

УДК 626.22.002.5:681.5

UDC 626.22.002.5:681.5

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-СОВЕТУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ В АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА ДИСПЕТЧЕРА

SETTING UP OF INFORMATION-HELP SYSTEM IN AUTOMATIZATION OF A WORKING PLACE FOR A DISPATCHER

Кульгавюк Анастасия Владимировна
аспирант
Федеральное государственное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации», (ФГНУ «РосНИИПМ»), г.Новочеркасск, Россия

Kulgavyuk Anastasiya Vladimirovna
postgraduate student
Federal State Research Institute "Russian Research Institute of Land Reclamation Problems", Novocherkassk, Russia

Разработана система поддержки принятия решений мониторинга оросительной системы, исходя из требования универсальности моделирующих и формирующих алгоритмов, блочной архитектуры построения программного обеспечения, надежности и достоверности получаемых результатов. Описаны основные возможности и компоненты разработанного приложения «Мониторинг ОС», алгоритм формирования плана водораспределения, обоснован выбор технических средств для комплексной автоматизации оросительной системы

The decision-making support system of monitoring of irrigation system, proceeding from the requirement of universality of modeling and forming algorithms, block architecture of construction of the software, reliability of received results is developed. The basic possibilities and components of the designed application «OS Monitoring» are described, the algorithm of formation of the water distribution plan is considered, and the choice of means for complex automation of irrigating system is proved

Ключевые слова: СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, МОНИТОРИНГ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР

Key words: DECISION-MAKING SUPPORT SYSTEM, MONITORING OF IRRIGATION SYSTEM, INFORMATION-HELP SYSTEM, TECHNOLOGICAL CONTROLLER

Развитие отечественной системы водопользования переживает сложный период. Требования участников процесса водопользования показывает их противоречивость, преодоление которой возможно только путем использования новой системы водоучета на оросительных системах и новых средств и методов водоучета, которые бы удовлетворяли потребности и потребителей, и обеспечителей.

Анализируя научную литературу последних лет, можно прийти к выводу, что вариативность таких средств велика, тем более при пристальном внимании органов власти, но общее состояние упадка мелиоративных систем и нехватка финансов не дают возможности значительно изменить ситуацию. Управление процессом управления водораспределением на оросительных системах является непростой

задачей. В настоящее время эту задачу решает диспетчер. По оценкам экспертов, подготовка опытных диспетчеров занимает 2-3 поливных сезона. В условиях низкой оплаты труда, возникает текучка работников. В результате, оросительная система работает не в оптимальных режимах, повышаются эксплуатационные расходы, потери воды в каналах, вероятность выхода из строя агрегатов насосных станций. Одним из путей решения создавшейся проблемы является создание системы поддержки принятия решения для управления и водораспределения оросительной системы, которая поможет диспетчеру принимать грамотные решения.

Анализ роли и места мелиорации в комплексе экологических нарушений на оросительных системах показывает, что они затрагивают глубинные гидрогеологические, геохимические, биохимические и другие процессы. Вода, являясь носителем всевозможных растворимых веществ, солей, химических элементов, ядохимикатов и других загрязнителей вод и почв, ускоряет их миграцию, способствуя всевозможным экологическим нарушениям в природной среде: подъему уровней грунтовых вод, нарушениям баланса поверхностных, грунтовых и подземных вод, изменениям их химического состава и т. д. Это, в свою очередь, способствует нарушениям в почвогрунтах: засолению, осолонцеванию, физическому и бактериологическому загрязнению, заболачиванию и подтоплению орошаемых агроландшафтов и смежных с ними территорий.

Очевидно, что качество мелиорации, в первую очередь, зависит от того, насколько грамотно и эффективно организован процесс эксплуатации оросительных систем. Даже единовременное нарушение режимов подачи воды на орошаемый участок может привести не только к снижению эффективности проведения всего комплекса проводимых мелиоративных мероприятий, но и к негативным последствиям. Поэтому принятие решений, связанных с организацией и проведением водопользования на оросительной системе, требует знаний характеристик мелиорируемых

земель, динамики и особенностей их изменения, анализа причин, вызывающих эти изменения и т.п.

