

ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В ЗОНЕ ОРОШЕНИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ

© 2013 г. М.А. Рзаев

Азербайджанское НПО Гидротехники и Мелиорации, г. Баку, Азербайджан

Ключевые слова: аридная зона, водные ресурсы, управление орошением, коллекторно-дренажная сеть, климатические изменения, урожайность, экологическая безопасность.



М.А. Рзаев

Рассмотрены проблемы водопользования в зонах орошения на примере территории Кура-Араксинской низменности Азербайджанской республики. На основании анализа существующей системы управления орошением предложены пути ее совершенствования с учетом особенностей аридных зон республики на фоне продолжающегося глобального изменения климата и связанной с этим необходимостью оптимизации использования водных ресурсов и экологической защиты орошаемых территорий. Обоснована важность учета прогноза изменения климата при реконструкции и новом строительстве водохозяйственных объектов в целях обеспечения условий устойчивой эксплуатации оросительных систем, повышения эффективности водопользования и достижения высокой урожайности сельскохозяйственных культур.

Введение

В зонах недостаточного увлажнения орошение гарантирует обеспечение урожайности сельскохозяйственных культур и производства продукции растениеводства. Однако неправильное применение орошения приводит к возникновению экологических проблем, таким как излишние потери воды на инфильтрацию, эрозия и засоление почвы, поднятие уровня грунтовых вод и, в конечном итоге, к снижению эффективности орошаемого земледелия и ухудшению качества жизни проживающего на орошаемых территориях населения. Причины неправильного применения орошения различны и зависят от всего комплекса управления. Эта проблема особенно актуальна с учетом глобальных климатических изменений, происходящих за последние десятилетия.

Водное хозяйство России № 5, 2013

Водное хозяйство России

Свыше 50 % территории Азербайджанской республики характеризуется полупустынным и сухим климатом. Основные сельскохозяйственные угодья расположены в Кура-Араксинской низменности, для которой характерен климат аридных зон с засушливо жарким летом и умеренной зимой. На период вегетации из-за недостаточности естественной влагообеспеченности дефицит влажности восполняется орошением. В настоящее время площади орошения в республике достигли 1,424 млн га, ведущими водопотребителями являются ирригация и обводнение пастбищ. Длительное и широкое применение орошения сформировало водохозяйственную сеть Азербайджанской республики. С учетом нынешнего состояния водохозяйственного комплекса дальнейшее развитие орошения затруднено по ряду причин. К ним относятся изменение условий землепользования и водопользования, связанные с реформами сельского хозяйства и водного сектора, в т. ч. радикальные изменения структуры хозяйств, посевов, а также системы управления орошением.

С учетом климатических изменений обеспечение устойчивого развития, экономической эффективности сельского хозяйства, повышение экологической безопасности орошения являются актуальными проблемами для всех стран с орошаемым земледелием [1]. Для их решения требуется постоянное совершенствование и модернизация оросительных систем, исследование и оценка их текущего состояния для обоснованного вложения новых инвестиций. Эта задача в свою очередь диктует необходимость выработки и реализации комплексных мер по управлению орошением, начиная от водозабора до каждого пользователя воды на орошаемом поле. В последние годы вопросы изменения климата и его последствия для сельского хозяйства в аридных зонах мира, в т. ч. и в Азербайджане, становятся предметом пристального исследования и обсуждения. В связи с этим дальнейшее развитие орошения диктует определение степени уязвимости и готовности водохозяйственного комплекса в зоне орошения к новым экологическим условиям [2].

В данной статье проанализированы проблемы и пути смягчения последствий влияния глобальных климатических изменений на водохозяйственный комплекс, в т. ч. и на систему орошения, меры по обеспечению ее устойчивой эксплуатации. Исследования охватывают орошаемые территории Кура-Араксинской низменности, расположенные на западном берегу Каспийского моря. В ходе работы применены общепринятые методики исследований, а также использованы приемы непосредственной экспертной оценки.

