

Таблица 1 - Значения скоростей влагообмена почвы с грунтовыми водами в межполивной период, мм/сут

t, сут	0	2	3	4	6	8	10	12	14
H _{к.п.} , см	30	35	40	45	60	70	80	85	90
I _p	-5	-2,5	0	2,5	10	15	20	22,5	25
V _{гр} (V _{от})	(2,8)	(1,4)	0	1,4	5,5	8,2	11,0	12,4	13,7

Таблица 2 - Значения коэффициента влагопроводности породы

H, м	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5
K, мм/сут	1,31	0,80	0,55	0,34	0,24	0,19	0,15	0

Таким образом, для расчета влагообмена почвы с грунтовыми водами необходимо экспериментально устанавливать динамику влажности на подошве расчетного слоя почвы и зависимости коэффициента влагопроводности от капиллярного потенциала для почвы и породы зоны аэрации

Литература

1. Шаповалова О.В. Капиллярное испарение почвенной влаги и его роль в водном режиме почвы. // Сб. «Биологические основы орошаемого земледелия», М.: Изд. АН СССР, 1957, с. 680-692.
2. Шаповалова О.В. Роль фазовых переходов при передвижении воды в системе почва – растение - атмосфера. // Сб. «Обоснование допустимых глубин грунтовых вод орошаемых земель». М.: ВНИИГиМ, 1987, с. 230 – 252.
3. Макарычева Е.А. Определение характеристик водоподъемной способности почвогрунтов. // Мелиорация и водное хозяйство, №5, 1998, с. 11 – 13.
4. Качинский Н.А. Физика почвы. // М., Высшая школа, 1970.
5. Макарычева Е.А. Способы определения основных водно-физических характеристик почв и грунтов зоны аэрации. // Методика комплексных исследований на орошаемых опытных участках для определения водно-физических и гидрохимических характеристик почв и грунтов. М.: ВНИИГиМ, 1987, с. 56 – 65.
6. Макарычева Е.А. Закономерности и характеристики капиллярного движения воды. // Вопросы мелиорации, № 1 –2, 2006, с. 65 – 68.
7. Макарычева Е.А. Экспериментальное обеспечение моделей капиллярного движения воды в почве. // Тр. Всеросс. конфер. «Экспериментальная информация в почвоведении: теория и пути стандартизации». М., МГУ, 2005, с. 126 – 127.
8. Макарычева Е.А. Вопросы влагообмена почвы с грунтовыми водами. // Международная научная конференция «Наукоемкие технологии в мелиорации», М., ВНИИГиМ, 2005, с.134 – 137.

ВОДНО - ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАЦИЙ

УДК 631.117

ВОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАЦИИ

С.Я. Безднина

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Развитие мелиорации обусловлено необходимостью обеспечения устойчивости сельскохозяйственного производства в сложных природно-климатических условиях. Основные земледельческие регионы России находятся в зоне рискованного земледелия и для обеспечения продовольственной безопасности страны необходимо совершенствование научно-обоснованной стратегии устойчивого развития сельскохозяйственной мелиорации применительно к конкретным природно-климатическим условиям.

Особенность сельского хозяйства заключается в том, что оно основано на природопользовании, включает в производственный процесс такие важнейшие компоненты биосферы, как почвы, воды, растения и приземный слой атмосферы, тесно связанные потоками воды, энергии, веществ и информации. В связи с этим, в основу стратегии устойчивого развития сельскохозяйственной мелиорации должен быть положен адаптивно-ландшафтный подход, так как именно ландшафт представляет природный комплекс, однородный по происхождению и истории развития, обладающий единым геологическим фундаментом, и в котором все основные компоненты: рельеф, климат, воды, почвы, растительный и животный мир находятся в сложном взаимодействии и взаимообусловленности, образуя единую неразрывную систему. В соответствии с адаптивно-ландшафтным подходом стратегия устойчивого развития сельскохозяйственной мелиорации должна быть ориентирована на формирование высокопродуктивного и экологически безопасного мелиорируемого агроландшафта, оптимальное, неистощительное использование земельных, водных, биологических ресурсов, создание социоприродной системы, способной разрешить противоречия между обществом и природой, экономикой и защитой окружающей среды от загрязнения и деградации.

Под влиянием антропогенных воздействий природные экологические системы с внутренним равновесием и саморегуляцией постепенно трансформируются в техно-природные системы с внешней регуляцией и управлением потоками воды, энергии, веществ и информации. Трансформация системы «ландшафт - агроландшафт - мелиорируемый агроландшафт» постепенно изменяет структурные (почва, вода, атмосфера, растительный и животный мир) и функциональные компоненты (влаго-, массо-, теплоперенос). Управление сельскохозяйственным производством на мелиорируемых землях по существу является

управлением функционированием структурных и функциональных компонент мелиорируемого агроландшафта.

Создание высокопродуктивных и экологически безопасных мелиорируемых агроландшафтов с режимом устойчивого развития возможно на основе экологически сбалансированных соотношений: «воздействие - реакция», «доза-эффект». В начальный период освоения мелиорируемых земель структурные элементы агроландшафта обладают определенным уровнем экологической устойчивости. По мере возрастания антропогенной нагрузки, интенсификации процессов влаго-, массо-, теплопереноса нарушается структурная и функциональная целостность агроландшафта, снижается биопродуктивность. Регламентирование антропогенных воздействий, ранняя диагностика, локализация и реставрация поврежденных компонентов способствуют усилению внутренней регуляции системы и восстанавливают потенциал устойчивого развития мелиорируемого агроландшафта. С этих позиций введение многоукладности в сельском хозяйстве, развитие фермерства способствует усилению внутренней регуляции, поскольку фермер действует внутри системы и гибко реагирует на негативные изменения окружающей среды.

Таким образом, под влиянием комплекса агротехнических, мелиоративных и водохозяйственных воздействий экосистема ландшафта переходит из одной инварианты в другую, приобретает новую структуру и функциональность, определенный уровень хозяйственного потенциала.

Мелиорируемый агроландшафт находится под влиянием природных и антропогенных воздействий. К природным воздействиям относятся эволюционные процессы большого геологического круговорота, определяющие функциональные биогеоритмы мелиорируемого агроландшафта. Экстремальные природные явления в виде засух, заморозков, ливней, бурь и других явлений, оказывают кратковременное интенсивное воздействие, способное вызвать структурные и функциональные нарушения мелиорируемого агроландшафта. Антропогенные воздействия (агротехнические, мелиоративные, водохозяйственные) предназначены для смягчения неблагоприятных природных воздействий, формирования оптимальной структуры и функциональных свойств мелиорируемого агроландшафта с целью повышения продуктивности и устойчивости земледелия, обеспечения оптимального производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции. Сельскохозяйственная, в том числе мелиоративная и водохозяйственная деятельность, представляет процесс прямого природопользования, поэтому, оказывая влияние на природную среду, мелиорируемый агроландшафт и эффективность его функционирования зависят от состояния окружающей среды, гармонизации и согласования потребностей экономики с возможностями природных экологических систем.

Водные мелиорации являются одним из крупнейших потребителей воды, оказывают воздействие на природные процессы и формирование потоков воды, химических элементов и соединений. Формирование структурной и функциональной целостности, экологической безопасности мелиорируемого агроландшафта и связанной с ним водной экосистемы в значительной мере зависит от концепции водопользования и механизмов ее реализации. Анализ особенностей

территориального распределения водных ресурсов, водообеспеченности территорий и населения различных экономических районов, структуры водопотребления и безвозвратных потерь воды свидетельствует о том, что одной из главных причин истощения водных ресурсов в ряде экономических районов России является водозатратная, экстенсивная технология использования воды и, соответственно, значительные объемы безвозвратного водопотребления. Объем безвозвратного водопотребления в орошаемом земледелии достигает 60 %.

Принятая в шестидесятые годы программа развития мелиорации с целью интенсификации сельскохозяйственного производства и создания регионов гарантированного производства сельскохозяйственной продукции позволила на определенном этапе решить ряд задач продовольственного обеспечения страны. Однако в процессе экстенсивного развития орошения практически не учитывались экологические и технологические ограничения в системах «вода - почва», «вода - растения», «вода - почва - подземная вода», экологические требования к орошению почв, качеству оросительной воды. Использование для орошения вод повышенной минерализации и загрязненности способствовало развитию засоления, осолонцевания и загрязнения почв, увеличению водопотребления, снижению урожайности и качества сельскохозяйственной продукции. К почве сложилось отношение как к объекту сельскохозяйственного использования без учета значимости почвенного покрова как важнейшего компонента биосферы.

Почва представляет собой сложную биокосную систему, структурная и функциональная целостность которой обеспечивается постоянным обменом энергией и веществом с атмосферой, гидросферой и литосферой. Недооценка значимости почвы как важнейшего компонента биосферы, сложность и недостаточная изученность процессов массопереноса, возрастание антропогенных нагрузок без учета экологических требований и ограничений предопределили развитие процессов деградации почв: потери гумуса и снижение плодородия, ухудшение агрофизических, физико-химических и биохимических свойств, минералогического состава, увеличение засоления, осолонцевания и загрязнения, гидроморфизма и эрозии почв. Вместе с тем, резко нарушился баланс органических веществ в почве: изъятие органических веществ с урожаем не компенсировалось в достаточной мере внесением органических удобрений и посевом многолетних трав.

Развитие процессов деградации почв, разрушение природных ландшафтов, истощение и загрязнение водных экосистем выдвигают экологические аспекты развития водных мелиораций в ряд приоритетных.

Создание экологически безопасных мелиорированных агроландшафтов зависит в значительной мере от технологии возделывания сельскохозяйственных культур, методов, доз и форм внесения минеральных удобрений и средств защиты растений. Особую актуальность в настоящее время приобретает проблема нитрификации, загрязнения почв и растений токсичными элементами и соединениями. Избыточное накопление нитратов в сельскохозяйственной продукции, загрязнение подземных и поверхностных вод представляют опасность для животных и человека.

В процессе функционирования мелиоруемого агроландшафта наряду с глобальным загрязнением биосферы формируются региональные и локальные источники загрязнения. К региональным относятся предприятия топливно-энергетического, металлургического, химического, нефтехимического, машиностроительного, строительного, транспортно-дорожного комплексов, лесной, лесохимической, фармацевтической, оборонной промышленности, коммунального и сельского хозяйства (тяжелые металлы, нефтепродукты, фенолы, диоксины, бенз(а)пирен, СПАВ, углеводороды, радиоактивные вещества, пестициды, нитраты, азот аммонийный, фосфор и другие, оказывающие влияние на почвы, водные экосистемы и атмосферу (атмосферные осадки) конкретного агроландшафта. К локальным источникам загрязнения относится процесс производства сельскохозяйственной продукции (внесение удобрений, пестицидов и микроэлементов, обработка почв), поверхностный и коллекторно-дренажный сток.

Азотные удобрения, попадая в почву, используются растениями частично: коэффициент использования азотных удобрений составляет около 60 %, часть теряется из почвы в виде газообразных продуктов (15 - 20 %), потери за счет вымывания составляют 20 - 25 %. Потери фосфора стандартных ортофосфорных удобрений с дренажными водами превышают 0,25 - 0,60 кг/га фосфора в год. Изменение приведенных величин обусловлено особенностями природно-хозяйственных условий. Установлено, что с сельскохозяйственных угодий в поверхностные и подземные воды поступает около 20 % внесенного азота, 5 % фосфора. Пестициды, используемые в процессе производства сельскохозяйственной продукции, представляют собой биологически высокоактивные вещества. Являясь ядовитыми для определенной формы жизни, пестициды представляют опасность для человека, животных, полезных микроорганизмов. Особую опасность представляют устойчивые, трудноразлагаемые пестициды. Установлено /Ваиси Т., 1982/, что в среднем около 3 % используемого инсектицида является действующим, остальные 97 % теряются, то есть поступают в почву, растения и другие компоненты агроэкосистемы. Используемая часть гербицидов составляет 5 - 40 %. Пестициды, попавшие в почву, оказывают негативное воздействие на состав и численность микроорганизмов и, соответственно, на направленность и интенсивность микробиологических процессов. Некоторые пестициды в своем составе содержат тяжелые металлы: ртуть, цинк, медь, железо и другие. В составе гранозана содержание ртути достигает 75,6 % от массы соединения. Медь и цинк являются составной частью фунгицидов /1/.

В процессе производства сельскохозяйственной продукции представляется важным учитывать загрязненность атмосферных осадков как одного из источников поступления загрязняющих веществ. Кислотность осадков, обусловленная наличием серной и азотной кислот, возрастает к западной границе России. В восточном и южном направлении постепенно возрастает щелочность. Атмосферные осадки могут содержать свинец, кадмий, мышьяк, торий, ртуть, хром, никель, цинк, марганец, кобальт, медь и другие элементы и соединения. Содержание свинца в дожде и снеге изменяется от 1,6 мкг/л в районах, удаленных от промышленных объектов, до 350 мкг/л и более в крупных городах.

Ртуть, попадая в атмосферу при сжигании твердого топлива и в процессе работы предприятий цветной металлургии, поступает с атмосферными осадками в почву и водные экосистемы. Под влиянием микроорганизмов соединения ртути трансформируются в метилртуть - высокотоксичное органическое соединение /1/.

Загрязнение атмосферы и, соответственно атмосферных осадков, опасными элементами и соединениями оказывает негативное влияние на водные экосистемы, плодородие почв и качество сельскохозяйственной продукции на расстоянии десятков и сотен километров от источников загрязнения.