В связи с вышеизложенным, можно сделать вывод, что организация мониторинга оросительных систем становится неотъемлемой частью современной практики их эксплуатации. Это означает, что необходима разработка научно-методических и технологических средств, обеспечивающих организацию и проведение мониторинга, включая информационно-технологическую поддержку процесса его организации и проведения.

Следует отметить, что подобные вопросы пытались решить ученые других стран. Так I. H. Pouwels, H. G. Wind, V. J. Witter посвятили ряд своих работ разработке многоцелевого процесса принятия решений при интегрированном управлении водой, а H. Koch и U. Grunewald в 2009 году провели сравнительный анализ некоторых систем моделирования при разработке и пересмотре планов управления водными ресурсами.[4, 5]

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что организация мониторинга оросительных систем становится неотъемлемой частью современной практики их эксплуатации. Это означает, что необходима разработка научно-методических и технологических средств, обеспечивающих организацию и проведение мониторинга, включая информационно-технологическую поддержку процесса его организации и проведения.

Научная новизна нашей разработки заключается в создании математической модели Азовской ОС. На Азовской оросительной системе данные, используемые диспетчером для управления водораспределением, заносятся в большие журналы-книги. Использование таких журналов очень неудобно, так как приходится делать большую работу, чтобы найти необходимую информацию. Гораздо удобнее пользоваться электронной базой данных. Созданная нами база данных – диспетчерский журнал для

Азовской оросительной системы содержит в себе несколько таблиц для каждой насосной станции оросительной системы. В состав базы данных входят таблицы для хранения сведений из заявок и данных, полученных с насосных станций. Структура базы данных позволяет выполнять широкий круг запросов и получать необходимые отчеты.

Практическим результатом работы является СППР для управления водораспределением для диспетчера.

Состав современных эксплуатационных требований к средствам информационно-технологической поддержки мониторинга оросительных систем может быть сформулирован следующим образом [1, 2]:

- обеспечение ввода, накопления и хранения информации о состоянии оросительных систем и прилегающих территорий;
 - информационное и технологическое обслуживание баз данных, содержащих информацию, обеспечение возможности ее оперативной модернизации и реструктуризации;
 - обеспечение выборки и (или) агрегирования информации по запросам пользователей и представление ее в заданных форматах;
 - организация обмена информацией с другими структурами и средствами, работающими в едином информационном пространстве.
- Сформулированные выше требования к средствам информационно-технологической поддержки, наряду с имеющимся опытом создания информационных систем обеспечения мониторинга, легли в основу создания системы поддержки принятия решений мониторинга оросительных систем и прилегающих территорий (СППР МОС), структура которой представлена на рисунке 1.

Процедура ввода данных в структуре функционирования СППР МОС представляет собой достаточно ответственную операцию.



Рисунок 1.
Структура СППР МОС

С одной стороны, от качества введенной в базы данных информации зависит ее дальнейшее использование, с другой — эта операция является одной из самых трудоемких, поскольку, как правило, требует использования ручных операций. Поэтому в функции блока «Ввод данных» входит организация интерфейса «пользователь — СППР» (обеспечивающего удобный и оперативный ввод данных в систему и позволяющего максимально сократить время на процедуру ввода данных) и организация первичного контроля за корректностью вводимых данных (обеспечивающего защиту от случайных ошибок, опечаток, сбоев при вводе данных и т.п.). [3]

Созданная нами база данных – диспетчерский журнал для оросительной системы – содержит несколько таблиц для каждой насосной станции оросительной системы. В состав базы данных входят таблицы для хранения сведений из заявок, данных, полученных с насосных станций. Структура базы данных позволяет выполнять широкий круг запросов и получать необходимые отчеты.

Основу программного обеспечения системы составляет файловая система, состоящая из набора связанных таблиц формата Access, что наиболее удобно для сотрудников управления оросительной системы, так как не требует наличия более мощного и современного компьютерного обеспечения и не требует особых знаний программного обеспечения. Взаимодействие приложения с конкретной системой управления базой данных происходит посредством Borland Database Engine (BDE) – процессора баз данных фирмы Enterprise.