Анализ и обсуждение проблемы

Цель агротехнических мероприятий – повышение урожайности при сохранении условий окружающей среды на оптимальном для данной культуры уровне. Для этого необходимо учитывать водно-физические свойства

почвы, биологические особенности выращиваемой культуры и климатические условия. Орошение в аридных зонах влияет на эти факторы больше, чем иные агротехнические мероприятия. Оно изменяет почти все почвенные факторы, влияющие на микроклимат, рост растений и даже их биологические свойства. Для того чтобы эти изменения были максимально полезными с точки зрения эффективности сельского хозяйства, необходимо правильное планирование орошения и оптимизации урожайности культур. При планировании новых ирригационных систем, параметров эксплуатации уже существующих, максимальная эффективность использования воды достигается в тех случаях, когда отношение потребляемой культурой количества воды к объему, поступившему в почву, приближается к единице. Просочившаяся за пределы корнеобитаемой зоны вода должна отводиться естественным дренированием, откачкой или другими приемами. Необходимо также сбалансировать приток солей с оросительной водой с их удалением за пределы корнеобитаемой зоны или осаждением в трудно растворимых формах. На практике соблюдение этих мер требует постоянного реагирования на изменения, принятия оперативных решений и разработки обоснованных рекомендаций по орошению. Обеспечение эффективности орошения диктует: там, где запасы воды ограничены или вода дорогая – при планировании работ следует добиваться максимального урожая на единицу поданной воды; при ограниченной земельной площади – максимального урожая на единицу орошаемых территорий и, наконец, там, где ограничены рабочая сила и капитал – максимальной продукции на единицу затраченного труда или единицу капитала [3].

В Азербайджане водное хозяйство развивалось под влиянием интенсификации сельского хозяйства (табл. 1) в соответствии с задачами плановой экономики бывшего СССР [4, 5]. По данным Кадастра водохозяйственных объектов страны, в настоящее время в эксплуатации находится 2124,7 км

Таблица 1. Орошаемые земли Азербайджанской республики

Годы	Общая площадь, тыс. га	в том числе, тыс. га		
		пригодные для сельского хозяйства	из них	
			насаждения	многолетние насаждения
1970	1129,9	1128,0	863,5	190,7
1980	1215,4	1212,0	950,2	249,5
1990	1422,8	1418,5	1095,0	234,1
2000	1426,0	1423,0	1176,5	173,6
2010	1424,6	1421,4	1200,1	157,7

магистральных, 7403,5 км межхозяйственных, 43 650 км внутрихозяйственных каналов, 10784,7 км магистральных и межхозяйственных коллекторов, 18789,1 км дренажной сети [6]. Особенности водохозяйственного комплекса Азербайджана заключаются в том, что при наличии сравнительно наибольшего ирригационного фонда на Южном Кавказе дефицит водных ресурсов не позволяет его полностью освоить. Страна находится в нижней части бассейна р. Куры, оставшаяся часть стока не может обеспечить потребности республики в воде. С другой стороны, транзитно поступившие воды рек Куры и Аракса подвержены загрязнению отходами предприятий соседних стран. В низменной части грунтовые воды имеют высокую минерализацию, поэтому орошение проводится на фоне дренажа для отвода грунтовых вод за пределы поля и поддержки их уровня ниже корнеобитаемого слоя, чтобы правильно регулировать водно-солевой баланс. Сохранение плодородия почвы требует регулярных мелиоративных мероприятий, в т. ч. промывки орошаемых земель и, соответственно, дополнительных водных ресурсов.