На орошаемых землях дополнительным источником загрязнения является вода для орошения, используемая из загрязненных водных объектов. Вместе с тем, весьма значимым источником загрязнений являются коллекторно-дренажные воды гидромелиоративных систем, содержащие повышенное количество солей, азота, пестицидов, тяжелых металлов и других загрязняющих веществ и представляющие опасность для почв, подземных вод и сельскохозяйственных культур при использовании их для орошения, а также для водных экосистем - при сбросе дренажных вод в водные объекты.

Загрязнение атмосферы и, соответственно, атмосферных осадков, поверхностных и подземных вод изменяет качественное состояние трофических связей и окружающей среды в системе вода - почва - высшие растения - животные - человек - биосфера. По мере прохождения звеньев этой системы загрязняющие вещества накапливаются, трансформируются, разлагаются, теряют и приобретают токсичность. При определенных концентрациях и условиях загрязняющие вещества нарушают структурную и функциональную целостность как отдельных звеньев, так и системы в целом. Миграция и накопление загрязняющих веществ являются результатом сложных физико-химических процессов взаимодействия препаратов и множества биотических и абиотических факторов среды. Стойкость вещества, характер и длительность детоксикации, биоаккумулирующая способность отдельных звеньев трофической цепи определяют их число на пути к организму человека.

Необходимость дальнейшего развития орошения, с одной стороны, деградация почв, снижение продуктивности орошаемых земель и нарастающий дефицит воды, с другой, определяют необходимость формирования экологически обоснованной стратегии развития водных мелиораций и основополагающей концепции водопользования, исходя из следующих основных принципов:

оптимизация влагообеспечения сельскохозяйственных культур при максимальном использовании естественных влагозапасов и снижении удельных затрат оросительной воды;

снижение до минимальных размеров инфильтрационных потерь в каналах, на орошаемых землях;

сохранение и воспроизводство плодородия почв;

предупреждение загрязнения почв, воды, растений в процессе производства сельскохозяйственной продукции, водопотребления и водоотведения.

Соблюдение этих принципов позволит снизить потребность в дренаже и, соответственно, опасность загрязнения водных экосистем дренажным стоком.

Коллекторно-дренажные воды, обогащенные солями, биогенами, пестицидами и другими токсичными элементами и соединениями, в отличие от точечных источников загрязнения промышленного, коммунально-бытового происхождения, являются диффузным источником загрязнения подземных вод и водных экосистем, а при использовании для орошения - почв и сельскохозяйственной продукции.

Увеличение минерализации оросительной воды на каждые 0,1 г/л приводит к необходимости затрачивать на орошение 1 га на 1000 м³ воды больше, а это в свою очередь обуславливает необходимость увеличения мощности дренажа и, соответственно, объема дренажных вод. При использовании для орошения воды с минерализацией 2 - 3 и 3 - 5 г/л дренажный сток соответственно составляет 30 - 35 и 50 - 60 % водозабора. По данным исследований Лаборатории засоленных почв США при минерализации оросительной воды 2 - 3 г/л отвод дренажных вод составляет 30 - 60 % водозабора.

Зона влияния горизонтального дренажа на потоки воды и химических элементов распространяется на глубину, равную 3 - 4 глубинам заложения дрен. Зона влияния вертикального дренажа распространяется на глубину 100 - 150 м. Углубление дренажа, сокращение расстояний между дренами, увеличение инфильтрации оросительных вод и атмосферных осадков способствуют увеличению зоны миграции и, соответственно, объему выносимых солей и загрязняющих веществ в водные экосистемы. Оптимизация водопотребления и режимов орошения сельскохозяйственных культур, технологии полива, минимизация инфильтрационных потерь на орошаемых землях, из каналов, водохранилищ, соблюдение требований к качеству оросительной воды создают предпосылки для сокращения дренажного стока до 8 - 10 % водоподачи. Наряду с реализацией мер по минимизации объема и загрязнения дренажного стока важными представляются исследования и разработка теоретических основ, технологий очистки и регулирования химического состава коллекторно-дренажных вод с целью безопасного сброса в водные объекты или внутрисистемного использования для орошения сельскохозяйственных культур /2/.

Таким образом, анализ состояния и продуктивности орошаемых земель, последствий экстенсивного развития орошения свидетельствует о необходимости формирования экологически обоснованной стратегии развития водных мелиораций и основополагающей *концепции экосистемного водопользования*. Экосистемное водопользование – водохозяйственная деятельность, основанная на экосистемном принципе управления водопользованием в едином технологическом процессе, включающем потребление, использование и отведение воды с учетом экологических требований и ограничений по количественным и качественным показателям. *Целью* экосистемного водопользования в мелиорации является достижение и сохранение устойчивого, экологически безопасного и экономически эффективного водопользования. Экосистемное водопользование - важнейшая составляющая процесса экологизации сельскохозяйственной, в том числе водохозяйственной и мелиоративной деятельности, включающей гармоничное, комплексное сочетание социальных, экономических и экологических приоритетов, достижение устойчивого экономического роста и экологизации

безопасного функционирования мелиорируемого агроландшафта и связанной с ним водной экосистемы.

Концепция экосистемного водопользования в мелиорации ориентирована на экологизацию использования водных, земельных и биологических ресурсов, снижение безвозвратного водопотребления, предупреждение деградации почв, загрязнения сельскохозяйственных культур, поверхностных и подземных вод. Принципиальная особенность концепции - ориентация на причины экологических нарушений. Под *экологизацией* понимается коррекция и формирование вещественно-энергетических и информационных потоков в соответствии с экологическими ограничениями и требованиями.

Формирование экосистемного водопользования для конкретных природно-хозяйственных условий должно осуществляться в соответствии с экологическими, социально-экономическими, агрономическими и техническими критериями. *Экологические критерии* экосистемного водопользования предназначены для учета необходимости обеспечения охраны окружающей среды и санитарно-эпидемиологического благополучия населения. В соответствии с Федеральным законом "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 17 марта 1999 года "санитарно-эпидемиологическое благополучие населения – состояние здоровья населения, среды обитания человека, при котором отсутствует вредное воздействие факторов среды обитания на человека и обеспечиваются благоприятные условия его жизнедеятельности". *Социально-экономические критерии* предназначены для учета конкретных природных и социально-экономических условий территории. *Агрономические критерии* предназначены для формирования экосистемного водопользования по степени и характеру воздействия водохозяйственной деятельности на: *урожайность* сельскохозяйственных культур по валовому сбору и интенсивности развития; *качество* сельскохозяйственной продукции, в особенности на формирование ее полноценности, доброкачественности и сохранности; *почвы* - с целью сохранения, повышения плодородия и биопродуктивности, предотвращения процессов засоления, осолонцевания, содообразования, слитизации и нарушения биологического режима. *Технические критерии* учитывают воздействие водохозяйственной деятельности на сохранность, эффективность, надежность функционирования мелиоративных и водохозяйственных систем, сооружений и их составных частей. Основные приоритеты концепции экосистемного водопользования в мелиорации включают экологизацию процесса производства сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях, экологическое нормирование, мониторинг мелиорируемых земель и экологическое аудирование мелиоративной деятельности.

Важнейшим условием реализации экосистемного водопользования в мелиорации является совершенствование экономических методов стимулирования экосистемного водопользования, цен и платежей за использование водных ресурсов, загрязнение подземных и поверхностных вод. Наряду с признанием воды, как важнейшего компонента биосферы, производственного ресурса, обладающего незаменимыми потребительскими свойствами, важным является

признание воды экономическим ресурсом для создания надежной финансовой основы водохозяйственной деятельности.

Литература

- 1.Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. –Л.: ВО "Агропромиздат" Ленинградское отделение, 1987.
- 2.Безднина С.Я. Экологические основы водопользования. –М.: Издательство ВНИИагрохимии, 2005.

УДК 626.810

ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

А. В. Бочарин

НПО САНИИРИ, Ташкент, Республика Узбекистан

Показателями устойчивого функционирования и дальнейшего развития водного хозяйства Республики Узбекистан являются:

- среднегодовые запасы водных ресурсов и их использование по регионам и времени;
- объёмы финансирования на содержание и развитие водохозяйственной инфраструктуры;
- темпы развития рыночных реформ в водохозяйственном комплексе.

В таблице 1 представлены фактические объёмы используемых водных ресурсов (на границе первичных водопользователей) за последние годы по республике в целом.

Таблица 1 – Использование водных ресурсов

Годы	1999	2000	2001	2002	2003	2004	среднее
Объёмы воды, млн.м ³	48400	42400	36140	37100	39322	40349	40693

Как следует из данных таблицы 1, возможности использования водных ресурсов колеблется в значительном диапазоне. Разница между максимальными и минимальными объемами составила 34 %. В результате нестабильной водообеспеченности орошаемого земледелия в республике наблюдается неустойчивая его продуктивность и выпадение поливных площадей из сельхозоборота. Так, в маловодном 2001 г. площади поливных площадей по бассейну реки Сырдарья сократились на 272 тыс.га, по бассейну реки Амударья на 304 тыс.га по сравнению с 2002 г. (год нормальной водообеспеченности), а продуктивность орошаемых земель снизилась соответственно на 22 %.

Отличительной особенностью современного использования водных ресурсов в бассейне Аральского моря, составной частью которого являются водные ресурсы Республики Узбекистан, это ликвидация единого водного пространства, существовавшего в советский период. Водные ресурсы в области их

формирования, находящиеся преимущественно в Киргизстане и Таджикистане, объявлены собственностью этих государств, которые планируют их использование, преследуя, в первую очередь, собственные национальные интересы. В частности, по реке Сырдарья произошло перераспределение стока воды по объемам по сравнению с советским периодом, что иллюстрируется данными таблицы 2.

Таблица 2 – Динамика водозабора из реки Сырдарья

Источник водных ресурсов	Годы	Суммарный водозабор, млн.м ³		
		вегетация	невегетация	годовой
р. Сырдарья	1986-1988	14,31	3,66	17,97
	2000-2002	13,78	6,8	20,58

Из представленной таблицы 2 следует, что средний попуск по Сырдарье увеличился на 2,6 млрд.м³. В основном, это увеличение приходится на невегетационный период, объемы которого увеличились вдвое, когда потребность в воде осталась прежней. В вегетационный период, когда потребность в воде увеличивается, происходит снижение объемов попуска воды.

По другим источникам водных ресурсов водообеспеченность поливных земель в многолетнем разрезе также изменяется в широком диапазоне, что иллюстрируется данными таблицы 3.

Таблица 3 – Водообеспеченность орошаемых земель

Источники водных ресурсов	Водообеспеченность в % от плановых потребностей	
	min	max
Сырдарья	74,8	113,2
Нарын	91,6	124,5
Карадарья	81,2	101,7
Зарафшан	65,0	120,2
Амударья	72,0	152,1
Прочие	89,7	127,9

Из данных таблицы 3 следует, что наиболее низкую водообеспеченность имеют реки Сырдарья и Зарафшан, где она снижалась до 74,8 % и 65 % соответственно. В то же время практически все источники водных ресурсов в многоводные годы располагали избыточными водами, что говорит о возможности привлечения здесь дополнительных водных ресурсов за счет многолетнего регулирования стока.

В маловодные годы положение усугубляется тем, что из-за слабой законодательной и нормативной базы, нарушаются принципы справедливого распределения водных ресурсов между регионами, расположенными в верховьях и низовьях рек. Так, в маловодный 2001 г. при общей водообеспеченности от установленных лимитов по бассейну р. Амударьи 72 % фактическая водообеспе-

ченность регионов от верховья до низовья реки изменялась: Сурхандарья – 118 %, Кашкадарья – 85 %, Бухара – 85,7 %, Навои – 65 %, Хорезм – 66,7, Каракалпакстан – 42,4 %.

По реке Сырдарья при водообеспеченности стока 74,8 % аналогичный расход водообеспеченности регионов составил: Андижан – 100 %; Наманган – 90,4 %; Фергана – 106,4 %; Джизак – 62,7 %; Сырдарья – 59,0 %.

Из изложенного следует, что колебание объемов воды в источниках водных ресурсов не способствует устойчивому развитию орошаемого земледелия, что объясняется следующими причинами:

- отсутствием должной координации в водной политике между государствами бассейна Аральского моря;
- недостаточной зарегулированностью стока источников водных ресурсов;
- низким качеством управления водными ресурсами;
- большими непроизводительными потерями воды в оросительных системах.

Потери воды в межхозяйственной оросительной системе составляют в среднем 20 % суммарного водозабора из источников водных ресурсов. На внутрихозяйственной системе водочет практически отсутствует, а по экспертным оценкам потери вод могут достигать 35 %.

Непосредственно до поля доходит 43 % в бассейне Сырдарьи и 37 % в бассейне Амударьи и около 33 % от общей воды практически теряется как ресурс.

В настоящее время водное хозяйство республики продолжает финансироваться из госбюджета и является одним из немногих отраслей народного хозяйства, которого не коснулась рыночная реформа. В таблице 4 приведена динамика объема финансирования затрат на эксплуатацию объектов водного хозяйства.

