен весь визуальный материал.

Мы надеемся, что данная публикация поможет государственным уполномоченным органам, местным бассейновым организациям, а также всем заинтересованным сторонам в применении инновационных инструментов для более эффективного и рационального использования водных ресурсов на всех уровнях водопользования.



Река Исфара

Вводная часть

Автоматизация систем водоучета является актуальным вопросом для региона Центральной Азии. Особенно остро данный вопрос стоит в трансграничных районах, где распределение воды принимает уже межгосударственное значение. К сожалению, в виду ограниченности финансирования, страны Центральной Азии не в состоянии обеспечить автоматизацию систем водоучета в полном объеме, в связи с чем международные организации и партнеры по развитию прилагают усилия для автоматизации водоучета в регионе Центральной Азии.

Материалы данного тренинга (практическая часть) основаны на опыте GIZ и РЭЦЦА в реализации пилотных проектов на малых трансграничных реках региона: Аспара (между Республикой Казахстан и Кыргызской Республикой) и Исфара (между Республикой Таджикистан и Кыргызской Республикой).

Цели тренинга

- Ознакомление участников с основными водоизмерительными приборами, их видами и целями использования;
- Рассмотрение возможностей применения приборов в регионе Центральной Азии
- Знакомство с успешными практиками и опытом РЭЦЦА в применении водоизмерительных приборов для исполнения проектов.

Целевая группа

Тренинг, предназначен для различных целевых групп, связанных с вопросами вододеления, потребителями оросительных систем:

- Жители села;
- Фермеры, мелкие предприниматели;

- Представители местных, областных, государственных органов власти;
- НПО;
- Представители местных, областных государственных органов управления, связанных с питьевой водой;
- Крупные предприниматели и компании;
- Бассейновые советы или подобные им группы в зависимости от национального законодательства;
- Различные региональные группы и советы.

Также тренинг может быть предназначен и для смешанных вышеперечисленных групп, а также для студентов ВУЗов по специальности «Водные ресурсы и водопользование».

Продолжительность и программа тренинга

Продолжительность тренинга составляет один день.

Регистрация участников	30 мин
Знакомство	30 мин
Выработка правил, вступительное слово, обсуждение ожидаемых результатов	10 мин
Сессия 1	120 мин
Перерыв	30 мин
Сессия 2	180 мин
Перерыв	60 мин
Сессия 3	120 мин
Обсуждение результатов	40 мин

Знакомство

Каждый участник представляется: имя, место работы или чем занимается в настоящий момент, вкратце описывает ситуацию с питьевой водой в его регионе и что он может сделать для улучшения ситуации.

Предлагается нарисовать картинку или картинки, которые должны ответить на следующие вопросы:

Текущая ситуация с водоучетом в вашем регионе

Что можно сделать для улучшения данной ситуации.

Выработка правил

- Правило поднятой руки
- Регламент – не более 5 минут
- Не опаздывать на сессии
- Критиковать идею, а не человека
- Не обижаться на критику
- Шутки приветствуются

Сессии

Сессия 1

Описательная часть **«Введение. Виды водоучета и приборы для автоматизации водоучета»**

Участники понимают, что такое средства для автоматизации водоучета

При подготовке презентации по данному материалу необходимо приводить примеры из конкретного региона (страны, области, с учетом специфики), а не абстрактные примеры.

Сессия 2

Приложение 1

Презентация **«Классификация средств водоучета. Краткое описание средств водоучета»**

Сессия 3

Приложение 2

Презентация **«Примеры применения средств водоучета на оросительных системах различного уровня: пилотные проекты GIZ и РЭЦЦА в бассейнах рек Аспара и Исфара»**

Подведение итогов

Интерактивная дискуссия по итогам тренинга. Дополнительные уточняющие вопросы от участников.

До начала проведения тренинга должна быть разработана анкета обратной связи.