В настоящее время для нужд народного хозяйства забирается 11,8 млрд м³ воды, из которых 5,8 млрд м³ используется для орошения и сельского хозяйства. Потери при транспортировке составляют 3,8 млрд м³. Динамика водопотребления по республике за 2000–2011 гг. показывает, что в сравнении с 2000 г. забор воды из природных источников увеличился на 6 %, а потери при транспортировке выросли на 19 %. Объем использованной оросительной воды также увеличился на 34 %. Доля потерь при транспортировке, в сравнении с общим водозабором, за данный период выросла с 27 % в 2000 г. до 32 % в 2011 г., т. е. на 5 % (рис. 1) [7]. По районам Кура-Араксинской низменности водопотребление в сельском хозяйстве также демонстрирует тенденции увеличения потерь при транспортировке (табл. 2) [8].

При плановой экономике необходимые мелиоративные мероприятия финансировались и осуществлялись государством, но при этом водохозяйственный комплекс в зоне орошения также имел требующие решения проблемы как на бассейновом уровне, так и на уровне территорий [9]. При нынешнем состоянии водопользования и землепользования в сельском хозяйстве решение этих задач затруднено по ряду причин. За последние десятилетия условия водопользования и землепользования в республике значительно изменились в связи с реформами сельского хозяйства и водохозяйственного комплекса. Земли приватизированы, в результате чего сельскохозяйственное производство осуществляется в основном мелкими хозяйствами: размер хозяйств в зависимости от регионов колеблется между 1,08–5,22 га. Раньше на орошаемой площади применяли различные способы орошения, включая дождевание. В настоящее время поверхностный

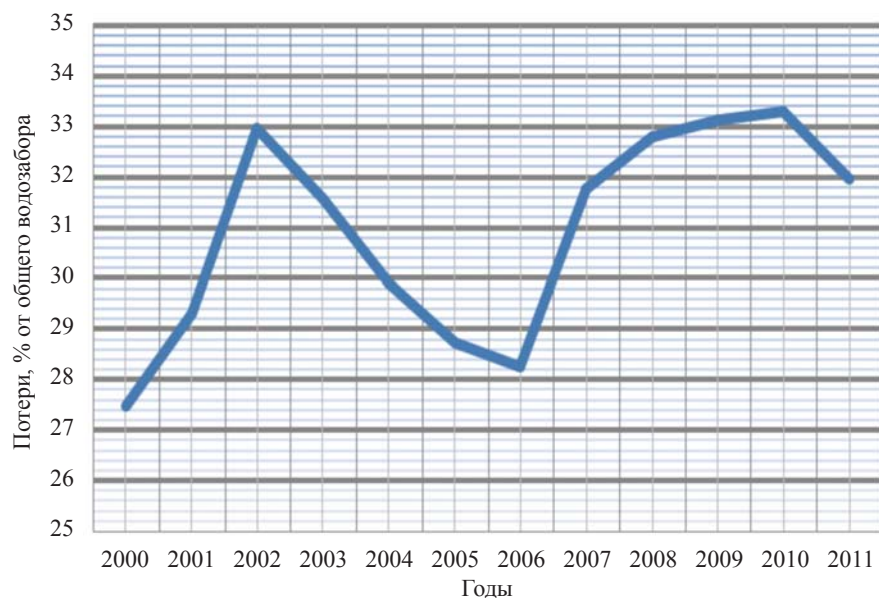


Рис. 1. Динамика потерь воды при транспортировке, Азербайджан.

полив является основным способом, т. к. имеющиеся оросительные системы с дождеванием разрушены в результате приватизации и раздробления полей между землевладельцами во время реструктуризации крупных хозяйств.