Таблица 4 – Динамика финансирования эксплуатации объектов водного хозяйства

Годы	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Затраты, млрд.сум	51,6	60,6	61,8	130,8	183,0	251,9

Анализ затрат на финансирование водного хозяйства показывает, что в физическом выражении имеет место рост госбюджетного финансирования. Однако в сопоставимых ценах, с учетом инфляции и роста цен на материально-технические ресурсы, выявляется иная картина. Водное хозяйство формирует (без учета капитальных вложений) около 66 % расходов государственного бюджета на экономику и его относительные расходы сократились с 2,9 % в 1995 г. до 1,8 % в 2002 г. от валового внутреннего продукта или в 1,6 раз. В противовес общей тенденции для всей экономики республики в водном хозяйстве наблюдается снижение доли текущих расходов с 88,2 % в 1999 г. до 64,6 % в 2002 г. и соответственно увеличение доли капитальных вложений с 12,8 % до 35,4 % соответственно. Увеличились расходы на машинное орошение с 40,5 % в 1995 г. до 70 % в 2004 г. от общих эксплуатационных затрат. Как следствие

такого положения, происходит физический и моральный износ основных водохозяйственных фондов. Так, на конец 2002 г. общий износ водохозяйственных фондов в целом по республике составил 41,7, а по отдельным водохозяйственным объектам - 65 %. Поскольку, в обозримом будущем, существенное увеличение бюджетного финансирования водного хозяйства явно не реально, то единственной альтернативой его дальнейшего развития является адаптация водного хозяйства к проводимым в республике рыночным реформам. Рыночные преобразования в водном хозяйстве, с нашей точки зрения, являются основным фактором, который в значительной степени может обеспечить его устойчивое функционирование и дальнейшее развитие.

Внедрение рыночных принципов взаимоотношений между участниками водохозяйственного комплекса решает следующие задачи:

- получение дополнительных водных ресурсов за счет их экономного и рационального использования, сокращения непроизводительных потерь воды на водохозяйственных системах;
- повышения технического уровня водохозяйственных систем за счет улучшения их финансового состояния, что повысит качество управления водными ресурсами, их справедливое распределение по регионам и между водопользователями;
- улучшение экологической обстановки в неблагоприятных регионах за счет сокращения оросительных норм, снижении потерь воды и повышения качества управления водными ресурсами.

Механизм реализации рыночных принципов между участниками водохозяйственного комплекса в общем виде осуществляется по двум возможным вариантам:

- приватизация водохозяйственных объектов, находящихся в собственности государства;
- введение платы за услуги по подаче воды при сохранении государственной собственности на водохозяйственные объекты.

Первый вариант в обозримом будущем не имеет перспектив, поскольку низкая продуктивность орошаемого земледелия, который потребляет 92 % используемых водных ресурсов, делает его малопривлекательным для крупных частных или общественных инвестиций. Этот вариант следует рассматривать на отдаленную перспективу по мере повышения эффективности орошаемого земледелия. На начальном этапе рыночных преобразований следует отдать предпочтение второму варианту – введение платного водопользования.

Основная политика в области платного водопользования должна содержать решение двух принципиальных задач:

- механизм оплаты услуг по подаче воды;
 - установление размеров тарифов за услуги по подаче воды.
- Решение первой задачи возможно по двум вариантам:
- внесение платы за услуги по подаче воды в государственный или местные бюджеты в виде водного налога;

- внесение платы за услуги по подаче воды в бюджеты водохозяйственных предприятий.

По первому варианту водохозяйственные предприятия отстраняются от экономических (рыночных) отношений с водопользователями. Средства оплаты за услуги по подаче воды будут растворяться в общих доходах бюджета и не исключена возможность финансирования водного хозяйства по остаточному принципу. Водохозяйственные предприятия в этом случае остаются на государственном содержании и они не будут экономически заинтересованы в поисках и реализации водосберегающих мероприятий, снижении эксплуатационных затрат, развитию водохозяйственного комплекса. Поэтому предпочтение следует отдать варианту – внесения платы за услуги по подаче воды в бюджеты водохозяйственных предприятий.

При назначении тарифов за услуги по подаче воды следует определиться по следующим позициям:

- установление единого общереспубликанского или дифференцированного по регионам тарифа;
- виды и размеры тарифов.

Единый тариф удобен в том отношении, что упрощает механизм расчета оплаты услуг по подаче воды. Основной его недостаток, что он не отвечает принципу социальной справедливости для регионов, имеющих разную продуктивность орошаемых земель. Поэтому, предпочтение следует отдать дифференцированным тарифам, которые должны учитывать различие в продуктивности орошаемых земель по регионам республики.

Оплату услуг по подаче воды обычно производят по следующим видам тарифов: основные, штрафные и ресурсные. В качестве основных тарифов могут применяться покубометровый (р/м^3), погектарный (р/га), двухставочный (покубометровый плюс погектарный). По покубометровому тарифу оплата идёт по фактически поданной воде, в пределах установленного лимита, погектарному – с плановой площади орошаемых земель. Учитывая значительные изменения по годам водности источников водных ресурсов целесообразно применять двухставочный тариф. В этом случае, в маловодные годы применение двухставочного тарифа сгладит его негативное влияние на финансовое состояние ирригационных систем. По штрафному тарифу водопользователи оплачивают фактические объемы воды сверх установленного им лимита и при самовольном заборе воды. Штрафные тарифы обычно устанавливаются кратными покубометровым тарифам. По ресурсному тарифу оплачивается вода, на подачу которой водохозяйственное предприятие не несёт затрат. Размер ресурсного тарифа обычно устанавливается правительством республики.

По опыту стран с рыночной экономикой размеры тарифов устанавливаются исходя из эксплуатационных затрат водохозяйственных предприятий и реже – определенный процент от доходов водопользователей. В одних случаях они оплачивают полные эксплуатационные затраты водного хозяйства, а в большинстве стран – частичные затраты. Остальная часть затрат дотируется из госбюджета.

Основным фактором, сдерживающим в республике платное водопользование для орошаемого земледелия, является низкая рентабельность большинства сельхозпредприятий. Введение платного водопользования преследует, в основном, следующие цели. Во-первых, оно должно стимулировать экономное и рациональное использование ограниченных водных ресурсов. Водопользователи должны приучиться к мысли, что вода является материальным ресурсом, на доставку которого затрачиваются громадные финансовые средства и запасы её не безграничны. Во-вторых, дополнительные финансовые средства водопользователей обеспечат устойчивое развитие водохозяйственной инфраструктуры. И, наконец, стоимость оплаты услуг по подаче воды не должна приводить к существенному снижению доходов водопользователей.

Исходя из этих условий, рассматривались следующие варианты исчисления тарифов за услуги по подаче воды:

- полные эксплуатационные затраты водного хозяйства (единый тариф);
- эксплуатационные затраты бассейновых управлений ирригационных систем (БУИС, дифференцированные тарифы).

Расчеты показывают, что при оплате всех затрат водного хозяйства уменьшение доходов сельхозпроизводителей в среднем составит 9,3 %, а в некоторых регионах – до 16,8 %, что подорвет их экономику. При втором варианте исчисления тарифов уменьшение доходов составит 1,4 % при тарифе 1 доллар за 1000 м³ воды. Этот вариант рекомендуется реализовать на начальном этапе платного водопользования.

В апреле 2006 г. правительство республики приняло Программу и мероприятия по внедрению рыночных принципов в использовании поливной воды, основными положениями которой являются:

- проведение эксперимента по внедрению рыночных отношений в использовании поливной воды;
- поэтапный переход на экономические договорные отношения в использовании поливной воды и привлечение к управлению водными ресурсами непосредственно водопользователей.

Для проведения эксперимента в каждой из 13 областей республики выбраны по две ассоциации водопользователей и ирригационные системы. В задачу эксперимента входят:

- изучение эффективности рыночных отношений между участниками водохозяйственного комплекса;
- анализ влияния затрат на оплату услуг по подаче воды на себестоимость сельхозпродукции;
- определение оптимальных тарифов за услуги по подаче воды по регионам республики;
- отработка механизма финансовых взаимоотношений между поставщиками и потребителями воды;
- подготовка предложений по дальнейшим этапам внедрения рыночных принципов в использовании поливной воды в республике.

Эксперимент по платному водопользованию рассчитан на два года – 2006-2007 г.г.

УДК 556.18 (262.83)

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ РЕКИ АМУДАРЬЯ

М. Р. Икрамова

САНИИРИ, Ташкент, Республика Узбекистан

Эффективное и надёжное управление водными ресурсами способствует уменьшению риска, связанного с дефицитом воды. Чтобы обеспечить устойчивое управление водными ресурсами необходимо получить надёжную информацию об имеющихся водных ресурсах, количество которых связано с человеческой деятельностью, глобальными и локальными климатическими изменениями, затрагивающими гидрологический режим. Для оптимального планирования водораспределения необходимо использовать достоверную информацию об истинных потребностях в воде в рамках ирригационных районов.

Для решения проблем, изложенных выше, по реке Амударья ведется работа по проекту «Управление рисками межгосударственных водных ресурсов: навстречу устойчивому будущему для Аральского бассейна» (Джайхун), который финансируется 6-Рамочной Программой Еврокомиссии.

Основной целью проекта является разработка новых экономически приемлемых и экологически эффективных подходов в управлении водными ресурсами при их дефиците в бассейне реки.

Для достижения цели предусматривается решить следующие задачи:

- собрать, обобщить и систематизировать всю имеющуюся на данный момент информацию о гидрологическом режиме реки, включая режим работы водохранилищ (ТМГУ и Нурек), водозаборы из рек и сбросы в них возвратных вод;
- выполнить модельные исследования, в которых собранная информация послужила бы исходными данными;
- определить оптимальные требования речных бассейнов на воду с учётом текущих преобразований в сельскохозяйственном секторе в регионе;
- разработать эффективную технологию удовлетворения существующих и перспективных требований на воду с приоритетом хозяйственно-питьевой составляющей;
- разработать практические рекомендации и оценить их экономическую и экологическую эффективность.

Проект «ДЖАЙХУН» объединяет технические инструменты и ноу-хау европейских партнеров со знанием управления больших речных бассейнов. Для создания многопрофильной и высоко квалифицированной команды были привлечены ученые Ганноверского университета, института водных проблем АН России и Таджикистана, Среднеазиатского научно-исследовательского ин-

ститута ирригации, Бассейнового водохозяйственного объединения «АМУДАРЬЯ», института исследований и развития Франции, Сосхэмптонского Университета и Алматинского института инженеров энергетики и телекоммуникации.

Изучение вопроса показало, что существуют значительные расхождения в информации об объеме водных ресурсов, ёмкости водохранилищ, объем которых уменьшается из-за заиления их чаш, в результате чего существенно осложняется процесс регулирования речного стока, а серия маловодных лет оставляет низовья рек без того минимального объёма воды, который необходим для ирригационных и экологических целей. Дополнительно отметим, что в настоящее время всё ещё не осуществляется в должной мере синхронизация эксплуатационного режима водохранилищ. Настоящий проект призван ликвидировать эти недостатки на базе практических рекомендаций, основанных на результатах логически выверенного анализа текущей гидрологической ситуации в годы с различной водностью.

Работа предназначена на заполнение ряда важных пробелов в этих знаниях. Это позволяет изучить будущие стратегии управления водными ресурсами в следующих рабочих пакетах и оценить уровень риска различными стратегиями управления (рис.1).

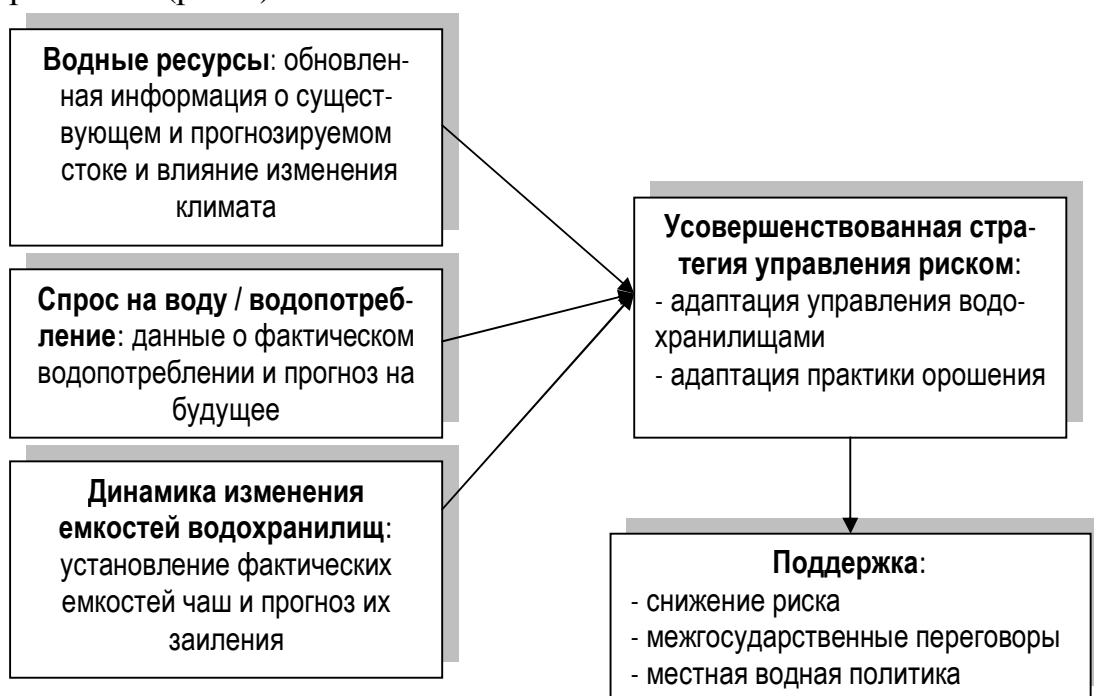


Рисунок 1 - Основные этапы и ожидаемые результаты

Результаты этих пакетов работ дадут ясную картину о величине проблем и вопросов, но они не обеспечат нас количественной оценкой бассейна в целом, без которой информация не может быть использована для управления водой в пределах бассейна. Это будет достигнуто сопоставлением полученных данных по уровню бассейна, используя математическую модель бассейна, которая будет оценивать общее состояние водных ресурсов бассейна. Аналогично, потенциал для водосбережения путём улучшения управления, может быть исследо-

ван только на ограниченном числе орошаемых массивов, и результаты будут адаптированы по бассейну, позволяющие установить общее влияние и возможные устойчивые стратегии управления.

