

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

SOFTWARE

УДК 681.5: 64.011.56

DOI: 10.18503/2306-2053-2021-9-2-21-28

**АНАЛИЗ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
В ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ***Каландаров П.И.*

**Аннотация:** Представлен аналитический обзор автоматизации и технологии водного хозяйства, в Республике Узбекистан, для решения этих задач в работе – описаны системы внедрения водосберегающих технологий, в том числе капельное орошение на хлопковых полях, и государственная поддержка, выделения субсидии, а также Концепция развития водных ресурсов до 2030 года в Узбекистане, предусматривающее повышение эффективности использования воды более чем на 1 млн. га за счет повышения коэффициента эффективности, и обновления и реконструкции ирригационных сетей, а также снижение потребления электроэнергии за счет реконструкция и модернизация насосных агрегатов и двигателей.

В статье анализируется АСУ ТП мелиорационного канала, как объекта управления, где выполнена классификация по типу схемных решений, даны параметрические характеристики объекта управления оросительно-обводнительный канала, описаны программно-аппаратные средства подсистемы автоматизированного управления и контроля, что позволит создание систем диспетчеризации с одновременной автоматизацией объектов водоканалов, рассмотрены инновационные решения по формированию методов и средств контроля и управления в водном хозяйстве.

**Ключевые слова:** водосбережение, автоматизированные системы управления, учет воды, водное хозяйство, мелиоративный канал, водоканал, диспетчерский пункт, диспетчеризация водоканала, насос, насосные станции.

**Введение**

В Республике Узбекистан планируется внедрить водосберегающие технологии, в том числе капельное орошение на хлопковых полях. Государственная поддержка, особенно субсидии, играет важную роль в этой области. В целях поддержки внедрения водосберегающих технологий в 2020 году выделено 300 миллиардов сумов (экв. 28,5 млн. долларов США). В частности, выделяемые суммы в зависимости от типа сельскохозяйственной культуры, технологии полива и балл бонитета земли составляют для системы капельного орошения - 8 миллионов сумов (экв. 762 долларов США) за гектар, для дождевального орошения – 4 миллиона сумов (экв. 381 доллар США) за гектар и для дискретного орошения – 1 миллион сумов (экв. 95,5 долларов США) за гектар.

**Постановка вопроса**

1. Водосберегающие технологии. На сегодняшний день в стране, водосберегающие технологии внедрены на 130 тыс. га, в том числе технология капельного орошения – на 77,4 тыс. га. В 2020 году увеличена площадь под водосберегающими технологиями до 250 тыс. га. К 2025 году общая площадь под водосберегающими технологиями будет увеличена до 1 миллиона га, в том числе площадь капельного орошения составит 250-300 тыс. га.

2. Концепция развития водных ресурсов до 2030 года в Узбекистане. В настоящее время разработана Концепции развития водного хозяйства до 2030 года. Данный процесс поддерживается международными грантами Азиатского банка развития, Всемирного банка и Швейцарского агентства по развитию и сотрудничеству, а также экспертами из австралийской компании «Aither», которая специализируется на разработке перспективных направлений развития водного сектора.

Проектом Концепции предусматривается:

- широкое внедрение водосберегающих технологий;
- широкое использование средств автоматизации и информационно-коммуникационных технологий на местах;
- повышение эффективности использования воды более чем на 1 млн. га за счет повышения коэффициента эффективности с 0,63 до 0,73 за счёт обновления и реконструкции ирригационных сетей;

- ежегодное сокращение засоленных площадей на 1% за счет строительства и реконструкции, ремонтно-восстановительных работ на мелиоративных объектах, а также повторного использования 298,5 тыс. га;
- к 2030 году ожидается снижение потребления электроэнергии с 8,0 млрд. кВт.ч до 6,0 млрд. кВт.ч за счет реконструкция и модернизация насосных агрегатов и двигателей.
- разработка принципов рыночной экономики, а также передача 50 водохозяйственных объектов частному сектору в рамках государственно-частного партнерства [1, 2].