Анкета должна содержать в себе следующие вопросы:

- Совпали ли ожидания с полученной информацией от прохождения тренинга?
- Хотели бы Вы расширить какую-то из сессий? Если да, то какую и какой информацией?
- Получили ли Вы новую для себя информацию?
- Будете ли Вы использовать полученные знания в своей ежедневной работе?

Анкета может быть модифицирована под требования вашей организации и призвана улучшить как содержание, так и подачу материалов данного тренинга.

После распада СССР в странах Центральной Азии начался процесс реформирования сельского хозяйства. Крупные колхозы и совхозы стали преобразовываться в ширкатные, дехканские, фермерские и другие формы собственности

Описательная часть

хозяйства. Появление этой многочисленной армии землепользователей усложнило задачу распределения оросительной воды между ними. Если раньше водохозяйственные государственные организации (райводхозы) доставляли воду до границ коллективных хозяйств, а дальше распределением воды занимались гидротехники и мирабы¹ колхозов, то теперь задача усложнилась. Сегодня, например, из одного канала второго порядка² могут брать воду сразу несколько хозяйств различной форм собственности (ширкатные, фермерские, подсобные и т. д.) притом, каждое хозяйство считает, что именно ему необходимо произвести полив в первую очередь. При такой совокупности и разнообразии форм хозяйствования, отсутствия очередности и справедливых принципов водораспределения, конфликты и споры между ними стали обычным явлением. Эффективным решением этой проблемы стала установка приборов водоучета, установка гидрометрических постов. При этом основной функцией данных гидростов, приборов стало справедливое распределение оросительной воды среди водопользователей. Одним из основных условий правильной эксплуатации оросительных систем и рационального использования воды является надлежащая организация системы первичного учета и измерения воды.

На оросительных системах проведение работ по учету и измерению воды возлагается на специальную службу эксплуатационной гидрометрии (метрологическую службу) в составе организации, осуществляющей эксплуатацию системы. Основными задачами метрологической службы на оросительных системах являются:

- систематические наблюдения за расходами, уровнями и другими характеристиками водного потока в пунктах водозабора, распределения, выдела и сброса воды с представлением оперативных сведений руководству оросительной системы;

¹ Мираб – тот, кто ведает оросительной системой и порядком пользования водой (в маловодных районах Средней Азии). Толковый словарь Ефремовой. Т. Ф. Ефремова. 2000 г.

² Канал второго порядка – часть оросительной системы, подающий оросительную воду от магистрального канала фермеру

- составление гидрометрических таблиц, графиков и т.п. для контроля за режимом работы каналов, гидротехнических сооружений, насосных станций, оросительной, коллекторно-дренажной и сбросной сети;
- ведение водного баланса по оросительной системе в целом и отдельным участкам с установлением величины потерь воды, коэффициента использования воды, коэффициента полезного действия системы и участков;
- осуществление эксплуатации, ремонта, тарировки и поверки гидрометрических постов, сооружений, оборудования и приборов. Оросительная система должна иметь гидрометрическую сеть специальных постов, тарированных сооружений, водомерных устройств и приборов, расположенных в соответствии с проектом или схемой. На оросительной системе устраиваются следующие группы гидрометрических постов по функциональному назначению:
 - опорные посты – для определения основных параметров гидрологического режима водного объекта в месте изъятия воды в оросительную систему (устанавливаются в случае отсутствия аналогичных постов органов управления использованием и охраной водного фонда или органов управления в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды);
 - головные посты – для учета объема водозабора из водного объекта в оросительную систему, самотечный или машинный магистральный канал;
 - распределительные посты – для учета объема подачи воды в головках ветвей магистрального канала и распределителей различных порядков на границах административных районов, в пунктах выдела водопотребителям;
 - сбросные (концевые) посты – для учета неиспользованных остатков оросительной воды и объемов коллекторно-дренажного стока.

