

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

УДК 626.824.002.5

А. А. Чураев, В. М. Школьная

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

В статье авторами рассмотрены проблема внедрения автоматического управления системой водораспределения на оросительных каналах; задачи, необходимые для решения данной проблемы; основные виды системы водораспределения. Предложено решение поставленной проблемы, состоящее в разработке алгоритма построения имитационной модели управления процессами водораспределения на оросительных системах.

Ключевые слова: водораспределение, оросительная сеть, автоматизация, имитационная модель, водоподача, расход воды.

Повышение эффективности управления водораспределением на оросительной системе является одним из основных вопросов орошаемого земледелия. К основным функциям оросительной системы относят забор воды из источника орошения, ее транспортирование и распределение между потребителями в соответствии с планами полива и поливными нормами.

Для выполнения функций транспортирования воды и ее распределения между потребителями должна существовать четкая организация водораспределения на оросительной системе, включающая согласованную работу всех гидротехнических сооружений системы при наличии большого количества технологических, ресурсных и прочих ограничений. Оптимальным решением данной задачи является автоматизация процесса управления водораспределением на оросительных системах на основе разработки и внедрения средств управления и программного обеспечения.

В ФГБНУ «РосНИИПМ» в 1980-х гг. была создана и успешно внедрена автоматизированная система управления Лево-Егорлыкской оросительной системой, основанная на использовании средств телемеханического управления отечественного производства. Также в 1990-х гг. создана и внедрена на Миусской оросительной системе АСУ ТП, которая работает на основе алгоритмов управления, разработанных ФГБНУ «РосНИИПМ» с использованием модернизированной элементной базы.

Целью исследования являлось совершенствование элементов системы водораспределения на оросительной сети на основе разработки имитационных моделей.

Оптимальным решением данной задачи будет являться оптимизация процесса управления водораспределением на оросительной сети, которая в свою очередь не представляется без современных приборов, оборудования и средств вычислительной техники.

Оптимизация системы водораспределения помогает решить следующие вопросы:

- своевременное обеспечение сельскохозяйственных культур поливной водой в соответствии с их потребностью;
- экономия воды и возможность орошения дополнительных площадей, что особенно актуально при ограниченных водных ресурсах в засушливых районах;
- повышение оперативности работы диспетчера по управлению процессами водораспределения.

К особенностям оросительных систем как объектов автоматизации технологических процессов, независимо от конструктивного исполнения и размеров (площади), можно отнести ряд общих черт [1]:

- единство функционирования всех звеньев оросительной системы, составляющих целостный технологический цикл;
- однотипность транспортирующих водоводов (каналов, трубопроводов) большой протяженности и различной конфигурации;
- наличие прямой (при некоторых условиях и обратной) гидравлической связи между управляемыми объектами, что делает их взаимозависимыми через водную среду;
- расположенность объектов автоматизации на открытом воздухе и подверженность их непосредственному воздействию окружающей среды;
- незначительное изменение режима работы управляемых сооружений (может оставаться постоянным в течение нескольких суток согласно плану водопользования);
- необходимость непрерывного обмена информацией между объектом управления (водозаборным узлом, распределительным сооружением и т. п.) и диспетчерским пунктом (системой управления);
- отсутствие источников электроснабжения поблизости от объектов автоматизации (вдоль водоводов).

На существующих оросительных системах еще недостаточно внедрено автоматическое управление водораспределением. Это объясняется тем, что многие вопросы, связанные с внедрением автоматизации водораспределения, решены частично. Построенные в 60–70 гг. прошлого столетия оросительные системы рассчитывались на ручное управление объектами. Процесс водораспределения управлялся централизованно с диспетчерского пункта при помощи телефонной связи. Перевод таких систем на автоматическое управление сопряжен с определенными трудностями, которые связаны с большой разветвленностью объектов управления; инерционностью переходных процессов, действия большого количества случайных факторов, влияющих на формирование урожая; недостаточностью научно-исследовательской и нормативно-методической информации. В настоящее время технический уровень автоматизации оросительных систем значительно отстает от современных требований и возможностей.

На современном этапе отделом эксплуатации мелиоративных систем и водоучета ФГБНУ «РосНИИПМ» ведутся работы в области автоматизации вновь создаваемых (проектируемых) и существующих (подлежащих реконструкции) оросительных систем. К главным задачам автоматизации мелиоративных систем относится автоматизация водозабора, водораспределения, учета воды. Исходя из того, что технологический процесс на оросительной системе рассматривается как единое целое, предусматривается автоматизация всех составных частей системы с постепенным выводом их к одному уровню.