Организация взаимодействия рабочих пакетов (РП) представлена на рисунке 2. РП-1 обеспечивает общую организацию проекта. Особое внимание в этой области работ направляется на тесный взаимообмен информационного потока между партнёрами. Здесь, объединение имеющегося опыта между СНГ и ЕС партнёрами рассматривается как одна из основных задач. Общая тема, связавшая сессии и состава РП позволит объединить различные подходы, информацию доступную или в виде определённой очередности, в которой необходимая информация должна быть собрана и распространена.

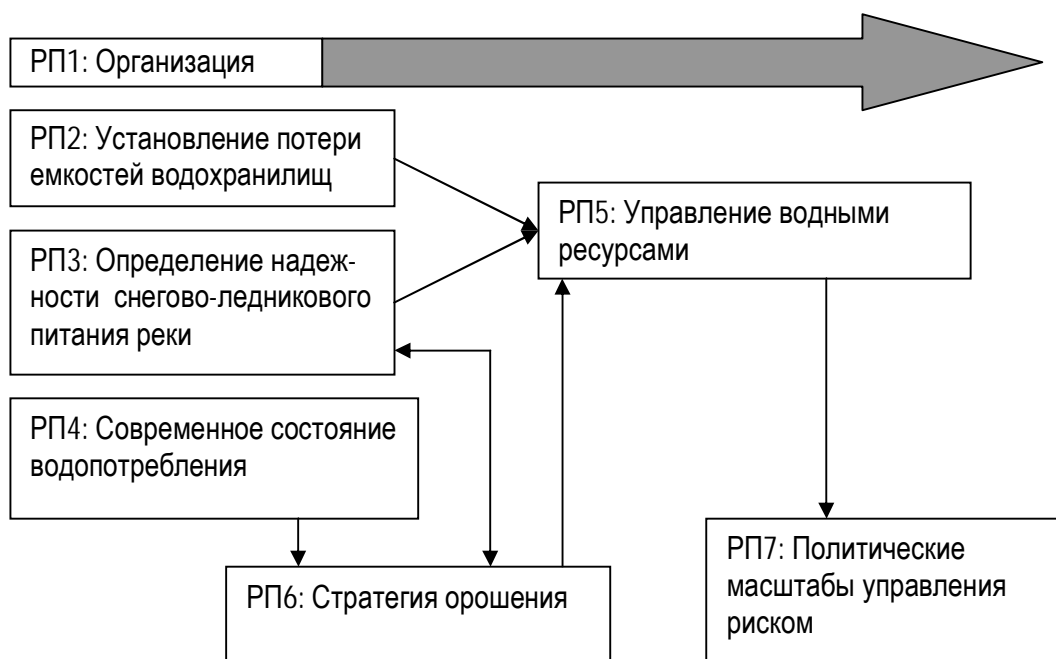


Рисунок 2 - Организация взаимодействия рабочих пакетов

Основной задачей РП2 является обеспечение достоверной информацией по водохранилищам и их ёмкостям по данным батиметрических исследований, поскольку существующие оценки, как известно, являются сильно искаженными. Батиметрические исследования для расчета заиления включают использование доступного программного обеспечения. Это послужит основой для прогноза последующего заиления. Автоматические датчики, установленные для записи краткосрочной динамики мутности и определения состава наносов, обеспечивают текущей фактической информацией для оценки и управления заилением, а также для разработки встречной стратегии для уменьшения будущих потерь ёмкости водохранилищ.

Изучение верховьев Амударьи выполняется, главным образом, на Нурекском водохранилище путем промеров его чаши и мониторинговой станции. В низовьях работа будет сосредоточена на водохранилищах ТМГУ, из-за его жизненно важной роли для водоснабжения области дельты Амударьи.

РПЗ охватывает два основных направления: с научной точки зрения принятый пересмотр существующего стока за период времени и планирование будущего гидрологического развития. Будущие изменения в формировании стока будут развиты, используя главным образом предыдущий опыт с моделью SANIGMI, выполняя исследования и моделируя сценарии, связанные с продукцией Had Global Circulation Model.

В рамках РП4 определяются реальные потребности в воде, в основном, в направлении потенциальной экономии воды и в пределах трансграничного распределения воды. В то время, как водные потери составляют более чем 50% потребности, есть возможности для того, чтобы требовать большего количества воды различными прибрежными пользователями. Обеспечение информацией относительно реальных водных потребностей после применения разумной экономии усилит положение в будущем распределении водных ресурсов.

Кроме того, определена и рассмотрена экономическая выгода от будущего производства урожая и экономическая выгода, следующая из рационального водораспределения. Здесь включены такие аспекты качества воды, как минерализация и заканчивающаяся потерями урожая и проблемах засоленности почвы. ГИС базы данных, разработанная в рамках проекта, стимулирует прозрачность в межгосударственном диалоге.

В рамках пакета управления водным ресурсом - РП5 - определяется прогнозирование водных ресурсов, позволяющее разработать адекватные стратегии управления риском и учитывающее секторные потребности в воде. В особенности учитываются потребности в воде для оптимального функционирования экосистемы и поставки питьевой воды. Поэтому это также относится к аспектам качества воды, таким как солёность и транспортировка взвешенных частиц. Пакет состоит из базы данных, инструментов моделирования и последующей обработки.

Вложенные инструменты моделирования включают речной модуль и модуль бассейна. Их развитие использует в своих интересах существующие, проверенные и улучшенные образцовые системы типа AralMod (обеспечение в режиме реального времени массовой модели «река-бассейн», баланса для речных, главных водохранилищ и ирригационных областей, рассмотрение гибких шагов времени каждые 6 дней в течение 20 лет), ТМГУ модель как действие мульти-бассейна и модель качества воды водохранилища, разработанная для водохранилища Капарас Тюямуюнского комплекса.

Пакет управления водой содержит водные аспекты управления, связанные с различными масштабами времени: ежедневное или еженедельное действие инфраструктуры, планирование распределения в течение текущего водного года, прогнозирование короткой готовности срока (например, 24 месяца) и долгосрочных исследований, включающих изменение климата и глобальные воздействия.

Фактические изменения, полученные от станции измерения стока воды, уровней водохранилища, необходимы для описания дефицита воды в засушливые периоды и излишки в период паводков, дефицита энергии, ирригационной деятельности и качества воды.

Для достижения практической применимости пакета управления водными ресурсами необходимо обеспечить последующую обработку, которая ассимилирует числовые результаты к общей информации. Последующая обработка относится к нескольким уровням интереса. Технический уровень обеспечит информацию, которая требуется для технического планирования и действия. Управление или уровень принятия решения обратятся к поддержке встречам и межгосударственным диалогам о будущем распределении воды и управлением риском. Это будет включать развитие определённых информационных уровней и требуемой степени информационного накопления.

Инструменты, обеспеченные в РП5, используются в РП6 вместе с результатами предыдущего РП, чтобы развить адекватные стратегии управления риском.

В рамках РП7 межгосударственные семинары будут проведены, как один из главных инструментов, получающих межнациональную обратную связь и определяющие расходящиеся интересы, которые будут рассмотрены в разработке адекватных стратегий управления риском.

Литература

1. Froebrich, J., Kayumov. O. (2004): Water management aspects of Amu Darya, Options for future strategies, in: J.C.L. Nihoul et al. (eds.) Dying and Dead Seas, 49-76, Kluwer Academic Publishers.
2. Froebrich, J., Kayumov. O. (2003): Development of integrated water management tools for the Tuyamuyn Hydrocomplex (Amu Darya delta region), Aral Sea Basin Conference in Bukhara – Uzbekistan (4 – 8 April 2003)
3. Ikramova M. Using water transfers to provide safe drinking water in the Aral Sea region – Uzbekistan. U.S. Committee on Irrigation and Drainage, 24-28 May, Colorado, Denver, USA, 2001.
4. Ikramova M, Kayumov O. Development operative measurements against water shortage in the Amudarya river lowers. Global changes, sustainable development and management in Central Asia. International workshop organized by UNDP, Tashkent, 20-22 January 2004.

УДК 631.6: 628.31

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ В МЕЛИОРАЦИИ

С.Я. Безднина, Е.В. Овчинникова

ГНУ ВНИИГиМ, Москва, Россия

Водные мелиорации являются одним из крупнейших потребителей водных ресурсов и весьма значимым источником загрязнения поверхностных и подземных вод. По данным Государственных докладов "О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации" за последние годы объем дренажных вод снизился с 10 до 4,7 км³ в год. Коллекторно-дренажные воды содержат различные соли, биогены, тяжелые металлы и другие загрязняющие вещества, оказывающие вредное воздействие на окружающую среду: поверхностные и подземные воды, почвы, сельскохозяйственную продукцию.

Основные факторы, определяющие объем и химический состав дренажных вод гидромелиоративных систем условно можно разделить на две группы: природные и антропогенные. К природным факторам относятся: природно-климатические условия; степень естественной дренированности; геофильтрационное строение зоны аэрации и водонасыщенной зоны; геомиграционное строение зоны аэрации и водонасыщенной зоны (степень и характер засоления, загрязнения). К антропогенным факторам относятся: система производства сельскохозяйственной продукции на мелиорируемых землях; режим орошения и технология полива; тип, параметры и режим работы дренажа; качество оросительной воды (минерализация, химический состав, загрязненность) /1/.

Важным этапом экологизации водоотведения в мелиорации является реализация комплекса превентивных мероприятий, направленных на снижение безвозвратного водопотребления, минимизацию объемов и загрязненности коллекторно-дренажных вод.

Снижение безвозвратного водопотребления. В орошаемом земледелии безвозвратные потери достигают 60 % и превышают аналогичные объемы в других отраслях народного хозяйства. Вода является одним из основных средств производства сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях и от количества и качества используемой для орошения воды, технологии полива зависит формирование мелиоративного режима, объема и химического состава коллекторно-дренажных вод, плодородия почв, урожайности и качества сельскохозяйственной продукции. Сокращение оросительных и поливных норм способствует экономии водных ресурсов, снижению инфильтрационных потерь на орошаемых землях и объема коллекторно-дренажных вод, замедляет или предотвращает подъем уровня подземных вод, развитие процессов засоления и осолонцевания, снижение плодородия почв. Вместе с тем, минимизация инфильтрационных потерь отодвигает сроки строительства технического дренажа и позволяет рассматривать возможность использования биологического дренажа. Исследования и мероприятия, направленные на экономию оросительной воды, осуществляется в различных странах мира и в России. Установлено, что оросительная норма может быть снижена в 1,3 - 2 раза по сравнению с биологически оптимальной, соответствующей уровню урожая, близкому к биологическому потенциалу сельскохозяйственной культуры. Урожайность культуры при этом уменьшается на 5 - 15 % по сравнению с максимальной. Применение дифференцированных режимов орошения в соответствии с обеспеченностью атмосферными осадками, влагозапасами в почве и фазами развития сельскохозяйственных культур позволяют снизить оросительные нормы во влажные годы в 2,4 - 4,3 раза по сравнению с сухим годом.

Снижение потерь воды в оросительной сети и на орошаемых землях является одним из важнейших мероприятий **по снижению объема коллекторно-дренажных вод.** Строительство закрытых трубопроводов и каналов в противофильтрационной облицовке, эксплуатационные мероприятия позволяют повысить КПД оросительной сети до 0,8 - 0,9 и значительно сократить потребление воды из источника орошения.

Сокращение потерь воды на орошаемых землях осуществляется совершенствованием технологии полива. В южных районах России в основном используется поверхностный полив. Совершенствование технологии полива по бороздам с целью уменьшения потерь воды и ирригационной эрозии развивается в направлении уменьшения длины борозд, увеличения расстояния между бороздами, дискретной подачи поливных струй в борозды с переменным во времени расходом в зависимости от уклона местности. В сухостепной и лесостепной зонах орошение осуществляется преимущественно дождеванием. При поливе дождеванием снижение потерь воды, эрозии почв и поверхностного стока достигается уменьшением интенсивности дождя, поливом в ночное время суток.

Таким образом, совершенствование режимов орошения и технологии полива, максимальное использование естественных влагозапасов способствуют снижению безвозвратного водопотребления в орошаемом земледелии, позволяют экономить водные ресурсы, уменьшить эрозию почв, поверхностный сток, потери на инфильтрацию и суммарное испарение. Реализация этих мер позволит снизить потребность в дренаже, объем коллекторно-дренажных вод и, соответственно, опасность загрязнения поверхностных и подземных вод.

Повышение качества коллекторно-дренажных вод. Для безопасного сброса или внутрисистемного использования коллекторно-дренажных вод на орошение необходимо осуществление мероприятий по повышению качества коллекторно-дренажных вод в соответствии с экологическими требованиями и ограничениями.

В современной практике для очистки загрязненных коллекторно-дренажных вод применяются различные методы: физические – дистилляция, вымораживание; химические – ионный обмен; физико-химические – электролиз, обратный осмос; сорбционные; биологические и биохимические методы.