### **Анализ состояние проблемы**

Работа посвящена вопросам совершенствования и создания автоматизированных технологий по управлению водными потоками и учету поливной воды, на структурах оросительно-обводнительный канал (ООК). Они вытекают из необходимости внедрения на оросителях сельской местности средств автоматизированных систем и IT-технологий на перспективу ближние и дальние в условиях глобальных и региональных изменений климата, сокращения собственных и поступающих водных объемов. В работе характеризуются экономико-социальные эффекты проводимых работ.

### **АСУ ТП мелиорационного канала, как объекта управления**

Объектом автоматизации является оросительно-обводнительный канал. Подобные каналы работают для наполнения прудов и водоемов и способны обеспечить нужды сельскохозяйственного населения населенных пунктов. В состав оросительной системы входят: водохранилища, водозаборные и рыбозащитные сооружения, отстойники, насосные станции, оросительная, водосборно-сбросная и дренажная сети, нагорные каналы, поливные и дождевальная машины, объекты электроснабжения и связи, противозерозионные сооружения.

Целью создания АСУ ТП является обеспечение надежного контроля за мелиоративным состоянием земель и качественного снабжения водой, предназначенной для сельскохозяйственных и бытовых нужд, с минимальными эксплуатационными затратами.

Однако технологические особенности ООК выдвигают определенные препятствия перед подобным использованием этого опыта. Например, для межхозяйственной оросительной сети технологическая задача это доставка (транспортировка) воды. А для внутрихозяйственной оросительной сети (ВОС) главная задача это полив. Что касается средств измерения и учета воды то достаточно сказать о абсолютно разных диапазонах измерения. Расходы воды абсолютно разные [3, 4].

Новые экономические отношения развивающиеся на внутрихозяйственной части оросительной системы заметным образом опережают уровень оснащенности ее водопроводящих структур техническими средствами автоматизации, информационно-измерительных систем, цифровых технологий. Это в первую очередь касается средств автоматизированных систем управления и учета воды [5].

При внедрение АСУТП, данная система содействует улучшению показателей работы оросительно-обводнительных каналов, повышению производительности и надежности за счет: строгого выполнения требований технологического регламента и соблюдения режимов управления процессами; оперативного контроля над работой оборудования; повышения эффективности и снижения трудоемкости работы эксплуатационного персонала; повышения оперативности взаимодействия персонала с технологическими объектами; удобства представления технологической информации персоналу (температуры подшипников и охлаждающей жидкости, величины тока и напряжения ротора и статора, вибрации, потребляемой мощности и расхода электроэнергии, уровня в канале и объема перекачиваемой воды, о режиме работы каждого насосного агрегата и многое другое); точности поддержания заданных значений параметров; снижения затрат на обслуживание и ремонт оборудования путем предупреждения и недопущения аварийных ситуаций; экономии энергоресурсов и воды за счет рационального распределения; применения современных методов и микропроцессорных средств контроля и управления.

ВОС не может оставаться в стороне от развивающихся тенденций современных индустриализаций в целеполагающем направлении экономии и распределения водных ресурсов

на технологическом этапе *потребления* воды структурами внутрихозяйственной оросительной сети на основе применения автоматизированных технологий, программно-аппаратных и информационно-коммуникационных средств [6, 7].

### Реализация и обсуждение результатов

Системный подход принимают как общий принцип, которым руководствуются при внедрении АСУТП для управления на основе разработанных проектов автоматизации гидро-мелиоративных систем рис. 1.

Основной принцип системного подхода к созданию и внедрению автоматизированных систем управления – принцип максимума эффективности системы. В сложных условиях многоцелевого использования водных ресурсов, наличия большого числа изменяющихся во времени и пересекающихся между собой параметров не удастся однозначно определить цель в виде одномерной функции. Поэтому при создании АСУ целесообразно сформулировать частные цели, совокупность которых рассматривается как функциональная структура [8].