Объем автоматизации зависит от типа системы, особенностей ее конструкций и технологии работы и состоит из автоматизации учета и контроля протекания технологического процесса, состояния оборудования; автоматизации защиты от возможных аварий и повреждений; автоматизации работы объекта в целом, т. е. автоматизации совокупности различных операций, определяющих технологию работы объекта; комплексной автоматизации объектов и систем, которая включает сочетание мероприятий, необходимых для осуществления всех технологических операций на системе [2].

Степень автоматизации зависит от степени развития производственных процессов и конструктивного исполнения мелиоративной системы в целом.

Для осуществления полной автоматизации необходимы наличие разработанного и проверенного в производственных условиях алгоритма управления; создание необходимых средств автоматизации; применение компьютерных программ управления; накопление опыта эксплуатации средств автоматизации; наличие квалифицированного персонала по обслуживанию, профилактике и ремонту всех средств автоматики.

Наряду с осуществлением автоматизации технологических процессов на современных крупных оросительных системах внедряется телемеханизация, что позволяет связать в единое целое отдельные части автоматизированной системы и тем самым создает возможность не только управлять ими, но и контролировать их работу.

В мелиоративной практике сложились два различных подхода к осуществлению автоматизированного управления технологическими процессами на системах:

- централизованное управление всеми объектами на системе (гидротехническими водовыпускными и регулируемыми сооружениями, насосными станциями перекачки и подкачки, работающими на закрытую сеть) с центрального диспетчерского пункта по схеме «сверху вниз»;

- децентрализованное управление по схеме «снизу вверх» с помощью устройств местной автоматизации в сочетании с обратной гидравлической и электрической связью в сети каналов и трубопроводов и проведением централизованного контроля.

В некоторых случаях возникает необходимость создания на системе отдельных регулирующих емкостей, чтобы обеспечить оперативную и бесперебойную работу системы при непрерывной водоподаче и прерывистом водозаборе, исключая технологические сбросы.

Особенности оросительных систем как объектов автоматизации и режимов их работы определили следующие основные виды водораспределения [1]:

- пропорциональное водораспределение всего стока (расхода) воды, поступающего в канал, между водопотребителями в заданном соотношении;

- нормированное водораспределение по плану водопользования;

- водораспределение по требованию или ненормированное.

В системах пропорционального водораспределения управляющие воздействия обеспечивают распределение между потребителями возмущений водоподачи, стохастически поступающих с вышерасположенных объектов. Такое водораспределение применяют преимущественно как межсистемное, но нередко применяют в целом на оросительных системах или ее звеньях как межхозяйственное.

Нормированное водораспределение применяется при остром дефиците водных ресурсов. Управляющие воздействия в системах нормированного водораспределения компенсируют и локализуют возмущения водоподачи, поступающие стохастически от источника орошения и вышерасположенных объектов и детерминированно от потребителей.

Водораспределение по требованию применяют на оросительных системах при программном орошении. Управляющие воздействия в системах водораспределения по требованию компенсируют и локализуют возмущения водоподачи, поступающие стохастически как сверху (со стороны источника орошения и вышерасположенных объектов), так и снизу (со стороны потребителей).

На оросительной системе могут одновременно использоваться различные виды водораспределения даже в пределах одного канала [1].

Для оптимизации системы управления водораспределением предлагается разработка алгоритма построения имитационной модели управления процессами водораспределения на оросительных системах.

Использование алгоритма построения модели управления процессами водораспределения при разработке специализированного программного обеспечения позволит улучшить систему управления процессом доставки оросительной воды на основе прогнозирования значений контролируемых параметров водораспределения.

Технически сможет применяться на оросительных системах для повышения оперативности работы диспетчера по управлению процессами водораспределения.

Алгоритм программы реализации модели управления процессами водораспределения на канале открытой оросительной сети с помощью ЭВМ приведен на рисунке 1.