Принципы автоматизации подачи воды на ирригационных системах

Оросительные системы – это сложный комплекс гидротехнических сооружений, которые предназначены в определенное время и в нужном количестве подавать воду на любые участки. Эта задача затрудняется тем, что режим подачи воды меняется во времени довольно часто и требует перестройки работы сооружений в ходе их эксплуатации. Следовательно, нужны практически непрерывные наблюдения на множестве узлов и отдельных сооружений. Сложность состоит еще и в том, что расстояния между отдельными узлами и сооружениями на системах значительны. В настоящее время на оросительных системах применяется автоматизация управления гидротехническими сооружениями и устройствами с помощью электро-, радио- и телеприборов. Средства же для автоматического управления подачей воды на отдельном гидротехническом сооружении представлены значительным количеством приборов и устройств, рекомендуемых различными авторами; некоторые из них приемлемы для массового использования, но требуют дальнейшего совершенствования.

Главными объектами измерений на каждом гидротехническом сооружении являются уровни и расходы воды. Водомерность гидротехнического сооружения, обычно предусматриваемая при проектировании, позволяет измерять уровни и вычислять расходы воды во время эксплуатации. Однако трудность этих замеров и вычислений бывает разная. При свободном истечении из-под щита или при истечении через водослив расход определяется легко. Достаточно знать уровень воды перед щитом или водосливом и величину открытия щита для того, чтобы определить расход воды. При затопленном истечении в этих же случаях нужно еще знать уровень воды в нижнем бьефе, поэтому определение расхода затрудняется, а точность уменьшается, так как вводится переменный коэффициент затопления.

Чтобы сохранить постоянным расход, проходящий через сооружение во время эксплуатации, необходимо маневрировать затворами на сооружениях. Для автоматизации этого процесса разработано много различных конструкций водомерных устройств и приборов, основанных на общеизвестных гидравлических принципах.

При сегментном затворе, когда через геометрический центр проходит равнодействующая давления воды, а действительная ось вращения затвора не со-

впадает с геометрической осью, возникает момент, помогающий открывать или закрывать сегментный затвор в зависимости от расположения действительной оси вращения по отношению к геометрическому центру: если действительная ось расположена ниже геометрической, то момент силы гидростатического давления помогает открывать затвор, а если выше, то сила гидростатического давления стремится прижать затвор к флютбету. Эти принципы, как и многие другие в том или ином конструктивном выполнении, часто используются в различных автоматических устройствах и дают хорошие результаты при эксплуатации.

Автоматизация оросительных систем

Степень автоматизации водораспределения. Слово «автоматизация» подразумевает проведение какой-либо технологической операции без участия в ней человека. Однако масштабы автоматизации могут меняться в весьма широких пределах. Например, можно автоматизировать:

- какую-то часть процесса измерения какого-либо одного параметра объекта;
- процесс измерения одного параметра полностью или комплекса параметров на одном объекте;
- технологический процесс на объекте в целом;
- систему объектов, комплекс систем однотипных объектов;
- отрасль народного хозяйства (в масштабе какого-то региона, республики или страны в целом) и т.д.

При этом возможен случай, когда не все операции технологического процесса или не все составные элементы объекта будут автоматизированы. Поэтому введены понятия степени и этапов автоматизации. Степень автоматизации бывает частичная, комплексная и полная. Применительно к процессу водораспределения на оросительных системах степень автоматизации имеет следующие стадии: **частичная автоматизация**, когда охватываются только некоторые операции процесса или элементы системы, и следовательно, процесс автоматического управления водораспределением на системе не замкнут. При этом на отдельных узлах, например, головном сооружении, процесс автоматического управления может быть осуществлен полностью, с замкнутым циклом,

но поскольку рассматривается водораспределение в масштабе всей системы, автоматизация считается частичной. **Комплексная автоматизация** – когда весь комплекс операций водораспределения, кроме управления, выполняется автоматически. Процесс управления замкнут через диспетчера, который в случае необходимости устанавливает режим водопотребления и его изменение без участия постоянного персонала эксплуатации. Получение информации о состоянии объекта регулирования и передача команд управления выполняются с помощью устройств телемеханики. **Полная автоматизация** – весь процесс водораспределения осуществляется в оптимальном режиме автоматически, без непосредственного участия человека или диспетчера и его аппарата, выполняется вычислительными и управляющими машинами. Конечная цель автоматизации любого технологического процесса – это достижение высшей ступени, то есть полной автоматизации. Однако в практических условиях автоматизация внедряется поэтапно.