Основные функции системы заключаются в следующем:

- сбор, обработка информации от датчиков уровня, датчиков ультразвуковых расходомеров, счетчиков электроэнергии и т.д.;
- восстановление учетных параметров после простоя системы с добавлением к их значениям на момент отключения произведения времени простоя на договорную константу или значение расхода перед отключением;
- обнаружение, сигнализация и регистрация отклонений параметров от установленных границ;
- контроль достоверности принимаемой информации по граничным значениям, скорости изменения и по другим критериям;
- вычисление усредненного расхода, объема воды нарастающим итогом для каждого насосного агрегата, суммарного объема водоподачи;
- отображение информации оперативному персоналу системы на цветных мониторах в виде мнемосхем с индикацией параметров в цифровом, табличном виде или в виде графиков;
- формирование световой и звуковой сигнализации отклонения параметров от заданных предупредительных и предаварийных границ, а также при других аварийных ситуациях;
- ручной ввод исходных данных в режиме реального времени;
- автоматическое регулирование подачи воды и ее уровней в каналах;
- многопользовательский режим работы, при этом используется разграничение прав доступа к системе по паролям, регистрация доступа лица и протоколирование его действий (соединение абонентов системы организовано с использованием радиоканала);
- автоматическое формирование и печать протокола событий в системе;
- архивирование данных на жесткий диск компьютера;
- просмотр истории параметров процесса в виде графиков и таблиц;
- отображение информации о состоянии и работоспособности компонентов АСУ ТП, проведение диагностики ее элементов.

Автоматизированная система управления разрабатывается в виде информационно-управляющей системы, обеспечивающей контроль параметров и управление состоянием затвора и уровня воды в канале. Структура системы организационно построена аналогично распределенной блочно-модульной конструкции. Предположительно должна быть возможность наращивания структуры при модернизации структуры и технологического оборудования. Структура системы управления будет обеспечивать стыковку технических средств системы в единый комплекс с целью работы в составе Ассоциации потребителей воды (АПВ) и

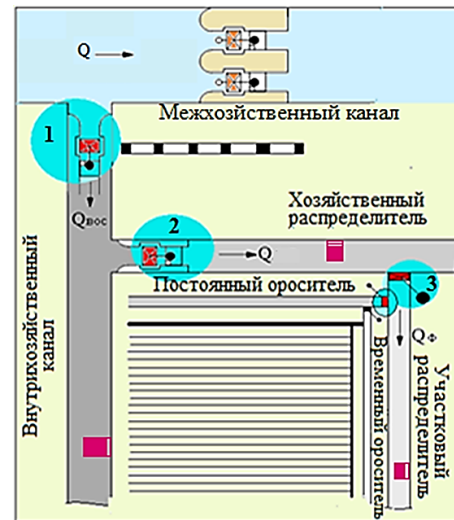


Рис. 1. Локализация средств автоматизации на ВОС

обеспечения полного и надежного функционирования в пределах заданных функций системы и технических характеристик средств, входящих систему АПВ[9].

### Архитектура и оборудование

АСУ ТП имеет трехуровневую иерархическую структуру. Средний уровень системы, размещенный на насосных станциях, и верхний уровень – на диспетчерском пункте – представлены автоматизированными рабочими местами (АРМ) операторов (станции оператора/архивирования-сервер с полным объемом графического проекта, с возможностью 100% «горячего» резервирования). Нижний уровень представлен современными, высоконадежными микропроцессорными контроллерами. Контроллеры размещены в шкафах контроля и управления. Связь с контроллерами нижнего уровня производится посредством локальной вычислительной сети. С АРМ насосных станций вся информация по радиоканалу передается в диспетчерский пункт, что позволяет диспетчеру следить за работой всего каскада насосных станций и регулировать подачу воды [10].

Внедрение АСУ ТП обеспечивает: повышение надежности системы за счет использования технологических защит, позволяющих избежать аварийных ситуаций; предоставление персоналу исчерпывающей оперативной и архивной информации о работе системы, такой как уровни воды в верхнем и нижнем бьефах канала между перекачивающими насосными станциями, режиме работы каждого насосного агрегата, потребляемой мощности, расходе электроэнергии и т.д.; широкие возможности оператора по управлению технологическим процессом, в частности, помогают диспетчеру выбрать нужный разворот лопастей насосных агрегатов и тем самым обеспечить оптимальный режим водоподдачи; снижение затрат на эксплуатацию системы; улучшение условий труда эксплуатационного персонала; длительное сохранение результатов измерений с возможностью их передачи на удаленный персональный компьютер по средствам телефонной сети; повышение точности и достоверности технологической информации; снижение вероятности ошибочных действий персонала за счет своевременного предоставления информации в наглядном виде.