Для организации управления информационными потоками между файлами базы данных системы и обеспечения создания, ведения, обработки и хранения информации, в состав информационного обеспечения входит и программная составляющая. Это не отдельно выделенный программный модуль или блок программ, а набор программных процедур, относящихся к разным подсистемам и решающих задачи информационного взаимодействия между подсистемами СППР.

Файловая составляющая информационного обеспечения СППР представляет собой совокупность достоверных сведений о структуре оросительной сети, составе гидротехнических сооружений системы, пропускной способности гидротехнических сооружений, результатах расчета внутриводопользовательских и системного планов водопользования, фактических данных о ходе проведения поливов и использовании оросительной воды в хозяйствах.

Все файлы, содержащие показатели водораспределения, генерируются и заполняются по запросу пользователя. Программный интерфейс СППР предусматривает возможность ручного ввода и корректировки значений этих показателей.

Базу данных СППР, точнее рабочее пространство базы данных составляют таблицы типа mdb. Кроме рабочих таблиц, в системе предусмотрено ведение архива. Физически архивный вариант

представляет собой отдельный каталог на жестком диске компьютера, где хранится полный набор рабочих таблиц.

При разработке информационного обеспечения систематизированы информационные потоки. Это, в свою очередь, создает предпосылки для построения информационно-справочной системы водопользования региональных Департаментов Мелиоводхозов, а в перспективе и общегосударственной информационной системы водопользования, которая, наряду с другими видами информации, могла бы содержать ретроспективные данные о плановых и фактических показателях эксплуатации оросительных систем.

Программное обеспечение строится на базе имеющихся на рынке программного обеспечения операционных систем и программных средств, обеспечивающих взаимодействие приложения с базой данных. Инструментальное программное обеспечение должно включать средства, обеспечивающие возможность разработки и развития прикладного программного обеспечения. Прикладное программное обеспечение служит для решения конкретных задач, возникающих при планировании водораспределения в управлении оросительными системами.

При разработке программного обеспечения проанализирован состав решаемых задач, разработаны и исследованы различные варианты их решения. Определяющее требование – устойчивая работа программного обеспечения, достоверность получаемых результатов, очевидность и простота пользовательского интерфейса программы.

В соответствии с общей постановкой задачи прикладное программное обеспечение СППР реализует возможность гибкой настройки средств СППР и предусматривает возможность их использования при составлении планов на произвольной оросительной системе.

Универсальность СППР достигается двумя факторами: структурой построения информационного обеспечения и универсальностью

алгоритмов. Работа в СППР начинается с запуска специального приложения, называемого «Мониторинг ОС». После запуска приложения открывается окно рабочей области, где диспетчер видит данные, заносимые в диспетчерский журнал.

Настройка средств СППР на оросительную систему осуществляется в процессе заполнения базы данных системы конкретной информацией, которая характеризует административную принадлежность орошаемых земель, структуру оросительной сети, состав гидротехнических сооружений, их технические характеристики и т.д.

Такая база данных позволяет: - автоматизировать документооборот всей оросительной системы; - рассчитывать параметры, оценивающие эффективность работы оросительных систем, и проводить детальный анализ недостатков работы оросительной системы; - заложить информационную основу к автоматизированным экспертным системам, которые на основе математического моделирования будут давать оценку тем или иным управленческим решениям, а также таким системам, как СППР.

Помимо ведения диспетчерского журнала, информационное приложение «Мониторинг ОС» позволяет формировать план водораспределения на оросительной системе на необходимый период. Алгоритм формирования плана водораспределения призван обеспечить предварительную подготовку системы к управлению. Это означает, что службы системы, обеспечивающие центральное управление процессом, должны знать графики подачи воды по каждому из них, а в случае выполнения управляющих функций ЭВМ, эта информация должна быть заблаговременно внесена в память управляющей ЭВМ и являться исходным базисом для всего процесса управления [3].