Таблица 2. Показатели водопотребления орошения в Кура-Араксинской низменности

Годы	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Забор воды из источников, 10^6 м^3	7870,6	8137,4	7791	7296,3	7206,5	7348,4
Использованная вода для орошения, 10^6 м^3	3667,5	3591	3256,2	3335,4	3268,2	3398,9
Потери при транспортировке, 10^6 м^3	2491,5	2867,4	2763,3	2627,4	2713,4	2738,3
Доля потерь от общего водозабора, %	32	35	35	36	38	37
Орошаемые площади, га	592 145	607 421	645 544	705 738	652 339	684 938
Подача воды на 1 га, 10^3 м^3	6,2	6,1	5,5	5,6	5,5	5,7

Внутрихозяйственные оросительные сети эксплуатируются специально созданным Объединением Водопользователей (ОВП), которое пока не имеет достаточного опыта и финансовых средств для управления этими системами. Водохозяйственные услуги по орошению осуществляются районными управлениями оросительных систем на основании договоров с ОВП. ОВП обеспечивает распределение воды между водопользователями и осуществляет сбор денег от фермеров, при этом, согласно законодательству, в плату включают также расходы, связанные с эксплуатацией оросительной системы. Производство поливов затруднено по причине различного состава культур на поле и малого размера полей. Канал заполняется водой, которая транспортируется для полива определенной культуры, но из-за небольшого размера поля используется только часть воды, а остальная непроизводительно сбрасывается или теряется на инфильтрацию, в результате чего заливается дно канала. С другой стороны, во время полива вода просачивается на соседние поля с другой культурой, не требующей орошения на данный период. В итоге значительная часть оросительной воды расходуется на непроизводительные потери, при этом отрицательно влияя на развитие культуры на соседнем поле (рис. 2).

Если учесть, что КПД земельных каналов не превышает 0,6 и во время поливов, даже при их правильной организации, наименьшая влагоемкость (НВ) на поле превышает 15–30 %, тогда становятся очевидными масштабы потери воды.



Результаты оценки, проведенные по Сальянскому району, наглядно демонстрируют низкую эффективность использования воды (табл. 3). По Сальянскому и Нефтечалинскому районам оросительная сеть состоит из систем каналов и насосных станций, расположенных вдоль рек Куры и Аккуша. По обоим УОС около 55 % средств расходуется на оплату потребленной насосными станциями электроэнергии. По причине незапланированного отключения электричества за оросительный сезон по Сальянскому УОС потери воды составляют порядка 12 %, при этом нарушаются графики поливов и возникает необходимость дополнительной очистки каналов от ила. С другой стороны, грунтовые воды также отводятся коллекторами с помощью насосных установок с учетом рельефных особенностей региона. За 2011 г. количество откачиваемых насосными установками грунтовых вод в море посредством коллекторно-дренажных сетей с территории Сальянского района составило 190 064 тыс. м³ со средней минерализацией 10 г/л [10, 11].

Одновременно по низменности наблюдается снижение урожайности некоторых сельскохозяйственных культур. За 2005–2011 гг. урожайность хлопчатника снизилась от 17,5 до 15,3 ц/га (на 12,6 %), по зерновым культурам наблюдается также снижение урожайности за этот же период от 29,5 до 26,4 ц/га (на 10 %) [8]. Длительная эксплуатация оросительных систем, их несовершенство, недостатки при эксплуатации оросительной и коллекторно-дренажной сетей, а также недостаточная готовность к новым условиям ведения сельского хозяйства, в частности управления орошением, привели к ухудшению использования оросительной воды и мелиоративному состоянию земель. По республике площадь земель с уровнем грунтовых вод до 2,0 м составляет 450 512 га. Минерализация грунтовых вод больше 3 г/л распространена на площади 330 475 га, 375 017 га земли подвержены слабому засолению, 164 716 га – среднему засолению, 101 559 га – сильному засолению [12].

Экологический ущерб орошения определяется степенью его отрицательного воздействия на окружающую среду. К ним относятся: расходы, связанные с промывкой земель в результате поднятия грунтовых вод; рекультивация земель из-за их возможной зараженности избыточным удобрением и пестицидами; ухудшением здоровья людей, проживающих на

Таблица 3. Оценка использования воды для орошения, Сальяны, 2011 г.