Распределенная модульная архитектура и промышленная сеть делают систему исключительно помехозащищенной. Несмотря на значительные расстояния между абонентами (десятки километров), система обеспечивает устойчивую и надежную связь с диспетчерским пунктом. Применение в каждом модуле ввода-вывода съемных клеммников позволяет отказаться от всевозможных кроссов, кабелей и т. п., что повышает надежность соединения модуля с объектом и позволяет минимизировать размеры защитных шкафов. Модульная структура и полностью открытый протокол обмена позволяет расширять систему без каких-либо ограничений [11].

### Программно-аппаратные средства подсистемы автоматизированного управления и контроля

*RTU (Remote Terminal Unit)* – удаленный терминал, устройство на базе микроконтроллера, предназначенное для удаленного управления оборудованием. Терминалы *GSM RTU* обеспечивают беспроводное взаимодействие человека или систем управления и удаленного оборудования через сеть сотовой связи *GSM*, в имеющуюся станцию управления затвором может быть внедрен контроллер для дистанционного управления *GSM RTU*, и получения информации по учету. Главным органом пульта управления насосом является контроллер *GSM CWT5005B*.

*GSM-контроллер CWT5005B GSM RTU* (рис. 1) предназначен для передачи информации о состоянии и подачи дискретных команд (вкл./выкл.) на удаленное электрическое оборудование в виде простых *SMS*-сообщений. *CWT5005B* имеет четыре дискретных входа и два релейный выхода. Контроллер может быть запрограммирован для подачи *SMS*-сообщений с извещением об аварии и о вос-

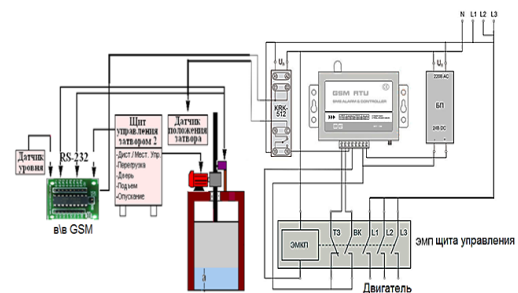


Рис. 2. Элементы управления, принципиальная схема

становлении нормальной работы по состоянию входов. Переключение выходного реле производится как по *SMS*-сообщению, принимаемому извне, так и по состоянию входов. Абонентом контроллера может быть, как сотовый телефон, так и персональный компьютер с модемом *GSM*. Для подключения к сети *GSM* перед началом работы в контроллер необходимо установить *SIM*-карту предпочтительного оператора сотовой связи. Настройка контроллера производится с помощью программы конфигурирования через порт *RS-232*. Во время настройки задается формат *SMS*-сообщений, устанавливаются до 10 уполномоченных номеров, с которых контроллер будет воспринимать команды, конфигурируются условия для входных и выходных сигналов.

Типичный *GSM*-модуль состоит из радиоблока (приемопередатчик, усилитель и внешний радиочастотный интерфейс), процессора, памяти и ряда интерфейсов для интеграции в конечные устройства (рис.3.) [12].



Рис. 3. Структура передачи сигналов

Базовый комплект оборудования (рис. 4) состоит из контроллера, к которому подключаются различные датчики и *GSM*-модем или сотовый телефон через его штатный разъем. Дистанционное управление исполнительными устройствами может осуществляться напрямую с помощью *DTMF*-сигналов с клавиатуры удаленного смартфона фермера, либо контроллером по запрограммированному заранее алгоритму [13]. Контроллер питается от сети 220 В через сетевой адаптер. Также предусмотрено резервное питание от аккумулятора 12 В на случай пропадания напряжения 220 В. Контроллер автоматически заряжает по мере необходимости резервный аккумулятор.