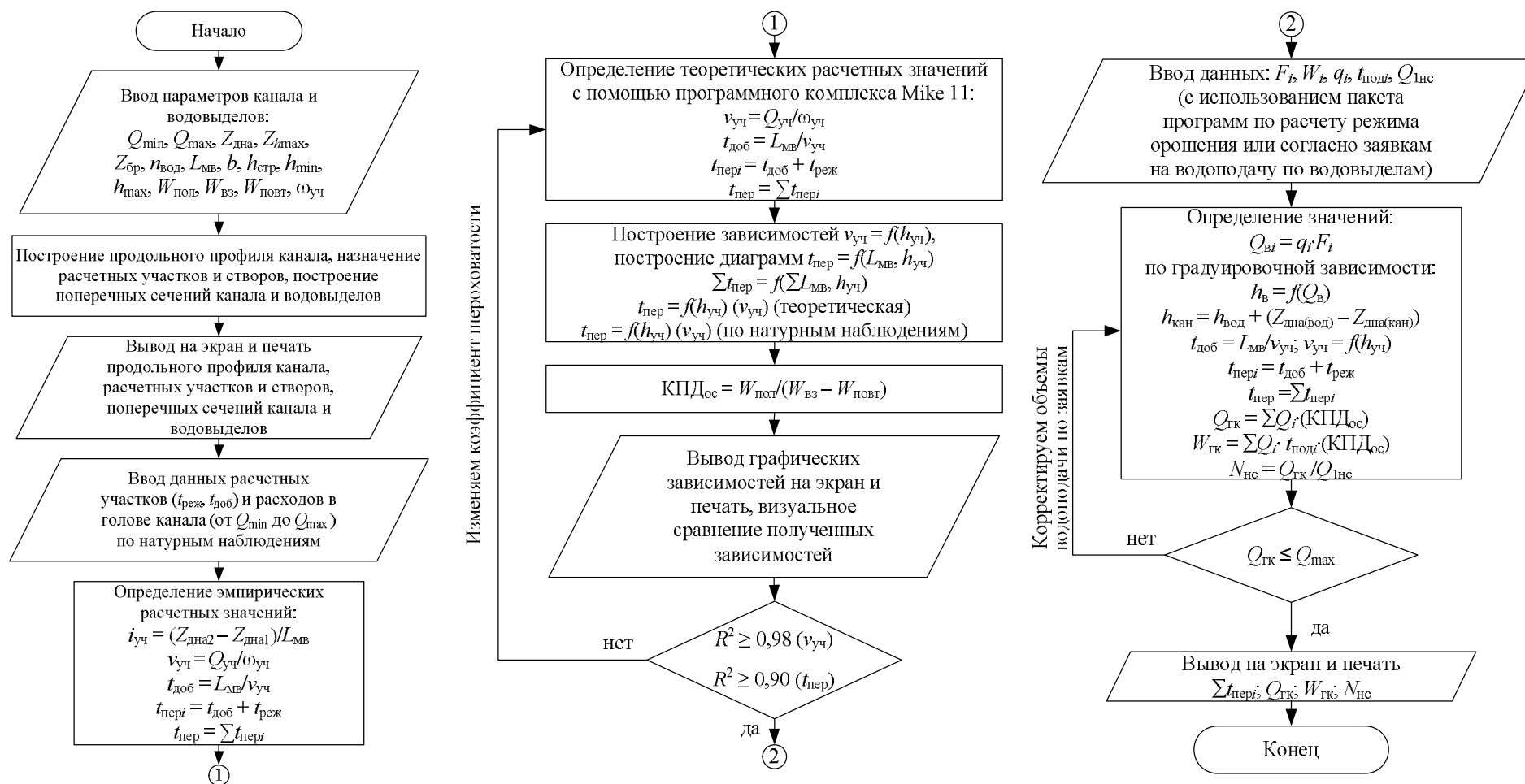


Рисунок 1 – Алгоритм программы реализации модели динамического управления процессами водораспределения на канале открытой оросительной сети

В алгоритме на рисунке 1 использовалось следующее обозначение расчетных параметров:

$Q_{\min}$ – минимальный расход воды в канале, м³/с;

$Q_{\max}$ – максимальный расход воды в канале, м³/с;

$Q_{\text{уч}}$ – расход воды на участке, м³/с;

$Z_{\text{дна}}$ – отметка дна, м;

$Z_{h\max}$ – отметка максимального уровня воды в канале, м;

$Z_{\text{бр}}$ – отметка бровки канала, м;

$n_{\text{вод}}$ – количество водовыделов;

$L_{\text{мв}}$ – расстояние между водовыделами, м;

b – ширина канала по дну, м;

$h_{\text{стр}}$ – строительная высота канала, м;

$h_{\min}$ – минимальная глубина воды в канале, м;

$h_{\max}$ – максимальная глубина воды в канале, м;

$h_{\text{уч}}$ – глубина воды на участке, м;

$W_{\text{пол}}$ – полезно используемый объем воды, м³;

$W_{\text{вз}}$ – объем воды, забираемый в голове системы, м³;