Общая забираемая вода, 10 ⁶ м ³	Потери при транспортировке, 10 ⁶ м ³	Вода для орошения, 10 ⁶ м ³	Потери, 10 ⁶ м		Фактическая использованная вода, 10 ⁶ м ³	% от забора воды для орошения, 10 ⁶ м ³
			внутрихозяйственная сеть	на поле		
263	78,8	183,4	73,36	14,7	95,4	52

близлежащих территориях. Учет и оценка экологического ущерба требуют дополнительных мер и средств по организации мониторинга и лабораторных исследований на современном уровне [13]. Внутрихозяйственные оросительные и дренажные инфраструктуры не были полностью законодательно переданы на баланс ОВП, что в свою очередь привело системы в упадок. Результаты успешной передачи ирригационных систем позволили бы освободить государство от постоянных расходов на эксплуатацию и техническое обслуживание переданных ирригационных систем, сформировать финансово независимую структуру по оказанию водохозяйственных услуг и снизить уровень развала ирригационной инфраструктуры, повысить ответственность поставщиков услуг перед водопользователями [14]. Другим последствием чрезмерного раздробления бывших колхозов и совхозов на мелкие фермерские хозяйства является отсутствие стимула для мелких фермеров нести расходы по поддержке ирригационной инфраструктуры. Таким образом, проблемы орошения можно сгруппировать следующим образом.

На уровне внутрихозяйственной оросительной сети ОВП:

- недостаточное участие фермеров в эксплуатации инженерной инфраструктуры внутрихозяйственных оросительных систем; отсутствие средств для применения современной поливной техники;

- низкий коэффициент полезного действия открытых оросительных каналов и дренажа. Плата за оросительную воду невысока, поэтому фермеры не заинтересованы снижать потери поливной воды;

- отсутствие у фермеров необходимых знаний о свойствах почвы, ведении сельского хозяйства, в том числе орошения, и высококвалифицированных специалистов, способных дать необходимые рекомендации. Законодательная неопределенность права собственности оросительных систем, незавершенность передачи инфраструктуры внутрихозяйственных оросительных систем в ОВП.

На уровне государственных оросительных и дренажных систем:

- недостаточность средств бюджета на эксплуатацию, капитальный ремонт, реконструкцию и модернизацию существующей инфраструктуры, строительство новых оросительных систем. В условиях большого количества мелких фермерских хозяйств государственные эксплуатационные службы не могут оказывать качественное ирригационное обслуживание из-за частичной утраты оросительными системами технологической целостности в результате дробления земель;

- отсутствие гибкости оросительных систем к подаче воды в широком диапазоне расходов. Зависимость орошения от электроснабжения, низкого качества систем каналов на земельном русле, высокой себестоимости подачи по магистральным и межхозяйственным каналам единицы объема воды, слабого управления водораспределением в каналах. Значительный физиче-

ский и моральный износ оросительной сети, некоторых насосных станций и гидротехнических сооружений, все чаще приводящий к частичной утрате ими работоспособности. Отсутствие на оросительных системах современных установок водо- и энергоучета;

– невозможность или слабое применение эксплуатирующими оросительными системами организациями по причине дефицита финансовых ресурсов достижений научно-технического прогресса в области мелиорации земель. Отсутствие соответствующей автоматизированной базы и знаний, необходимых для точного управления орошением.

На национальном уровне следует обратить внимание на следующие вопросы:

– формирование правовой базы и стимулов по консолидации мелких хозяйств и развитию кооперативов;

– отсутствие производства в стране недорогой, надежной и высокопроизводительной поливной техники, кадровые проблемы в сфере мелиорации, обусловленные низкой заработной платой квалифицированных специалистов;

– осознание значения водосберегающих технологий орошения как основы продовольственной безопасности страны. Следует обратить внимание на недостаточность финансирования научно-исследовательских работ по вопросам орошения и экологии, неясность их направленности, низкую результативность.

Перечисленные недостатки требуют устранения, однако для выработки мер важно учитывать климатические изменения и их дальнейшие последствия, которые являются самой острой и актуальной проблемой во всем мире [15].