Метод дистилляции основан на выпаривании соленой воды путем ее кипячения в замкнутом объеме и применяется для опреснения высоко минерализованных коллекторно-дренажных вод. Другим методом опреснения, связанным с изменением агрегатного состояния воды, является метод вымораживания. Сущность метода заключается в разделении минерализованной воды на две составляющие: кристаллы пресного льда и рассол, замерзающий при более низких температурах [2]. Технология включает разбрызгивание очищаемой (вымораживаемой) дренажной воды с помощью специальных дальнеструйных дождевальными машин типа "Град" в зимний период при температуре ниже минус 5⁰ С. При разбрызгивании воды в факеле дождя происходит интенсивное льдообразование, которое продолжается и на поверхности земли. После фильтрации рассола, на поверхности формируется слой пористого льда, содержание которого в 2-10 раз ниже исходной минерализации дренажной воды. После таяния льда в весенний период пресная вода может быть использована для орошения или других целей. Метод естественного вымораживания применим в районах севернее 40⁰ широты. Выход опресненной воды около 50%.

Технология деминерализации дренажно-сбросных вод методом ионного обмена с использованием в качестве ионитовой загрузки специальных ионно-обменных смол позволяет осуществлять обессоливание дренажных вод непосредственно на гидромелиоративной системе. Технологическая схема включает накопительно-регулирующую емкость для сбора дренажного стока, откуда он поступает в деминерализационную галерею, состоящую из системы последовательно расположенных фильтров: песчано-гравийного для очистки от твердых примесей; фильтра для очистки от пестицидов, фульво- и гуминовых кислот (пакеты волокнистого материала, обработанного глиноземом или другими естественными сорбентами) и последовательно расположенных ионообменных фильтров, заполненных соответственно ионообменным катионитом и слабоосновным анионитом. Очищенная вода аккумулируется в накопительной емкости и с помощью насосов подается в оросительный канал /2/.

Метод обратного осмоса основан на явлении осмотического переноса - способности полупроницаемых мембран пропускать молекулы воды и задерживать ионы солей. При этом исходная вода под большим давлением продавливается через осмотические мембраны - молекулярные сита, сквозь которые проходит пресная вода - фильтрат, а соли остаются в исходной воде - рассол-концентрат. Крупнейшая в мире станция опреснения дренажных вод с использованием процесса обратного осмоса построена в США на границе с Мексикой в 8 км от города Юма - на реке Колорадо. Проектная производительность Юмской опреснительной станции – 275 тыс. м³ пресной воды в сутки, для получения которой перерабатывается 390 тыс. м³ дренажной воды с минерализацией 3 г/л /Депью Дж. У., 1994/. В процессе очистки задерживается более 90% солей, в результате на выходе соленость воды не превышает 0,3 г/л. Опресненная вода смешивается с дренажной для понижения концентрации солей до требуемого уровня и сбрасывается в р. Колорадо.

Биологические методы очистки основаны на способности организмов зообентоса (бактерий, рачков и др.) и фитоценозов высшей и низшей водной растительности в процессе жизнедеятельности поглощать, включать в свой обмен веществ, минерализировать, деструктировать и аккумулировать различные загрязняющие вещества органического и неорганического происхождения. Сооружения для биологической очистки могут быть разделены на сооружения, в которых очистка происходит в условиях близких к естественным процессам самоочищения, и инженерные, в которых процесс очистки осуществляется в искусственно созданных условиях.

Среди методов биологической очистки значительное место занимают методы и технологии, в основе которых лежит использование очистительной способности водорослевых образований – микрофитов и высших водных растений – гидромакрофитов. К числу таких сооружений относятся: биологические пруды, биологические плато (биоплато), фитофильтрационные устройства, ботанические площадки, а также биоинженерные сооружения типа биоплато.

На Украине разработан водоохраный комплекс, состоящий из двухкаскадной системы специальных прудов - отстойника-деструктора и стабилизатора, для защиты от загрязнения р. Кума и повторного использования очищенных

дренажных вод на орошение /Воронкин А.С. и др., 1984/. Очистка дренажно-сбросных вод в деструкторе осуществляется биоценозом активного ила в течение не менее 24 часов. Скорость течения очищаемой воды 10 мм/с. Слой активного ила составляет 0,3 - 0,5 м. Качество воды в пруду-стабилизаторе достигает заданных показателей.

В Татарии проведенные производственные опыты по очистке воды от биогенов показали, что система, состоящая из 2,5 км участка водотока и двух последовательных биологических прудов с культивируемыми высшими водными растениями, обеспечила снижение на 99 % всех неорганических форм азота и 90 - 95% фосфора. Общее солесодержание снизилось с 1577 до 940 мг/л /Морозов Н.В., 1988/.

Технология очистки дренажно-сбросного стока от пестицидов на гидробиотанической площадке разработана в Узбекистане. Сооружение представляет собой канал длиной 100 м, построенный параллельно коллектору и разделенный на 5 секторов, в каждом из которых в качестве биофильтров были высажены следующие виды гидромакрофитов: тростник обыкновенный, пистия и гиацинт, рогоз малый, уруть, роголистник. Экспериментальные исследования показали, что при прохождении через канал с гидромакрофитами искусственно загрязненных пестицидами коллекторно-дренажных вод концентрация α ГХЦГ снизилась в 86 раз, γ ГХЦГ – в 45, ДДЕ – в 21 и ДДТ – в 2 раза /Рузиев И.Б., 1990/.

Биоинженерные сооружения типа инфильтрационного биоплато используют очистительную способность высших водных растений в сочетании с деструктирующей деятельностью микроорганизмов. Поток очищаемой воды сначала проходит горизонтально сквозь заросли высших водных растений, затем - вертикально через корнеобитаемый слой грунтов, насыщенный колониями гетеротрофных анаэробных микроорганизмов. При испытании инфильтрационного биоплато, проведенном на опытном полигоне в районе Орельковского водохранилища (канал Днепр-Донбасс) для очистки дренажных вод, получены следующие результаты: за первые трое суток снижение азота по аммиаку составило 80 -95%, по нитратам - 85-97% /Магмедов В.Г., 1986/.

Во ВНИИГиМ авторами разработаны экологически безопасные, малоэнергоемкие технологии и конструкции сооружений биохимической очистки и регулирования качества коллекторно-дренажных вод с целью экологически безопасного отведения коллекторно-дренажных вод в водные объекты. Технологии основаны на сочетании очистительной способности высших водных растений, трав, аналогичных свойств грунтов, микроорганизмов, предназначены для снижения содержания токсичных солей (хлоридов, сульфатов, карбонатов, гидрокарбонатов), биогенов, тяжелых металлов, пестицидов и других загрязняющих веществ. Технология биохимического регулирования качества коллекторно-дренажных вод дополнена блоком кондиционирования (химической мелиорации воды) с целью экологически безопасного, внутрисистемного использования коллекторно-дренажных вод для орошения. Исследования, проведенные на модели сооружения биохимической очистки в гумидной зоне, показали,

что снижение содержания нитратов, нитритов, аммония, тяжелых металлов и пестицидов достигает 50-100 %, хлоридов и сульфатов – 40-50 %.

Таким образом, для экологически безопасного водоотведения в мелиорации необходима реализация комплекса инженерно-технических мероприятий, направленных на обеспечение снижения безвозвратного водопотребления, минимизацию объемов коллекторно-дренажных вод и повышение качества минимизированного объема коллекторно-дренажных вод.

Литература

1. Безднина С.Я. Экологические основы водопользования. -М.: ВНИИАгро-химии, 2005.
2. Пособие по очистке и утилизации дренажно-сбросных вод. Под ред. Л.В.Кирейчевой. - М.: "Россельхозакадемия", 1999.

УДК 658:556 (470.57)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

О.В. Воеводин, Л.А. Воеводина

ОАО ПИИ «Башгипроводхоз», Уфа, Россия

К началу XXI века проектно-изыскательский институт «Башгипроводхоз» обрел второе рождение. Поиск новых творческих решений и напряженный труд по их воплощению, гибкая ценовая политика, отлаженные связи с заказчиком, значительное расширение рынка проектно-изыскательских услуг – все это позволило в короткие сроки вывести институт на новые рубежи при сохранении коллектива. На сегодняшний день в организации работают более ста сотрудников, имеющих возможность постоянно совершенствовать свои навыки через освоение новых технологий в изысканиях и проектировании. Полным ходом идет перевооружение и модернизация технических средств подразделений института. В настоящее время все они оснащены новой оргтехникой и современным программным обеспечением, позволяющим в кратчайшие сроки выполнять все трудоемкие расчеты и осуществлять построение графических материалов. Разрабатываются узкоспециализированные программные продукты, обеспечивающие повышение производительности труда. Изыскательские отделы оснащены современными электронными тахеометрами и высокоточными спутниковыми системами привязки к местности GPS. Пополнен парк буровых установок. В краткосрочных планах стоит переоснащение химической лаборатории современным оборудованием для проведения анализов воды и почвы. Приведены в порядок библиотечные и архивные фонды. Ведется подписка на периодические издания, а также обновление научно-технической, нормативной и методической литературы. Для пополнения информационного фонда также используются Интернет-ресурсы.

В настоящее время проектно-изыскательский институт «Башгипроводхоз» - это опытный и сплоченный коллектив, высокая квалификация и богатые традиции которого позволяют выполнять работы любого уровня сложности к числу которых относятся:

- обоснование инвестиций;
- изыскания инженерно-геодезические, инженерно-геологические, инженерно-экологические, инженерно-гидрометеорологические, почвенно-мелиоративные;
- строительное проектирование и конструирование (строительство, реконструкция, капитальный ремонт водохозяйственных и мелиоративных объектов);
- проектирование гидротехнических сооружений и их комплексов, оросительных и осушительных систем, лиманов, инженерных сетей и систем, мини-ГЭС, водяных мельниц, объектов сельскохозяйственного водоснабжения, природоохранных объектов, в том числе полигонов твердых бытовых отходов (ТБО), лесных защитных насаждений, мостов, автомобильных дорог, производственных баз, фундаментов, строительных конструкций, узлов и деталей;
- разработка мероприятий противопаводковых, берегоукрепительных и руслорегулирующих, инженерно-технических от затопления и подтопления, по коренному улучшению земель и их окультуриванию;
- разработка специальных разделов проекта (охрана окружающей среды, оценка воздействия на окружающую среду, инженерно-технические мероприятия гражданской обороны, мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций, декларации безопасности гидротехнических сооружений, установление водоохраных зон и прибрежных полос озер, рек, прудов водохранилищ);
- контроль качества работ;
- осуществление функций генерального проектировщика;
- проектный инжиниринг.

Результатом работы последних лет института, стало:

- Акъярское водохранилище объемом 50 миллионов кубометров, площадь зеркала 743 гектара;
- Сакмарское водохранилище объемом 30,6 миллионов кубометров, площадь зеркала 580 гектар;
- участие в реализации государственной программы «Питьевая вода (сельские населенные пункты)»;
- водяные мельничные комплексы в Кармаскалинском, Салаватском, Кугарчинском, Хайбуллинском районах республики Башкортостан;
- участие в реализации республиканской программы строительства объектов малой энергетики, миниГЭС мощностью 50 – 100 кВт на реконструируемых прудах и водохранилищах в Белорецком (на реках Тирлян, Кага, Авзян, Узян), Зилаирском (на реке Зилаир) и Баймакском (р. Сакмар) районах;

- полигоны твердых бытовых отходов в городах и административных центрах республики – Дюртюли, Белорецк, Мишкино, Ермакеево и др.;
- возрождение озер Солдатское и Кашкадан в черте города Уфы;
- укрепление берегов рек Уфимки, Ик в городах Уфе и Октябрьском.

И это далеко не полный перечень проведенных работ с участием специалистов института. Однако современные условия не позволяют останавливаться на достигнутом, особенно в условиях интеграции России с мировой хозяйственной системой. Наша задача – свести потери к минимуму, укрепить экономику организации, научиться производить и предоставлять по-настоящему конкурентоспособные продукцию и услуги, а это невозможно без системной работы в области качества.

Качество – это один из главных показателей, который определяет успех, поэтому руководство института приняло решение о создании эффективной системы управления качеством в соответствии с требованиями стандартов ИСО серии 9000.

Несомненно, не будет сделан полный отказ от существовавшей комплексной системы управления качеством продукции (КСУКП). Произведенный анализ КСУКП и системы менеджмента качества (СМК) показал сходство некоторых позиций, которые можно использовать во вновь внедряемой системе качества.

Внедрение стандартов ИСО серии 9000 даст нашей организации следующие преимущества и выгоды:

- наглядность (управляемость) административных и технологических процессов предприятия;
- рационализация организационной структуры управления;
- обеспечение и улучшение воспроизводимого качества продукции и услуг;
- уменьшение объема «скрытого производства», то есть выполнение работ, связанных с устранением брака, переделками и доработками;
- оптимальное удовлетворение запросов заказчиков;
- предупреждение претензий, связанных с ответственностью за продукцию (услуги);
- быстрая адаптация к изменениям требований и ожиданий заказчиков;
- децентрализация, то есть четкое перераспределение ответственности за качество между всеми сотрудниками организации;
- повышение конкурентоспособности организации и, как следствие, расширение внутреннего рынка в сфере проектно-изыскательских работ;
- улучшение экономических показателей деятельности (рост прибыли, повышение производительности и рентабельности, уменьшение затрат на устранение рекламаций).

Реализация стандартов ИСО предполагает, что в процесс обеспечения качества должен быть вовлечен весь персонал организации, при этом каждый работник должен нести ответственность за результаты своей деятельности в области качества. Внедрение стандартов – трудная, но интересная работа, поскольку сопряжено с необходимостью приобретения новых знаний и навыков, с

освоением прогрессивных методов работы. Для многих специалистов – это творческая работа, дающая возможность перейти от лозунгов и призывов «делать качество» к использованию приемов и методов, основанных на логике здравого смысла и достижениях мировой науки.