Автоматизацию процесса водораспределения на оросительных системах в зависимости от оснащенности средствами автоматики можно разделить на следующие этапы:

I этап (частичная автоматизация) – сооружения оснащены средствами местной автоматики (автоматические регуляторы или местные программные устройства) для стабилизации необходимых параметров (уровней, расходов), а также контрольно-измерительными приборами. Изменение режима водораспределения и контроль ведутся постоянным линейным персоналом эксплуатации. Режим водопользования разрабатывается диспетчерским аппаратом. Связь диспетчера с линейным персоналом (для получения информации и передачи команд управления) поддерживается по телефону, радио или нарочными.

II этап (частичная автоматизация) – к первому этапу добавляются телемеханические средства централизованного контроля. Автоматическое поступление информации на диспетчерский пункт повышает оперативность управления и позволяет вести систематический контроль водораспределения и контроль за ним.

III этап (комплексная автоматизация) – второй этап автоматизации усиливается средствами централизованного телеуправления. Линейный персонал эксплуатации в управлении работой сооружений участия не принимает. Автоматизированы все сооружения. Процесс управления замкнутый – через диспетчера. Диспетчерский аппарат обрабатывает информацию, полученную с помощью средств телеконтроля, определяет оптимальный режим водо-

распределения, формирует команды управления и передает их устройствам местной автоматики.

IV этап (комплексная автоматизация) отличается от третьего этапа использованием в помощь диспетчеру вычислительной техники для обработки информации и определения оптимального режима водораспределения. Вопрос об изменении режима и передачи команд управления решает диспетчер.

V этап (полная автоматизация) – процесс водораспределения осуществляется без участия человека – автоматически с помощью управляющих машин. Таким образом, более высокий этап автоматизации достигается постепенным наращиванием оснащенности оросительных систем средствами автоматики. Средства уместной автоматизации (гидравлические автоматические регуляторы и другие устройства) служат первоосновой для осуществления автоматического управления.

Однако самое главное состоит в определении целесообразной степени автоматизации с учетом специфических особенностей технологического процесса. Основная особенность оросительных систем заключается в большом количестве рассредоточенных на обширной территории водораспределительных гидросооружений, подлежащих автоматизации. О полной автоматизации процесса водораспределения на таких системах, во всяком случае на данном этапе, не может быть и речи. Пока это и технически неосуществимо. Решающие факторы при выборе степени автоматизации водораспределения на оросительных системах – это технико-экономическая целесообразность, а также уровень подготовки эксплуатационных кадров. На разных звеньях оросительных систем следует предусматривать различную степень автоматизации. Так, в условиях горных оросительных систем (на данном уровне развития техники) для внутрихозяйственной сети вполне приемлем I этап частичной автоматизации, для межхозяйственной сети – II, а для крупных магистральных каналов, включая головной водозаборный узел, – III или IV этап (комплексная автоматизация). При этом имеется в виду, что со временем в случае необходимости степень автоматизации каждого из этих звеньев, может быть повышена дооборудованием соответствующими техническими средствами автоматики. Поэтому, как правило, при осуществлении любого этапа автоматизации оросительных систем или ее звеньев следует предусмотреть возможность перевода их на более высокий этап автоматизации без реконструкции. Однако следует все же точно определить ожидаемый высший этап автоматизации на данном звене, чтобы не вызвать ненужного осложнения объекта