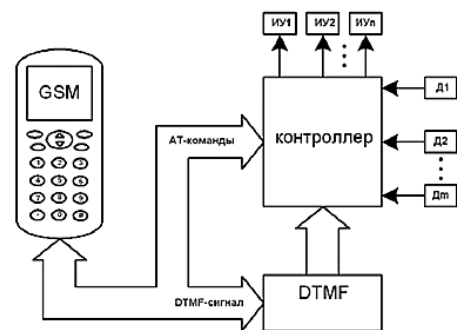


Рис. 4. Принципиальная схема с применением *GSM*-телеметрии

К контроллеру могут подключаться датчики, обеспечивающие выходной сигнал в виде разрыва, замыкания или изменения сопротивления. При срабатывании какого-либо датчика контроллер выполняет операции по запрограммированному ранее алгоритму:

- осуществляет коммутацию заданных исполнительных устройств;
- через подключенный сотовый телефон производит рассылку коротких информационных *SMS*-сообщений по списку телефонов, предварительно занесенному на *SIM*-карту;

Мобильный телефон фермера, на который поступают сообщения, может быть подключен к компьютеру для автоматической диспетчеризации и протоколирования. Если послать с диспетчерского телефона запрос определенного формата, то контроллер в ответном сообщении проинформирует о состоянии датчиков и т.д. [14, 15].

Контроллер имеет встроенные реле для управления исполнительными механизмами, позволяющие коммутировать напряжение 220 В и ток до 5 А. Эти реле могут дистанционно включаться и выключаться по командам, приходящим с телефона. Предусмотрен режим автоматического включения реле при определенных сигналах датчиков. Если необходимо включать мощное оборудование (трехфазные двигатели затворов или насосы), то оно подключается к реле контроллера через промежуточные пускатели нужной мощности [16].

## Заключение

В результате реализации автоматизированной системы управления, получено, что:

- 1) создание систем диспетчеризации с одновременной автоматизацией объектов водоканалов является одним из эффективных инструментов повышения их рентабельности;
- 2) несмотря на различие технологических задач, решаемых на разных объектах водоканалов, с точки зрения автоматизации они схожи и для управления ими может быть использовано однотипное оборудование и программное обеспечение;
- 3) возможно повысить точность измерения уровней, расходов и минерализации воды, а также открытия затворов гидротехнических сооружений, за счет применения современных технических средств измерения и учета водных ресурсов (снижение погрешности измерения по расходу от 5-10 до 2-3 %);
- 4) необходимо повысить качество голосовой связи и передачи данных, а также транспортное обеспечение на пилотных каналах;
- 5) происходит улучшение качества информационного обеспечения за счет непрерывного сбора, хранения, передачи и обработки измеренных значений уровней и расходов воды в компьютерах;
- 6) повышение оперативности и точности управления водными ресурсами происходит за счет увеличения скорости получения и обработки информации о технологическом процессе и принятия решений;
- 7) снижаются непроизводительные затраты водных ресурсов;
- 8) становится возможным своевременное обнаружение и устранение неисправности оборудования системы управления и гидротехнических сооружений.

Разработаны схематические решения на базе микроконтроллера AT mega AVR. Эти решения связывались с алгоритмизацией процесса управления на основании суточного графика работы затвора, программного обеспечения управления, привлечения программно-аппаратных средств, а также методов и средств информационно-коммуникационных технологий, позволяющих управлять подачей воды с помощью смартфона фермера [17, 18].

## Список использованных источников

1. Указ Президента Республики Узбекистан «Об утверждении концепции развития водного хозяйства республики Узбекистан на 2020-2030 годы» от 10 июля 2020 г., № УП-6024.
2. Постановление Президента Республики Узбекистан от 24 февраля 2021 г., № ПП-5005 «Об утверждении Стратегии управления водными ресурсами и развития сектора ирригации в Республике Узбекистан на 2021–2023 годы. 24 февраля 2021 года».
3. Каландаров, П.И. Программно-техническая реализация задач повышения достоверности измерительной информации / П.И. Каландаров, Б.М. Темербекова // Вестник Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт». Серия: Приборостроение. – 2012. – № 43. – С. 126-133.
4. Духовный, В.А. Интегрированное управление водными ресурсами: От теории к реальной практике. Опыт Центральной Азии / В.А. Духовный, В.И. Соколов, Х. Мантрилаке – Ташкент, 2008. – 363 с.
5. Мониторинг использования водных ресурсов на уровне АВП: Труды НИИИВП при ТИИМ / М.Р. Икрамов [и др.]. – Ташкент, 2012 г. – 4 с.
6. Бочкарев, Я.В. Новые технологии и средства измерений, методы организации водоучета на оросительных системах. – Новочеркасск: Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, 2012. – 273 с.
7. Кизяев, Б.М. Водопользование и водоучет на водохозяйственных и мелиоративных системах агропромышленного комплекса страны. – Москва: ВНИИА, 2004. – 129 с.
8. Усманов, А.М. Совершенствование средств и методов автоматизации учета воды для внутрихозяйственной оросительной сети : Отчет НИР. – Ташкент: ТИИМ, 2014 г.
9. Каландаров, П.И. Анализ системы диспетчерского управления и контроля SCADA на канале Бустон / П.И. Каландаров, А.М. Назарий // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2021. – № 3 (250). – С. 62-65.
10. Каландаров, П.И. О модели инновационной технологии геотермально-бинарной электростанции для электроснабжения и геотермальной воды хозяйств в горных и сельских местностях / П.И. Каландаров, М.С. Кореньков // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2012. – № 2. – С. 16-23.
11. Каримов, А.Х. Повышение продуктивности использования водных ресурсов на уровне фермерских хозяйств / А.Х. Каримов, К.М. Мирзажанов, С.Х. Исаев // Водосбережение: технологии и социально-экономические аспекты. – Тараз, 2002. – 162 с.