Руководством ПИИ «Башгипроводхоз» для эффективного внедрения системы качества определен необходимый персонал, возложена ответственность за разработку, внедрение документов системы качества, а также обеспечение функционирования системы качества. В организации назначены и приступили к своим обязанностям:

- представитель руководства по качеству;
- руководитель проекта разработки и внедрения системы качества (руководитель службы качества);
- Совет по качеству;
- служба качества;
- представители (ответственные) по системе качества в подразделениях организации.

Следует подчеркнуть, что новым органом в организационной структуре, является только служба качества. В другие органы входят руководители и высококвалифицированные специалисты организации, на которых возлагаются дополнительные обязанности.

Основная масса сотрудников прошла обучение по программе «Международные стандарты ИСО серии 9000. Организация разработки и внедрения систем менеджмента качества в проектных, изыскательских и строительных организациях». Создана из штата сотрудников и прошла обучение группа внутренних аудиторов.

Высшим руководством разработана политика и определены цели в области качества для организации в целом и для каждого соответствующего подразделения отдельно.

К своему завершению подходят работы по обеспечению систем менеджмента качества (СМК) нормативной документацией, вносятся последние штрихи в наладку инфраструктуры организации. Внедряемая система уже приносит первые плоды, неизбежно подводя организацию к успешной сертификации СМК.

Сертификация СМК, применяется в целях подтверждения выполнения в организациях требований стандарта ГОСТ Р ИСО и является логическим следствием внедрения СМК. Наличие сертифицированной системы позволяет предприятию:

- повысить престиж и имидж организации в глазах потребителей, партнеров, инвесторов, общества и как следствие рост заказов и увеличение объемов работ;
- побеждать в конкурентной борьбе;
- получать льготные кредиты;
- получать государственные, муниципальные или городские заказы на производство работ и услуг.

В заключении к вышесказанному можно сделать следующие выводы и обобщения:

1. Российская Федерация, вступая в очередной этап развития, формирует новый перечень требований и условий, соблюдение которых напрямую сказывается на успешном функционировании организаций, в том числе и организаций водохозяйственного комплекса.

2. Внедрение системы менеджмента качества способствует совершенствованию организационно-управленческих позиций, способствующих постоянному развитию организации.

3. Сертификация систем менеджмента качества дает возможность приобретения дополнительных преимуществ в честной конкурентной борьбе за получение заказов.

УДК 556.16(571.6)

РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТОВ АСИММЕТРИИ И АВТОКОРРЕЛЯЦИИ В РЯДАХ ВЕЛИЧИН РЕЧНОГО СТОКА

С. А. Гавриков

ФГУП «ДальНИИГиМ», Владивосток, Россия

Данные о коэффициенте асимметрии C_s (или о его отношении к коэффициенту вариации C_s/C_v) требуются для определения обеспеченных значений расчетных характеристик стока с помощью аналитических функций распределения вероятностей, а о коэффициенте автокорреляции между смежными членами ряда $r(1)$, а также об отношении C_s/C_v – для учета систематических и оценки случайных погрешностей расчетных гидрологических характеристик. Оба этих параметра для годового стока требуются также для определения многолетней составляющей емкости водохранилища при расчетах многолетнего регулирования стока обобщенными методами.

Имеющиеся даже наиболее длинные периоды наблюдений не позволяют надежно оценивать параметры C_s/C_v и $r(1)$ по наблюдаемым индивидуальным стоковым рядам, так как велики случайные погрешности оцениваемого параметра, которые часто превышают само значение оценки параметра. Поэтому в настоящее время расчетные значения C_s/C_v и $r(1)$ определяются как среднее из значений, установленных по данным группы рек с наиболее продолжительными наблюдениями за рассматриваемой гидрологической характеристикой в гидрологически однородном районе [11].

Выделение таких районов для сложных по природно-климатическим условиям территорий, таких, например, как южная часть Дальнего Востока России – Средний и Нижний Амур, Приморье (рис. 1) – является довольно непростой задачей. При их выделении для рассматриваемой территории автором использован опыт параллельных гидрологических обобщений по таким характеристикам стока, как годовой, его внутригодовое распределение, максимальный,

минимальный летний и зимний [1]. По данным гидрологических постов с наиболее длинными и непрерывными периодами выделено пять физико-географических зон и областей, однородных по условиям, влияющим на C_s/C_v и $r(1)$ годового стока, максимального, минимального летнего и минимального зимнего стока (первоначально, для годового и минимального стока [2]). Эти районы и соответствующие им оценки C_s/C_v и $r(1)$ для годового, минимального летнего и минимального зимнего, а также максимального стока приведены на рисунке 1 и в таблицах 1 и 2.

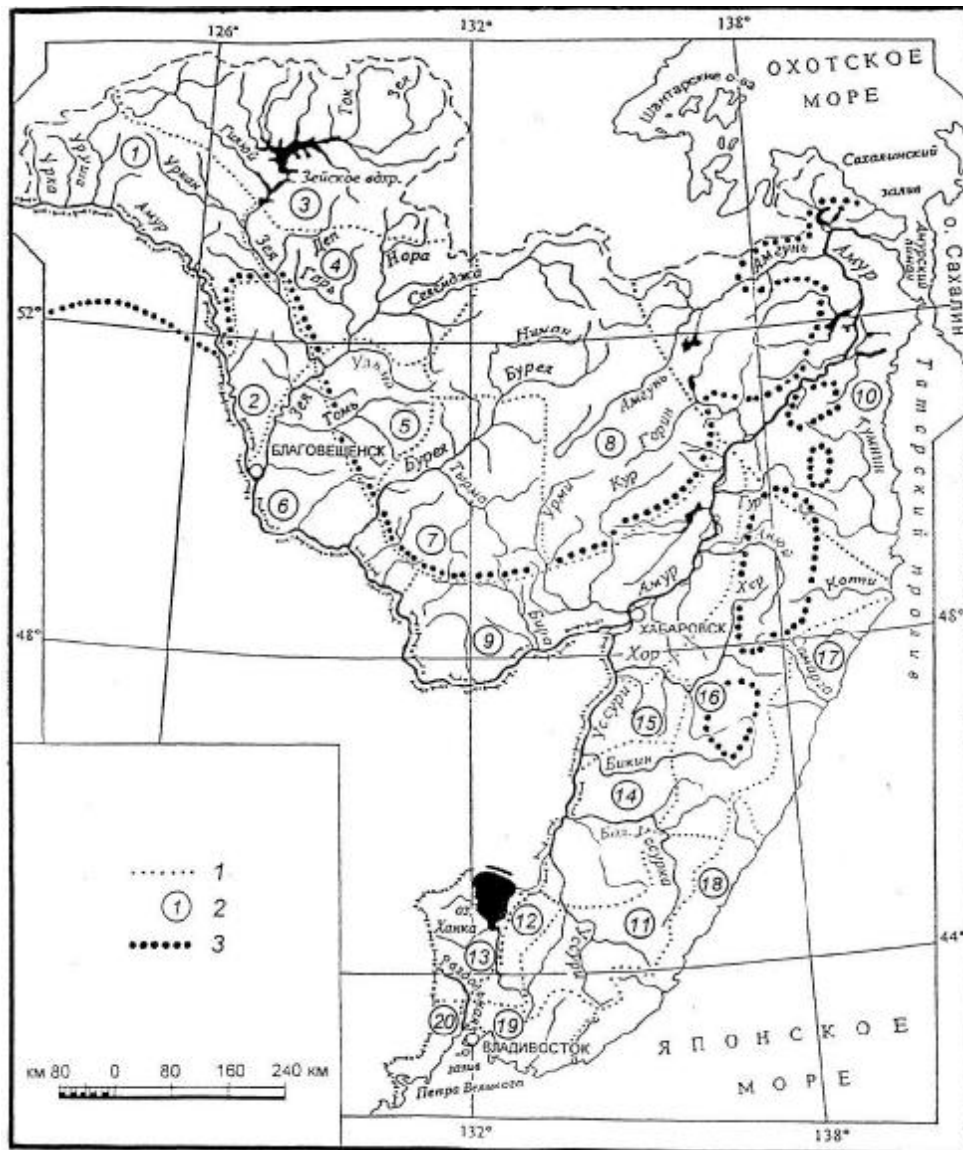


Рисунок 1 - Карта гидрологических районов и распространения многолетней мерзлоты на юге Дальнего Востока России:

1 – граница района (районы с синхронным появлением типов внутригодового распределения стока [1]); 2 – номер района; 3 – южная граница зоны многолетней мерзлоты (по [5] и [12])

Для пользования таблицей 2 значение среднего многолетнего модуля минимального месячного зимнего стока $\bar{q}_{м.з}$ в л/(с·км²) приближенно определяется по данным ежегодного измерения расхода воды в заданном створе в период самого низкого зимнего стока (в январе, феврале или марте) для 3-4 зим. Значение среднего многолетнего модуля годового стока \bar{q} в л/(с·км²) определяется по изученной реке-аналогу, имеющей питание напорными подземными водами.

Таблица 1 - Рекомендуемые расчетные значения отношения коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации C_s / C_v и коэффициента автокорреляции между смежными членами стокового ряда $r(1)$, для неозерных рек, не подверженных существенному влиянию аномальных для данного района физико-географических условий и хозяйственной деятельности

Номер зоны, области	Номера районов по рисунку и отличительный признак территории	C_s / C_v					$r(1)$			
		годовой сток	минимальный сток		максимальный сток дождевых паводков		годовой сток	минимальный сток		максимальные расход воды и объем стока дождевых паводков
			летний	зимний	расход воды	объем стока		летний	зимний	
I	1, 3, 4, 5, 7, 8 и области многолетней мерзлоты в районах 10 и 16. Зона и области сплошной и островной многолетней мерзлоты	1,5	1,5	2,0	2,5	2,5	0,25	0,15	0,20	0
II	2, 6. Область устойчивой разгрузки в речную сеть напорных подземных вод (южные подрайоны Амурско-Зейского плато и Зейско-Буреинской равнины)	см. табл. 2					см. табл. 2			0
III	9, 13. Зона неустойчивого увлажнения (Среднеамурская и Западно-Приморская равнины)	2,0	2,5	2,0	2,5	2,5	0,25	0	0,20	0
IV	10, 14–17, кроме зоны и областей многолетней мерзлоты в районах 10 и 16. Зона слабой деятельности тропических циклонов (тайфунов) вне зоны и областей многолетней мерзлоты (Центральный Сихотэ-Алинь и северная часть Восточного Сихотэ-Алиня)	1,5	2,5	1,5	3,0	2,5	0,10	0	0,20	0

V	11, 12, 18, 19, 20. Зона деятельности тайфунов (южные части Центрального и Восточного Сихотэ-Алиня, Южный Сихотэ-Алинь и южная часть окраины Восточно-Маньчжурского нагорья)	2,5	3,0	1,5	3,0	2,5	0	0	0,25	0
---	--	-----	-----	-----	-----	-----	---	---	------	---

Таблица 2 - Рекомендуемые расчетные значения отношения коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации C_s / C_v и коэффициента автокорреляции между смежными членами стокового ряда $r(1)$ для рек области II (см. табл. 1) в зависимости от отношения среднего многолетнего модуля минимального месячного зимнего стока к среднему многолетнему модулю годового стока $\bar{q}_{м.з} / \bar{q}$

$\bar{q}_{м.з} / \bar{q}$	Годовой сток		Минимальный сток (месячный, 30-суточный, декадный, суточный)				Максимальный сток дождевых паводков	
			летний		зимний		расход воды	слой стока
	C_s / C_v	$r(1)$	C_s / C_v	$r(1)$	C_s / C_v	$r(1)$	C_s / C_v	C_s / C_v
0,00–0,02	3,0	0,25	3,5	0,25	2,0	0,25	2,5	2,0
0,03–0,07	3,5	0,30	3,5	0,30	2,0	0,25	3,0	2,5
0,08–0,12	3,5	0,35	3,5	0,35	2,0	0,30	3,0	2,5
0,13–0,18	4,0	0,40	3,5	0,40	2,0	0,35	3,5	3,0
0,19–0,23	4,0	0,45	3,5	0,50	2,5	0,40	3,5	3,0
0,24–0,29	4,0	0,50	4,0	0,55	2,5	0,45	4,0	3,5
0,30–0,34	4,0	0,55	4,0	0,60	2,5	0,50	4,0	3,5
0,35–0,39	4,5	0,60	4,0	0,65	2,5	0,55	4,5	4,0
0,40–0,45	4,5	0,65	4,0	0,70	3,0	0,60	5,0	4,0
0,46–0,50	4,5	0,70	4,0	0,75	3,0	0,60	5,5	4,5
0,51–0,55	4,5	0,75	4,5	0,80	3,0	0,65	5,5	4,5
0,56–0,60	4,5	0,80	4,5	0,85	3,0	0,70	6,0	5,0

Для зон I, III, IV и V групповые оценки параметров C_s / C_v и C_s для годового и минимального стока получены с проверкой гипотезы однородности объединяемых значений параметров C_s и $\tilde{r}(1)$ по методике [7, 9]: путем сопоставления эмпирических и теоретических кривых распределения $\tilde{r}(1)$ по критериям математической статистики. При этом использовались данные соответственно 25, 6, 14 и 19 гидрологических постов на 24, 6, 14 и 18 реках за 20–71, 24–42, 26–68 и 29–69-летние (в среднем 36, 35, 45 и 42-летние) периоды наблюдений.