При входе в режим формирования плана водораспределения создаются файлы, в которых будут храниться данные о заявленных

расходах на водоподачу; после чего указывается дата, на которую будет формироваться план водораспределения. Ввод заявок может осуществляться за несколько суток до дня управления, позволяя диспетчеру выполнять эту операцию в удобное для него время и не отрываться от процесса управления в технологически сложные моменты времени. Предусматривается также возможность корректировки плана, если у водопользователей будут для этого объективные обстоятельства. Идентификация субъектов системы управления производится по закрепленным за ними номерам в системе (присвоение таких номеров производится в окне настроек главной формы приложения). Основная задача расчета плана водораспределения – определить режимы работы головной насосной станции, подающей воду в систему, и перегораживающих сооружений, обеспечивающих управление каналами ОС с учетом времен добегания расходов до каждого водовыдела, а также обеспечения командных уровней в бьефах каналов.

Расчет плана водораспределения строится на основе введенных заявок на водоподачу по каждому водопотребителю и имеющихся в информационно-справочной системе пакета данных о ее конфигурации, работоспособности на данный момент времени, времени добегания и т.п.

Расход на i -ом перегораживающем сооружении определяется по формуле:

$$Q_i(t) = \sum_{k=1}^l Q_k(t - t_{\text{доб.}k}) + Q_l(t - t_{\text{доб.}l}), \quad (1)$$

где

t – время, на которое производится расчет;

i – номер перегораживающего сооружения в системе;

l – номер нижележащего перегораживающего сооружения;

k – номер водовыдела, лежащего между расчетным и нижележащим сооружениями;

$t_{доб.k}$ – время добегаания от k –водовыдела до i –го сооружения;

$t_{доб.l}$ – время добегаания от l –нижележащего перегораживающего сооружения до i –го сооружения.

При этом для каждого текущего момента времени должно выполняться условие, что $Q_i(t) \leq Q_{max.i}$

где

$Q_{max.i}$ – максимальная пропускная способность i -го перегораживающего сооружения.

Расчет проводится на сутки в почасовом режиме, начиная с 0 часов. При этом рассматриваются все сооружения, начиная с последнего, но делается анализ – водовыдел это или перегораживающее сооружение. Если это перегораживающее сооружение, то на нем определяется суммарный расход всех его нижележащих потребителей, в противном случае суммирование не происходит. Расчет для данного часа заканчивается в том случае, когда приведен расчет для всех сооружений.

Одновременно с этим делается расчет объемов воды, планируемых к забору системы каждым i -ым водопотребителем:

$$V_i = \sum_{t=0}^{24} Q_i(t) \cdot 3600, \quad (2)$$

Проектируемая система управления водораспределением должна быть интегрированной с возможностью подключения в ее состав специализированных функциональных подсистем, поставляемых в комплекте с технологическим оборудованием или разрабатываемых на последующих этапах строительства.

В системе управления необходимо предусмотреть защиту от ошибочных действий персонала по управлению оборудованием и несанкционированного изменения программного и алгоритмического обеспечения системы. Должна быть предусмотрена автоматическая

регистрация событий, аварийных ситуаций смены состояний и действий персонала. Система должна создаваться в виде открытой системы, с высокой степенью унификации проектных решений, предусматривающих возможность наращивания функциональных возможностей. Система управления водораспределением должна строиться как трехуровневая, распределенная система в соответствии с технологической структурой объекта:

- нулевой уровень (уровень распределенного ввода-вывода),
- нижний уровень (уровень технологических контроллеров),
- верхний уровень (основной и дублирующий АРМ оператора, АРМ начальника, АРМ диспетчера).

Нулевой уровень системы – распределенные устройства сопряжения промышленного контроллера с объектами (приборы сигнализации, измерения, электрифицированные исполнительные механизмы), должен включать в себя технические и программные средства, осуществляющие:

- сбор сигналов аварийной сигнализации;
- сбор сигналов состояния и положения запорной арматуры, насосных агрегатов;
- измерения уровней в технологических емкостях и резервуарах;
- выдачи команд управления электрифицированными задвижками и регулирующими клапанами.

Первый уровень автоматизированной системы управления – уровень технологических контроллеров. Для обеспечения высокой надежности системы управления необходимо обеспечить резервирование технологических контроллеров. Один из контроллеров должен быть основным, другой – находиться в дежурном режиме и быть готовым принять управление каналом удаленного ввода-вывода сигналов от технических средств нижнего уровня.

Второй (верхний) уровень системы должен быть реализован на *IBM PC* совместимых компьютерах автоматизированного рабочего места оператора, диспетчера и специалистов.