12. Каландаров, П.И. Проектное решение и реализация программного обеспечения системы автоматизации технологических процессов производства на нефтегазоперерабатывающих заводах Узбекистана / П.И. Каландаров, М.К. Назарбеков, Б.П. Искандаров // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2011. – № 1-2. – С. 52-60.
13. Ахмежходжаева, И.А. Повышение эффективности водопотребления на уровне АВП и фермерских хозяйств / И.А. Ахмежходжаева, Н. Икрамов : Труды НИИИВП при ТИИМ. – Ташкент, 2012. – 4с.
14. Дикаревский, В.С. Водоснабжение и водоотведение / В.С. Дикаревский, О.Г. Капинос. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2005. – 155 с.
15. Каландаров, П.И. Реализация программы модернизации, технического и технологического перевооружения производства ОАО "АЛМАЛЫКСКИЙ ГМК" на 2009-2015 гг. / П.И. Каландаров, Р.И. Джураев // Рудник будущего. – 2010. – № 2. – С 78-80.
16. Котюк, А.Ф. Датчики в современных измерениях. – Москва : Наука, 2006. – 225с.
17. Каландаров, П.И. Научные основы влагометрии : монография / П.И. Каландаров, О.С. Логунова, С.М. Андреев. – Ташкент : Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, 2021. – 175 с.
18. Каландаров, П.И. Анализ системы диспетчерского управления и контроля SCADA на канале Бустон / П.И. Каландаров, А.М. Назарий // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : сб. тез. 79-й междунаро. науч.-техн. конф. – Магнитогорск: Магнитогорск. гос. техн. у-т им. Г.И. Носова, 2021. – С. 374.

Материал поступил в редакцию: 10.09.2021

Материал принят к публикации: 28.10.2021

### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

#### ANALYSIS OF AN AUTOMATED SYSTEM IN THE WATER SECTOR

*Kalandarov P.I.*

**Abstract.** An analytical review of automation and technology of water management in the Republic of Uzbekistan is presented, to solve these problems, the work describes the systems of introduction of water-saving technologies, including drip irrigation in cotton fields, and state support, subsidies, as well as the Concept of water resources development until 2030 in Uzbekistan, which provides for an increase in water use efficiency by more than 1 million rubles. ha by increasing the efficiency coefficient, and updating and reconstructing irrigation networks, as well as reducing electricity consumption due to the reconstruction and modernization of pumping units and engines.

The article analyzes the automated control system of the melioration canal as a control object, where classification by the type of circuit solutions is performed, parametric characteristics of the irrigation and irrigation canal control object are given, software and hardware of the automated control and control subsystem are described, which will allow the creation of dispatching systems with simultaneous automation of water utility facilities, innovative solutions for the formation of methods and means of control and management in the water sector are considered.

**Keywords:** water saving, automated control systems, water accounting, water management, reclamation channel, water utility, control room, water utility dispatching, pump, pumping stations.