Оценки несмещенного отношения коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации C_s / C_v и смещенного коэффициента автокорреляции $\tilde{r}(1)$ для этих зон определены из индивидуальных оценок этих параметров как средние взвешенные по объему ряда для рядов в пределах каждой из зон. Оценки отно-

шения коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации C_s/C_v для этих зон получены как несмещенные непосредственно, поскольку определялись по индивидуальным несмещенным оценкам этого параметра, определенным по методу приближенно наибольшего правдоподобия. Несмещенная групповая оценка коэффициента автокорреляции $r(1)$ для каждой из зон I, III, IV и V рассчитывалась по формуле А. В. Рождественского [8].

Выполнение групповой оценки коэффициента автокорреляции $\tilde{r}(1)$ по его значениям $\tilde{r}(1)$ для индивидуальных рядов с близкими по длине периодами наблюдений [6, 7], для юга Дальнего Востока неприемлемо, так как периоды наблюдений, близкие по длине, здесь часто близки и по срокам. А это заведомо приводит к следующим нежелательным эффектам: во-первых, к получению совокупности значений $\tilde{r}(1)$ с заниженной дисперсией, что делает оценку соответствия эмпирического распределения выборочных оценок $\tilde{r}(1)$ их теоретическому распределению необъективной; во-вторых, – к завышению или, наоборот, занижению оценки $\tilde{r}(1)$ по данным группы пунктов. Поэтому чтобы использовать наибольший объем эффективной независимой информации, коэффициенты автокорреляции определялись по рядам, различным по длине и срокам наблюдений. Для более эффективного и методологически корректного использования имеющихся данных наблюдений применялся прием получения групповой оценки смещенного коэффициента автокорреляции по его оценкам для индивидуальных рядов как среднее взвешенное значение по объемам имеющихся рядов.

Для выделяющейся по геологическому строению и гидрогеологическим условиям [4] области V использовались данные девяти гидрологических постов на девяти разных реках, имеющих в разной степени выраженное, характерное для данной области повышенное устойчивое питание напорными подземными водами. Периоды наблюдений по этим рекам – от 14 до 46 лет. Оценка репрезентативности коротких периодов, показавшая удовлетворительные результаты, выполнялась с применением метода скользящих n -летий при различном значении n по данным пунктов с наиболее продолжительными периодами наблюдений. Для отношения C_s/C_v и коэффициента автокорреляции $r(1)$ годового стока получены эмпирические уравнения регрессии соответственно:

$$(C_s/C_v) = 2,17(\bar{q}_{м.3}/\bar{q}) + 3,46; \quad (1)$$

$$r(1) = 0,925(\bar{q}_{м.3}/\bar{q}) + 0,257. \quad (2)$$

Парные коэффициенты корреляции r эмпирических зависимостей, отражаемых уравнениями (1) и (2), равны соответственно 0,65 и 0,87, а их средние квадратические ошибки – соответственно 0,20 и 0,08. Средние квадратические ошибки коэффициентов регрессии уравнений (1) и (2) равны соответственно 0,84 и 0,17; средние квадратические отклонения от регрессии – соответственно 0,45 и 0,09.

На основе уравнений (1) и (2), а также аналогичных уравнений регрессии для минимального летнего минимального зимнего и максимального стока составлена таблица 2. Несмотря на сравнительно невысокое значение r для зависимости параметра C_s/C_v от фактора $\bar{q}_{м.з}/\bar{q}$, эту зависимость (в форме табл. 2) рекомендуется использовать в качестве расчетной, так как для параметра C_s/C_v эмпирическая зависимость индивидуальных его оценок от какого-либо фактора, оцениваемая значением $r=0,65$ (для годового стока), судя по имеющимся литературным данным [6, 10], является тесной. Для максимальных расхода воды и объема стока дождевых паводков эмпирическим зависимостям индивидуальных оценок параметра C_s/C_v от фактора $\bar{q}_{м.з}/\bar{q}$, соответствуют парные коэффициенты корреляции 0,67 и 0,62.

Данные таблицы 1 использовались при оценке состояния гидротехнических сооружений напорного фронта четырех водохранилищ для нужд орошения в Приморском крае при разработке деклараций безопасности сооружений [3].

Литература

1. Гавриков С. А. Инженерно-гидрологические основы решения водохозяйственных проблем юга Дальнего Востока// ДальНИИГиМ: Сб. науч. трудов. Вып. 14.– Владивосток, 2001. С. 129–157.
2. Гавриков С. А. Районирование юга Дальнего Востока России для оценки коэффициентов асимметрии и автокорреляции в рядах годового и минимального стока рек// Тез. докл. VI Всерос. гидролог. съезда.– СПб.: Гидрометеиздат, 2004. Секция 5. С. 179–180.
3. Гавриков С. А., Головин В. Л., Зверев А. В. Некоторые требования к оценке безопасности гидротехнических сооружений водохранилищ// Научно-технические проблемы мелиорации. Междунар. науч. конф. (Костяковские чтения): Материалы конф. 30 марта 2005 г.– М.: Изд. ВНИИА, 2005. С. 229–232.
4. Караванов К. П. Гидрогеологическое районирование Хабаровского края и Амурской области// Мерзлотно-гидрогеотермические и гидрогеологические исследования на востоке СССР.– М.: Наука, 1967. С. 165–175.
5. Кончакова А. И., Орлова А. М., И. Б. Райхлин И. Б. Схематическая карта распространения многолетней мерзлоты// Васьковский М. Г. Поверхностные и подземные воды// Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 18. Вып. 1. Верхний и Средний Амур.– Л.: Гидрометеиздат, 1966. С. 82.
6. Раткович Д. Я. Многолетние колебания речного стока.– Л.: Гидрометеиздат, 1976.– 256 с.
7. Рекомендации по статистическим методам анализа однородности пространственно-временных колебаний речного стока.– Л.: Гидрометеиздат, 1984.– 78 с.
8. Рождественский А. В. Оценка точности кривых распределения гидрологических характеристик.– Л.: Гидрометеиздат, 1977.– 271 с.
9. Рождественский А. В., Лобанова А. Г. Годовой сток рек: распределение по территории// Водные ресурсы Нечерноземной зоны РСФСР/ под ред. А.А. Соколова, С. И. Харченко, Б. М. Доброумова.– Л.: Гидрометеиздат, 1980. С. 28–34.

10. Сахарюк А. В. Оценка коэффициентов асимметрии и автокорреляции на примере расчетов по рядам годового и максимального стока рек Дальнего Востока// Тр. V Всесоюз. гидролог. съезда. Т. 6.–Л., 1989. С. 140–147.
11. СП 33-101-2003. Определение основных гидрологических характеристик.– М.: Госстрой РФ, 2004.– 120 с.
12. Хабаровский край: Физическая карта для средней школы.– М.: ГУГК, 1987.– 2 л.

УДК 556.18

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ НА ЭНГЕЛЬССКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

В.Н. Рыбкин, А.В. Перминов

МГУП, Москва, Россия

Для построения и реализации модели управления водными ресурсами системы наряду с оценкой располагаемых водных ресурсов важное значение имеет оценка современного и перспективного использования водных ресурсов. В первую очередь необходимо получить надежные временные ряды показателей водопотребления и проанализировать природно-хозяйственные условия, определяющие эти ряды. Немаловажно также сформировать гипотезы возможного изменения этих показателей.

Для анализа оценки требований населения и хозяйства к водным ресурсам (количеству и качеству) традиционно используются два подхода: нормативный и экстраполяция выявленных тенденций в динамике показателей водопотребления. Нормативный подход основан на перспективной оценке состава и структуры народнохозяйственного комплекса и объемов товарной продукции в основных секторах экономики и также численности населения (городского и сельского). Располагая такой информацией и удельными укрупненными нормами водопотребления (на единицу продукции, орошаемый гектар, одного человека), можно оценить потребность в воде. При этом основные трудности связаны, во-первых, с достоверностью знаний о развитии экономики, возможных изменениях технологии получения промышленной и сельскохозяйственной продукции, во-вторых, с размещением новых предприятий по территории. Важны также оценка и прогноз состояния водных источников (поверхностных и подземных).

Второй подход базируется на результатах анализа закономерностей ретроспективной динамики показателей использования водных ресурсов отраслями хозяйства и населением. Главная цель такого анализа – определение характерных тенденций в динамике этих показателей, а экстраполяция таких тенденций – основа оценки перспективного водопотребления. Трудности же связаны с правомерностью распространения выявленных тенденций на предстоя-

шую перспективу, выбором вида математической модели и оценкой ее параметров. По существу второй подход сопряжен с разработкой модели прогноза водопотребления.

Нормативный подход и метод экстраполяции требуют прежде всего анализа динамики современного водопотребления и выявления в ней характерных периодов. Одна из важнейших целей ретроспективного анализа водопотребления – формирование рядов основных показателей водопользования для максимально объективных оценок его современного состояния и тенденции развития в ближайшем будущем.

Орошаемое земледелие было одним из ведущих наиболее динамично развивающихся водопотребителей в бассейне р. Волги. С 1970 по 1990 гг. площадь орошаемых земель возросла с 0,32 до 2,13 млн. га. Однако с начала 1990-х гг. картина существенно изменилась. Резкое снижение финансового обеспечения отрасли и обвальное сокращение затрат на поддержание мелиоративных систем в работоспособном состоянии сопровождалось разрушением поливного потенциала и переводом орошаемых земель в богарные. Площадь земель регулярного орошения в бассейне р. Волги неуклонно сокращалась и к 2001 году составила около 1,4 млн. га. Еще более быстрыми темпами сокращалась площадь фактически политых земель. Площадь фактически политых земель снизилась с 1,8–2,0 (1984-1988 гг.) до 0,66 млн. га (2000 г.). Значительные площади не поливаются из-за отсутствия оборудования, запасных частей, разрывов трубопроводов, ухудшения ремонтной базы в связи с нарушением устойчивых хозяйственных связей. В соответствии с изложенным существенно снизились объемы воды, используемой на орошение. Произошло это как из-за резкого сокращения поливаемых площадей, так и за счет снижения удельного водопотребления в результате внедрения комплекса водосберегающих мероприятий. Однако дальнейшее снижение оросительных норм (брутто-поле) за счет уменьшения количества поливов недопустимо. Все показатели орошаемого земледелия, приведенные в статье для бассейна р. Волги, подсчитаны также и для условий Энгельсской оросительной системы.

Согласно прогнозу развития сельскохозяйственного производства и объемов его водопотребления в первую половину прогнозного периода оно находится под сильным влиянием тенденций, сформировавшихся в ретроспективный период: резкого спада производства сельскохозяйственной продукции и инвестиций в эту отрасль, крайне низкого финансирования и слабой помощи со стороны государства, сильной изношенности и старения материально-технической базы. К началу 2000 г. производство продукции сельского хозяйства во всех категориях хозяйств составило 59% показателей 1990 г. При этом доля продукции растениеводства с мелиорированных земель, дающих устойчи-

вые урожаи даже в самые неблагоприятные годы, снизилась с 15 до 10%. Обозначился возврат к примитивным ручным технологиям. В последние годы по этой причине из активного оборота было выведено около 25 млн. га сельскохозяйственных угодий. Поэтому в первую очередь необходимо приостановить дальнейшее снижение плодородия почвы. Для этого требуется осуществление комплексных мелиораций, прежде всего гидротехнических. Значимость гидро-мелиоративных мероприятий наглядно проявилась в 1998 и 1999 гг., когда из-за жестокой засухи во многих южных регионах страны и избыточного увлажнения в северо-западном регионе производство продукции растениеводства по сравнению с показателями 1997 г. уменьшилось почти на 40%. Однако площадь мелиорированных земель в последние годы резко сократилась. В начале 1990-х гг. ежегодно выводилось из оборота 300-400, в настоящее время – 100-150 тыс. га орошаемых земель. Ввод же в эксплуатацию орошаемых земель сократился с 200 до 2-5 тыс. га в год. Вероятно, процесс сокращения площадей орошаемых угодий удастся приостановить не ранее, чем через 10 лет. Согласно Концепции программы «Обеспечение воспроизводства плодородия земель сельскохозяйственного назначения» /Вопросы мелиорации. 1999.. № 3-4. с.3-21/ основное внимание в предстоящий период должно быть уделено реконструкции и восстановлению действующих оросительных систем. К 2010 г. эти работы должны быть проведены на площади около 3,1 млн. га. Ввод же в эксплуатацию новых орошаемых земель предусмотрен на площади 200 тыс. га (80 тыс. га в 2001-2005 гг.).

Составляемые заранее на весь вегетационный период внутрихозяйственные планы водопользования не могут быть реализованы, так как конкретный год, в который осуществляется орошение, никогда не совпадает ни с одним из характерных лет. Текущее планирование для характерных лет необходимо только при проектировании организации орошения на предстоящий год, для ориентации общего направления хозяйственной деятельности в типичных погодных условиях. Фактическое водопользование может производиться только на основании оперативных планов, составляемых на предстоящую декаду. Методика составления оперативного плана такая же, как и методика составления текущего плана. Ее отличие и преимущество по сравнению с текущим планом состоит в том, что при оперативном планировании может быть реализована обратная связь, т.е. учтено фактическое состояние объекта на начало планирования (влагозапасы почвы и состояние посевов сельскохозяйственных культур), что делает оперативный планы более точным, чем план текущий. Однако и при составлении оперативных планов производственники сталкиваются с принципиальными трудностями, которые вызваны стохастической природой погодных условий и недостаточными развитием методов декадного метеорологического

прогноза. Гидрометслужба в настоящее время выдает прогнозы температуры воздуха на высоте 2 м и декадной суммы осадков.