С целью обеспечения повышенной надежности системы сбора данных и оперативного диспетчерского управления, автоматизированное рабочее место оператора должен состоять из двух *IBM PC* совместимых компьютеров: основного и дежурного.

При сбое в работе основного компьютера оператор должен иметь возможность немедленно переключиться на управление технологическими объектами с дежурного компьютера без потери текущей технологической информации.

Технические и программные средства верхнего уровня автоматизированной системы управления должны обеспечить:

- прием информации о контролируемых технологических параметрах от контроллеров первого уровня системы управления;
- сохранение принятой информации в архивах;
- представление хода технологических процессов в виде мнемосхем на экранах автоматизированных рабочих мест автоматизированной системы управления с указанием текущих значений технологических параметров;
- прием команд оператора и передача их в адрес технологических контроллеров первого (нижнего) уровня;
- регистрацию событий, связанных с контролируемым технологическим процессом и действиями оператора;
- оповещение оператора станции об обнаруженных аварийных событиях с регистрацией событий и действий оператора в журнале аварий;
- формирование отчетных документов на основе архивной информации.

Функциональная структура должна представлять собой ряд взаимосвязанных подсистем, классифицируемых по исполняемым функциям:

- контроля состояния и положения задвижек с электроприводом;
- контроля состояния и положения регулирующих клапанов;
- контроля аварийных уровней жидкости в технологических емкостях;
- управления электрифицированными задвижками;
- управления регулируемыми клапанами;
- измерения уровней в технологических емкостях;
- измерения расходов жидкости.

На каждой водопроводной станции регистрируются несколько параметров: расход, давление (для каждого направления) и уровень воды в резервуарах. Первичные преобразователи (датчики давления, уровня, расходомеры) преобразуют реальные физические величины в унифицированные сигналы: 0...5 мА для расхода воды, давление и уровень в сигнал 4...20 мА. Затем унифицированные сигналы поступают на входы регулятора *ТРМ138*. Наличие у прибора универсальных аналоговых входов позволяет подключать к нему датчики различного типа в произвольной последовательности.

При помощи встроенного интерфейса *RS-485* регулятор *ТРМ138* передаёт данных на радиомодем НЕВОД-5, который, в свою очередь, отправляет эту информацию на модем-приёмник, установленный в диспетчерском пункте. Приём информации происходит одновременно от трёх радиомодемов, а передача полученных данных осуществляется посредством интерфейса *RS-232* на персональный компьютер с установленной системой *Master SCADA*, которая обеспечивает мониторинг и регистрацию 22 параметров от 3 водопроводных станций. Схема системы мониторинга приведена на рисунке 2.