$W_{\text{повт}}$ – объем воды, используемый на системе повторно, м³;

$\omega_{\text{уч}}$ – площадь живого сечения участка, м²;

$t_{\text{реж}}$ – время перехода неустановившегося режима движения воды между створами в установившийся режим движения, с;

$t_{\text{пер}}$ – продолжительность перерегулировки глубин между створами, с;

$t_{\text{пер}i}$ – продолжительность перерегулировки глубин на участке, с;

$t_{\text{доб}}$ – время добегания фронта волны начального возмущения между створами, с;

$i_{\text{уч}}$ – уклон участка;

$Z_{\text{дна}2}$ – отметка дна канала в створе 2, м;

$Z_{\text{дна}1}$ – отметка дна канала в створе 1, м;

$v_{\text{уч}}$ – скорость потока воды на участке, м/с;

$KПД_{\text{ос}}$ – коэффициент полезного действия оросительной сети;

R – величина достоверности аппроксимации;

F_i – площадь, обслуживаемая водовыделом, га;

W_i – объем воды на водовыделе, м³;

q_i – значение гидромодуля на водовыделе, л/(с·га);

$t_{\text{под}i}$ – продолжительность подачи расхода на водовыделе, с;

$Q_{\text{1НС}}$ – производительность (расход воды) одного насосного агрегата, м³/с;

Q_i – суммарный расход воды водовыделов, м³/с;

$Q_{\text{в}i}$ – расход воды на водовыделе, м³/с;

$h_{\text{вод}}$ – глубина воды в водовыделе, м;

$h_{\text{кан}}$ – глубина воды в канале перед водовыделом, м;

$Z_{\text{дна(вод)}}$ – отметка дна водовыдела, м;

$Z_{\text{дна(кан)}}$ – отметка дна канала, м;

$Q_{\text{ГК}}$ – расход воды в голове канала, м³/с;

$W_{\text{ГК}}$ – объем воды в голове канала, м³;

$N_{\text{нс}}$ – количество насосных агрегатов, ед.

Список использованных источников

1 Бочкарев, Я. В. Эксплуатационная гидрометрия и автоматизация оросительных систем / Я. В. Бочкарев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 175 с.

2 Бочкарев, Я. В. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов в гидромелиорации: учеб. для вузов / Я. В. Бочкарев, Е. Е. Овчаров. – М.: Колос, 1981. – 335 с.

УДК 631.347.3

А. Е. Шепелев, В. Э. Завалюев

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

ДОЖДЕОБРАЗУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ЗАРУБЕЖНОЙ ШИРОКОЗАХВАТНОЙ МНОГООПОРНОЙ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Рабочими органами зарубежной широкозахватной многоопорной дождевальной техники, непосредственно образующими искусственный дождь, являются дождевальные аппараты и насадки. В статье раскрыт вопрос оборудования зарубежных систем орошения и техники полива дождеобразующими устройствами.

Ключевые слова: дождевальная техника, насадка, аппарат, разбрызгиватель, спринклер.

В настоящее время широко применяется зарубежная техника полива кругового и фронтального действия (пивоты) таких производителей, как австрийская компания Bauer, американские компании Reinke, Valley, Wade Rain, Zimmatic, канадская фирма T-L, испанские RKD и «Чамса».

Рабочими органами зарубежной широкозахватной многоопорной дождевальной техники, непосредственно образующими дождь, являются дождевальные аппараты и насадки (форсунки, разбрызгиватели). По характеру процесса образования дождя дождеобразующие устройства зарубежной многоопорной дождевальной техники полива разделяют на две группы: веерные и струйные. Первые создают широкий веерообразный поток воды в виде тонкой пленки, которая, встречая сопротивление воздуха, распадается на отдельные капли. Веерные устройства неподвижны относительно дождевальной машины и одновременно орошают всю прилегающую к позиции площадь в пределах дальности полета капель, отличаются простотой конструкции и получили наименование дождевальных насадок. Вторые создают поток воды в виде осесимметричных струй, которые в процессе движения под действием сопротивления воздуха распадают на отдельные капли. Для орошения площади круга им сообщают вращательное (угловое) движение относительно поливной техники. Струйные рабочие органы с поворотными устройствами сложнее веерных, их называют дождевальными аппаратами. Все дождеобразующие устройства, т. е. дождеватели, форсунки, разбрызгиватели, аппараты, водометы и спринклеры, подразделяют главным образом по дальности разбрызгивания и размеру капель искусственного дождя.