Приборы автоматизации гидропостов

Автоматическое измерение уровня воды в полевых условиях осуществляют с помощью сооружений, которые называют установками самописцев уровней воды (УСУВ). Следовательно, УСУВ – это гидрометрическое сооружение, которое в комплекте с техническим оснащением обеспечивает автоматическую регистрацию положения уровня воды в открытом водном потоке или водоеме. УСУВ может быть, как самостоятельным (отдельно стоящим) сооружением, так и пристроенным или встроенным сооружением. При этом все они сохраняют свое назначение средства измерения уровней воды. Пристроенные УСУВ обычно входят в состав гидрологических расходомеров, а встроенные устраивают в каких-то более крупных сооружениях: набережных, плотинах и т. п. Гидрологам преимущественно приходится иметь дело с самостоятельными и пристроенными УСУВ; им и будет уделено основное внимание.

В качестве главного технического оснащения УСУВ используются приборы-самописцы, принцип действия которых может иметь различную основу. Известны поплавковые, гидростатические, акустические и другие типы самописцев. В зависимости от принципа, на котором работает самописец, находится и все устройство УСУВ. В настоящее время в гидрологии преимущественное распространение имеют поплавковые самописцы уровней воды типа «Валдай»

Ёмкостной уровнемер – уровнемер, принцип действия которого основан на различии диэлектрической проницаемости жидкости и воздуха. В связи с этим по мере погружения электродов датчика уровнемера в жидкость изменяется ёмкость между ними пропорционально уровню жидкости в резервуаре.

Уровнемеры гидростатического типа позволяют измерять возникающее от столба жидкости давление, преобразуемое электроникой датчика в измеряемое значение уровня продукта. При измерении гидростатического давления необходимо знать, что оно зависит от плотности измеряемой жидкости, температуры и совершенно не зависит от габаритов емкости и её объема. Конструктивно гидростатические уровнемеры являются дифференциальными датчиками давления. На мембрану датчика с одной стороны действует давление от измеряемой среды, с другой стороны на нее действует атмосферное давление. Это необходимо для более точного измерения уровня в емкости с учетом изменения атмосферного давления. необходимо помнить, что емкость не должна быть закрыта, и продукт измерения не может находиться под избыточным давлением, так как это будет влиять на измерения. Для измерения уровня

продукта с переменным давлением (избыточным или разрежения) необходимо соединить мембрану датчика с резервуаром в месте, где отсутствует измеряемый продукт, но присутствует давление (например, крыша), в этом случае измерение уровня продукта будет идти с учетом давления в емкости.

По конструкции датчики гидростатического типа можно условно разделить на следующие типы: мембранного типа или колокольного типа (называемые также скважинными или погружными). В уровнемере мембранного типа используется чувствительный элемент тензорезистивного или ёмкостного типа, который соединен непосредственно с мембраной. Мембрана датчика должна быть помещена как можно ниже ко дну емкости, точка установки датчика соответствует минимально измеряемому уровню. При использовании элемента колокольного типа мембрана датчика размещена в датчике, который представляет из себя цилиндр с кабельным выходом и погружается в измеряемую среду на кабеле. Для выравнивания давления с атмосферным в кабеле имеется полая трубка соединенная с одной стороны с мембраной, а с другой выходит в атмосферу и для защиты трубки от попадания пыли защищена фильтром.

Принцип действия основан на измерении времени прохождения ультразвукового сигнала между излучателем и приемником. **Ультразвуковые измерительные системы** являются рентабельным решением. Они контролируют и управляют уровнями жидкостей, взвесей и сыпучих веществ в приложениях с малыми или большими диапазонами измерения в различных отраслях промышленности. Сенсоры являются стойкими к пыли, влажности, коррозии, вибрации, затоплению и предельным температурам. Они просто монтируются и практически не нуждаются в техническом обслуживании.