#### References

1. Ukaz Prezidenta Respubliki Uzbekistan «Ob utverzhdenii koncepcii razvitiya vodnogo hozyajstva respub-liku Uzbekistan na 2020 - 2030 gody» ot 10 iyulya 2020 g., № UP-6024.
2. Postanovlenie Prezidenta Respubliki Uzbekistan ot 24 fevralya 2021 g., № PP-5005 «Ob utverzhdenii Strategii upravleniya vodnymi resursami i razvitiya sektora irrigacii v Respublike Uzbekistan na 2021–2023 gody. 24 fevralya 2021 goda».
3. Kalandarov P.I. (2012) *Vestnik Nacional'nogo tekhnicheskogo universiteta Ukrainy "Kievskij politekhnicheskij institut". Seriya: Priborostroenie*, 43: 126-133.
4. Duhovnyj V.A. Sokolov V.I., Mantrilake X. (2008) *Integrirovannoe upravlenie vodnymi resursami: Ot teorii k real'noj praktike. Opyt Central'noj Azii*. Tashkent.
5. Ikramov M.R. [i dr.] (2012) *Monitoring ispol'zovaniya vodnyh resursov na urovne AVP*. Tashkent.
6. Bochkarev YA.V. (2012) *Novye tekhnologii i sredstva izmerenij, metody organizacii vodoucheta na orositel'nyh sistemah. Rossijskij nauchno-issledovatel'skij institut problem melioracii*. Novocherkassk.
7. Kizyaev B.M. (2004) *Vodopolzovanie i vodouchet na vodohozyajstvennyh i meliorativnyh sistemah agropromyshlennogo kompleksa strany*. VNIIA, Moskva.
8. Usmanov A.M. (2014) *Sovershenstvovanie sredstv i metodov avtomatizacii ucheta vody dlya vnutrihozyajstvennoj orositel'noj seti*. TIIM, Tashkent.
9. Kalandarov P.I., Nazarij A.M. (2021) *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 3 (250) : 62-65.
10. Kalandarov P.I., Korenkov M.S. (2012) *Matematicheskoe i programmnoe obespechenie sistem v promyshlennoj i social'noj sferah*, 2: 16-23.
11. Karimov A.H., Mirzazhanov K.M., Isaev S.H. (2002) *Vodosberezhenie: tekhnologii i socialno-ekonomicheskie aspekty*. Taraz.
12. Kalandarov P.I., Nazarbekov M.K., Iskandarov B.P. (2011) *Matematicheskoe i programmnoe obespechenie sistem v promyshlennoj i social'noj sferah*, 1-2: 52-60.
13. Ahmezhkhodzhaeva I.A., Ikramov N. (2012) *Povyshenie effektivnosti vodopotrebleniya na urovne AVP i fermerskih hozyajstv*. Tashkent.
14. Dikarevskij V.S., Kapinos O.G. (2005) *Vodosnabzhenie i vodootvedenie*. PGUPS, Sankt-Peterburg.
15. Kalandarov P.I., Dzhujaev R.I. (2010) *Rudnik budushchego*, 2: 78-80.

16. Kotyuk A.F. (2006) *Datchiki v sovremennyh izmereniyah*. Nauka, Moskva.
17. Kalandarov P.I., Logunova, O.S., Andreev, S.M. (2021) *Nauchnye osnovy vlagometrii*. Tashkentskij institut inzhenerov irrigacii i mekhanizacii sel'skogo hozyajstva, Tashkent.
18. Kalandarov P.I., Nazarij A.M. (2021) *Aktualnye problemy sovremennoj nauki, tekhniki i obrazovaniya*. Magnitogorsk. gos. tekhn. u-t im. G.I. Nosova, Magnitogorsk.

### ОБ АВТОРАХ:

**Каландаров Палван Искандарович** – доктор технических наук, профессор. Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, г. Ташкент, Республика Узбекистан. E-mail: eest\_uz@mail.ru.

### ОБРАЗЕЦ ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Каландаров, П.И. Анализ автоматизированной системы управления в водном хозяйстве / П.И. Каландаров // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2021. – Т.9. – № 2. – С. 21-28.  
DOI: 10.18503/2306-2053-2021-9-2-21-28.

Kalandarov P.I. (2021) Analysis of an automated system in the water sector. Software of systems in the industrial and social fields. 9 (2): 21-28. DOI: 10.18503/2306-2053-2021-9-2-21-28

---