Прогноз температуры воздуха выдается в виде среднедекадных температур с доверительным интервалом $\pm 2,5^\circ\text{C}$. Прогноз считается оправдавшимся, если фактическая температура попадает в доверительный интервал. По неофициальным оценкам Гидрометслужбы оправдываемость такого прогноза составляет около 0,8. Прогноз осадков выдается в виде карт, на которые наносятся изолинии отклонений величины осадков от нормы. Оправдываемость прогноза осадков ниже оправдываемости прогноза температуры.

Исходя из этого, при расчете режима орошения конкретной сельскохозяйственной культуры в конкретный год нужно принять решение о том, какой информацией следует пользоваться для расчета потребности в оросительной воде на предстоящую декаду.

Среди методов экстраполяции наибольшее распространение получили группы методов, включающие в себя методы наименьших квадратов, экспоненциального сглаживания, стохастического прогнозирования и адаптивного сглаживания. В последнее время в практике прогнозирования часто используется метод имитационного моделирования. Так как характеристика и возможности всех этих методов достаточно подробно описаны в Рабочей книге по прогнозированию /М.: Мысль, 1982. 430 с./, рассмотрим лишь те методы, которые используются для оценки перспективного водопотребления в отраслях хозяйства и населением применительно к бассейну Волги.

Поэтому сначала необходимо на основе анализа исходного временного ряда установить, к какому типу относится описывающая его модель. В общем виде модель авторегрессии p -го порядка имеет вид:

$$X_t = \Phi_1 X_{t-1} + \Phi_2 X_{t-2} + \dots + \Phi_p X_{t-p} + a_t. \quad (1)$$

При анализе и прогнозе динамики гидролого-водохозяйственных показателей широко используются процессы авторегрессии первого ($p=1$) и второго ($p=2$) порядков, то есть модели АР(1) и АР(2), определяем уравнениями:

$$X_t = \Phi_1 X_{t-1} + a_t, \quad |\Phi| < 1, \quad (2)$$

$$X_t = \Phi_1 X_{t-1} + \Phi_2 X_{t-2} + a_t. \quad (3)$$

Уравнения (2) и (3) – Марковский процесс первого и второго порядков.

Уравнение (1) после некоторых преобразований приводится к следующему виду:

$$r_k = \Phi_1 r_{k-1} + \Phi_2 r_{k-2} + \dots + \Phi_p r_{k-p}, \quad k > 0, \quad (4)$$

где r_k – элементы автокорреляционной матрицы.

Согласно (4) автокорреляция процесса AP(1) удовлетворяем соотношению:

$$r_k = \Phi r_{k-1}, \quad k > 0, \quad (5)$$

которое при $r_0 = 1$ имеет решение:

$$r_k = \Phi^k, \quad k > 0. \quad (6)$$

Таким образом, автокорреляция монотонно экспоненциально затухает до нуля при $\Phi > 0$ и меняет знак при $\Phi < 0$.

Аналогично для модели AP(2) можно получить:

$$r_k = \Phi_1 r_{k-1} + \Phi_2 r_{k-2}, \quad k > 0, \quad (7)$$

Наряду с авторегрессионными моделями широко используются и модели скользящего среднего, характеризующиеся общим уравнением вида:

$$X_t = a_t - q_1 a_{t-1} - \dots - q_q a_{t-q}. \quad (8)$$

Соотношение (8) определяет процесс скользящего среднего порядка q (СС(q)). Для модели СС(q) автокорреляция определяется выражением:

$$r_k = \left(-q_r + \sum_{j=1}^{q-k} q_j q_{j+k} \right) / (1 + q_1^2 + \dots + q_q^2), \quad k = 1, q, \quad r_k = 0 \quad \text{при } k > q. \quad (9)$$

Таким образом, для модели СС(q) автокорреляция обрывается на задержке q , а конечная протяженность автокорреляции - характеристическое свойство этой модели.

Практика прогнозирования показывает, что наилучшие результаты могут быть получены с помощью моделей смешанного типа, то есть моделей скользящего среднего и авторегрессии с двумя параметрами. Процесс APСС (1,1) описывается следующей формулой:

$$X(t) = \Phi_1^* x(t-1) + a(t) - q_1^* a(t-1), \quad (10)$$

где $a(t)$ – белый шум.

Автокорреляционная функция ряда APСС(1,1) экспоненциально убывает. Она убывает монотонно, если параметр авторегрессии $\Phi_1 < 0$. Если $\Phi_1 > 0$, то эта функция экспоненциально убывает, меняя знак на каждом следующем лаге.

Весьма эффективный и надежный метод прогнозирования - экспоненциальное сглаживание. Основные его достоинства следующие: учет весов исходной информации, простота вычислительных операций, гибкость описания различных динамик процессов. Метод экспоненциального сглаживания дает возможность оценить параметры тренда, характеризующие не средний уровень процесса, а тенденцию, сложившуюся к моменту последнего наблюдения. Чаще всего этот метод применяется при среднесрочном прогнозировании / Рабочая книга по прогнозированию. М.: Мысль, 1982. 430 с./ Для метода экспоненци-

ального сглаживания основной и наиболее трудный момент – выбор параметра сглаживания α . Начальных условий и степени прогнозирования полинома.

Пусть исходный динамический ряд имеет вид:

$$y_t = a_0 + a_1 t + \frac{a_2}{2} t^2 + \dots + \frac{a_p}{p!} t^p + e_t. \quad (11)$$

Метод экспоненциального сглаживания, то есть обобщенный метод скользящего среднего, позволяет описать процесс (1), при котором данным более поздних наблюдений придаются большие веса по сравнению с данными ранних наблюдений, причем эти веса убывают экспоненциально.

Выражение

$$S_t^{[k]}(y) = a \sum_{i=0}^n (1-a)^i S_{t-1}^{[k-1]}(y). \quad (12)$$

- экспоненциальная средняя k -го порядка для ряда y_t , где a - параметр сглаживания.

В расчетах для определения экспоненциальной средней используется рекуррентная формула /Рабочая книга по прогнозированию. М.: Мысль, 1982. 430 с./ :

$$S_t^{[k]}(y) = a S_t^{[k-1]}(y) + (1-a) S_{t-1}^{[k]}(y). \quad (13)$$

Использование соотношения (13) предполагает задание начальных условий $S_0^{[1]}, S_0^{[2]}, \dots, S_0^{[k]}$. Для этого можно воспользоваться формулой Брауна-Мейера, связывающей коэффициенты прогнозирующего полинома с экспоненциальными средними соответствующих порядков:

$$S_t^{[k]} = \sum_{p=0}^n (-1)^p \frac{a_p}{p!} \frac{ab}{(k-1)!} \sum_{j=0}^{\infty} j^p b^j \frac{(p-1+j)}{j!}, \quad (14)$$

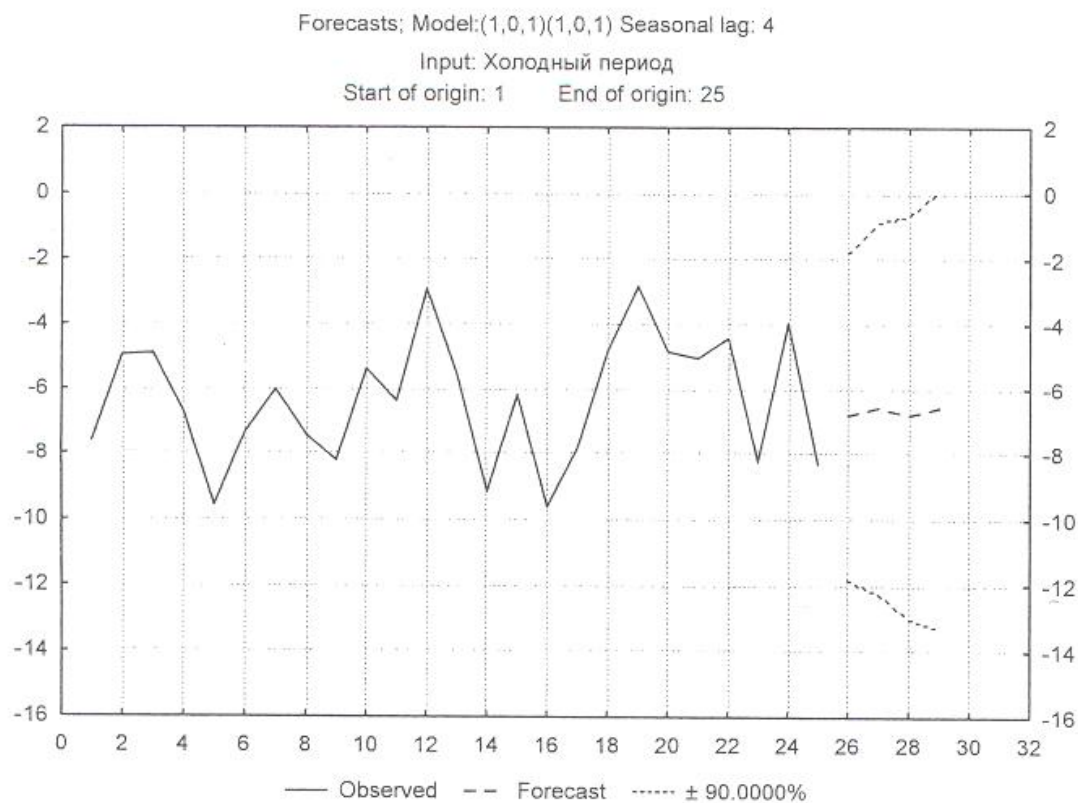
где $p=1,2,\dots,n+1$; a - оценка коэффициентов; $b = 1-a$.

Оценки коэффициентов прогнозирующего полинома определяются через экспоненциальные средние по фундаментальной теореме формулой Браун-Мейера. В этом случае коэффициенты a_j находятся в результате решения системы $(p+1)$ уравнений с $(p+1)$ неизвестными, связывающей параметры прогнозирующего полинома с исходной информацией.

С помощью этих моделей был сделан прогноз изменения температуры до 2005 г. Приведены результаты оценки по модели AP(1) (рис. 1).

Как видно из рисунка 1, в 2005 г. температура воздуха на Энгельсской оросительной системе составит – 6,5°C при крайних значениях (для $P = 90\%$) -1 – -3°C для холодного периода, а для расчетов по среднегодовым значениям температуры составит +7°C при крайних значениях +3 – +13°C. В последнем случае доверительный интервал резко расширяется, увеличивая тем самым возможную ошибку прогноза.

Холодный период



Среднегодовые

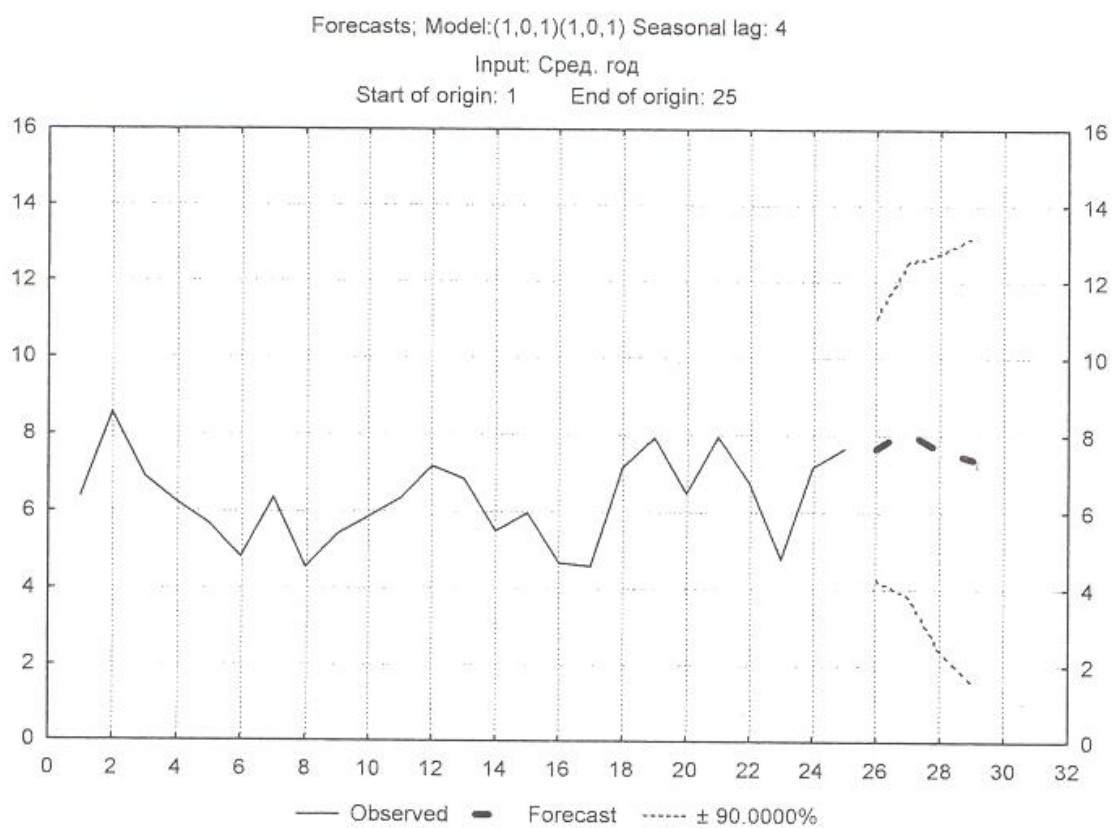


Рисунок 1 – Прогноз изменения температуры воздуха