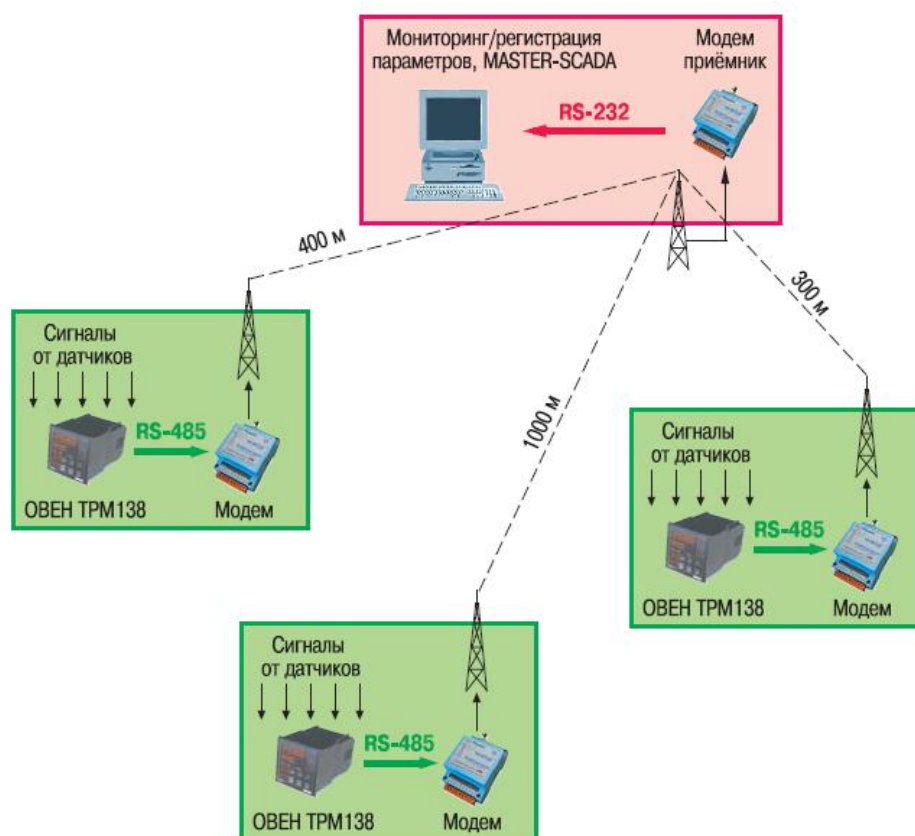


Рисунок 2.
 Схема системы мониторинга

Радиомодем НЕВОД предназначен для передачи и приёма цифровой информации при работе в составе распределенных сетей телеметрии, управления и автоматизации технологических процессов. Радиомодем представляет собой программно-управляемое приемно-передающее устройство, преобразующее сигналы стандартных последовательных интерфейсов *RS-232* или *RS-485* в радиочастотные посылки. Гибкая система настройки радиомодемов позволяет программировать их для работы в составе радиосетей самых разнообразных конфигураций.

Максимальное расстояние между двумя радиомодемами составляет около 10 км для открытой местности и до 7 км для городской или горной местностей. При определении расстояния между модемами рекомендуется проводить радиоразведку местности.

Благодаря наличию восьми универсальных независимых аналоговых входов и поддержке интерфейса *RS-485*, регулятор *TPM138* идеально подходит для решения описываемой задачи. Прибор осуществляет также местную индикацию регистрируемых параметров, что обеспечивает дополнительные удобства для обслуживающего персонала станций.

Универсальные входы прибора поддерживают следующие типы датчиков:

- термопары типа *ТХК (L)*, *ТХА (K)*, *ТЖК (J)*, *ТНН (N)*, *ТПП ®*, *ТВР (А I)*.

В заключении можно сказать, что оптимизация систем управления водораспределением связана с автоматизацией всего комплекса технологических операций, обеспечивающих управление водораспределением, особенно в период повсеместного использования микропроцессоров. Для решения мелиоративных задач целесообразно использовать специальные программы в виде компьютерной СППР для Управления оросительной системой.

Структура СППР управления водораспределением включает в себя ряд функциональных блоков, которые обеспечивают выполнение жизненно важных функций, включая формирование плана водораспределения и оперативного управления подведение итогов, обеспечивая формирование итогового диспетчерского журнала за прошедшие сутки. СППР МОС разработана, исходя из требования универсальности моделирующих и формирующих алгоритмов, блочной архитектуры построения программного обеспечения, надежности и достоверности получаемых результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водная стратегия агропромышленного комплекса России на период до 2020 года. М.: Изд. ВНИИА, 2009. 72с.
2. Голованов А.И., Шабанов В.В. Система математических моделей расчетного мониторинга мелиорируемых земель. // Производство продовольствия и вода: социально-экономические проблемы ирригации и дренажа: докл на конф. МКИД, Москва, Россия, 8-10 сент. 2004. М., 2004.
3. Коржов В.И. Опыт разработки автоматизированного рабочего места диспетчера оросительной системы // Современные проблемы планирования и управления водохозяйственными системами (тезисы конференции) 8-12.10.90 г. – Новочеркасск: Изд-во НПО «Югмелиорация». 1990. 85с.
4. Koch H., Grunewald U.A. Comparison of Modeling Systems for the Development and Revision of Water Resources Management Plans // Water Res/Management (2009) 23:1403-1422.
5. Pouwels H.M., Wind H.G. and Witter V.J. Multiobjective Decision-Making in Integrated Water Management / Phys. Chem. Earth, vol.20. - # 3-4, 1995, pp. 221-227.