Трубки пневмометрические – устройства для измерения величины и направления скорости, а также расхода жидкости или газа, основанные на измерении давления в потоке. Применяются для измерения скоростей течения воды в реках, каналах, лотках и трубах, скоростей воздушных потоков, а также относительных скоростей движения судов и самолётов.

Широко распространена **комбинированная трубка Пито-Прандтля**, которая представляет собой цилиндрическую трубку с полусферическим носиком, ось которой устанавливается вдоль потока. Через центральное отверстие на полусфере (критическая точка) измеряется полное давление p_0 ; другое отверстие (или ряд отверстий) располагается на боковой поверхности трубки на расстоянии нескольких диаметров трубки от носика и от державки и служит

для измерения статического давления p . Геометрическая форма Т. п., форма отверстий и расстояние от них до носика трубки выбираются так, чтобы давление в боковых отверстиях по возможности мало отличалось от статического давления в исследуемой точке потока. Небольшое несоответствие давлений учитывается поправочным коэффициентом ξ , который определяют тарировкой. Зная p и p_0 , вычисляют скорость потока v на основании уравнения Бернулли. Для несжимаемой жидкости p может быть найдена по Клапейрона уравнению (см. Клапейрона уравнение) или другим способом. При измерении скоростей воздуха выше 50–60 м/сек необходимо учитывать сжимаемость воздуха. Трубка Пито–Прандтля применяется также для определения u и Маха числа (см. Маха число) M в сверхзвуковом потоке. При малых скоростях потока ($u < 6$ м/сек) или при больших разрежениях, когда Рейнольдса число $Re < 300$, наблюдается значительное возрастание коэффициента ξ ; Трубкой Пито–Прандтля можно пользоваться и при очень малых Re , включая и свободномолекулярное течение (см. Аэродинамика разреженных газов) (при > 1), однако её практическое применение для этих течений наталкивается на ряд трудностей, связанных с тарировкой и измерением весьма малых абсолютных давлений. Для измерения скорости потока существует большое количество модификаций трубки Пито–Прандтля (трубки Брабе, Лосиевского, Престона и др.); кроме того, скорость мерят Вентури трубой (см. Вентури труба). Направление потока измеряют цилиндрическими и сферическими насадками, комбинациями из трёх расположенных под углом трубок Пито и т.д., показания которых очень чувствительны к направлению потока.

Расходомер, как видно из названия — устройство, предназначенное для измерения расхода какого-либо вещества — как правило, жидкости или газа. Если имеется канал диаметром d и по нему со средней скоростью V_a перемещается жидкость или газ, то расходом является величина:

формула расхода вещества где $A = \pi d^2/4$ — площадь поперечного сечения канала. Следует сразу отметить, что вещества, расход которых необходимо измерить, могут быть сжимаемыми (газ) или несжимаемыми (жидкость), и методики измерения расхода в обоих случаях имеют свои особенности. Независимо от типа используемого устройства определения расхода вещества является довольно сложной комплексной задачей, при решении которой приходится учитывать множество факторов, таких как:

- Физические характеристики исследуемой среды;

- Физические характеристики окружающей среды;
- Форма канала и свойства материала, из которого он изготовлен.

К каждому датчику как правило прилагается набор документов, описывающих технические параметры прибора, его ограничения и рекомендации по эксплуатации. Перед покупкой изучите все эти документы и выберете наиболее подходящее для ваших задач устройство.

Среди довольно большого разнообразия расходомеров по принципу действия можно выделить следующие основные группы:

- Датчики скорости потока по перепаду давления;
- Тепловые расходомеры;
- Ультразвуковые расходомеры;
- Электромагнитные расходомеры;
- Микрорасходомеры;
- Кориолисовские расходомеры;
- Расходомеры с мишенями;
- Детекторы изменения скорости потока.

Приложение

- Презентация **«Краткое описание средств водоучета. Классификация средств водоучета».**
- Презентация **«Примеры применения средств водоучета на оросительных системах различного уровня: пилотные проекты РЭЦЦА в бассейне реки Аспара».**