Предупреждение изменения климата в зонах орошения

Глобальные изменения климата наблюдаются и в регионе Южного Кавказа, в т. ч. в Азербайджанской республике. Они выражаются в увеличении температуры, повышении уровня моря, перераспределении стока рек, уменьшении снегопадов и сдвигом вверх снеговой линии. В сравнении с 1880-ми годами повышение температуры составляет в среднем от 0,5 до 0,6 °С. За последние 10 лет самые высокие зарегистрированные температуры наблюдаются на территории Кура-Араксинской низменности. Произошло также сокращение и перераспределение стока рек. В течение последних десятилетий в результате сокращения доли питания снега сезонная снеговая линия поднялся с 1300–1500 до 1800–2000 м над уровнем моря. Помимо освоения природных ресурсов в море и в прибрежных районах социально-экономические и экологические проблемы Каспийского моря в последнее время усугубляются колебаниями уровня моря под влиянием глобального изменения климата на сток рек.

За 1978–1995 гг. речной поток увеличился на 10–11 %, что, в свою очередь, способствовало повышению уровня моря на 2,5 м. В течение этого периода 485 км² прибрежной зоны были затоплены, что привело к эрозии берегов, засолению почвы и экономическому ущербу на сумму около 2 млрд долларов США. По данным Межправительственной группы экспертов ООН по изменению климата (МГЭИК), территория Южного Кавказа находится в пределах пояса, где до конца века увеличение средней температуры прогнозируется от 2 до 4 °С, в т. ч. в Азербайджане на 4,1–5,8 °С к 2100 г. МГЭИК также прогнозирует, что осадки будут снижаться от 10 до 20 % к концу века, в т. ч. в Азербайджане – до 19 %, притом большинство осадков выпадут в зимний период. Обеспеченность пресной водой, как ожидается, на фоне роста населения и диверсификации экономики в будущем сократится, что означает вероятность увеличения конкуренции за воду и рост ее дефицита [16]. Урожайность сельскохозяйственных культур может снизиться на 20–30 % в связи с засухами, наводнениями и другими экстремальными погодными условиями. Рост продолжительности периода с высокой температурой и засухи увеличат тепловой стресс для некоторых культур и обострят проблемы качества воды, такие как цветение водорослей в водоемах. Увеличение интенсивности осадков приведет к увеличению эрозии почвы и повреждению сельскохозяйственных культур. Сокращение снегопадов и раннее таяние снегов вверху водоразделов вызовет большие потоки воды в начале сезона. Изменение климата приведет к снижению пополнения запасов подземных вод [17, 18].

Другим последствием может стать обострение конкуренции и конфликтов между водопользователями различного уровня, включая трансграничных и внутренних потребителей. Возрастет опасность внутренних наводнений. Произошедшее в Азербайджане в мае–июне 2010 г. наводнение уже показало первые признаки масштабности и вероятности возникновения таких угроз. В результате этого наводнения пострадали 11 районов, расположенных в Кура-Араксинской низменности. На территории Сальянского района динамика среднемесячного расхода р. Куры показывает значительную изменчивость по годам (рис. 3). В районе Сальяны минерализация речной воды составляет в среднем 0,52–0,77 г/л. По химическому составу вода сульфатно-натриевая, мутность колеблется между 0,290–3,460 г/л. Изменение качества и химического состава воды р. Куры в последние годы связаны с поступлением в реку возвратных вод из орошаемых полей Кура-Араксинской низменности и коллекторно-дренажных вод [19]. Изменение климата приведет к росту температуры от +1,0 до +2 °С в зимний период и повышению на (+1,5)–(+3) °С в уже жаркое лето. Прогнозируется, что к 2050 г. температура повысится в среднем на (+1,6) – (+2,6) °С. Интенсивность тепла в летнее время ожидается более сильная.

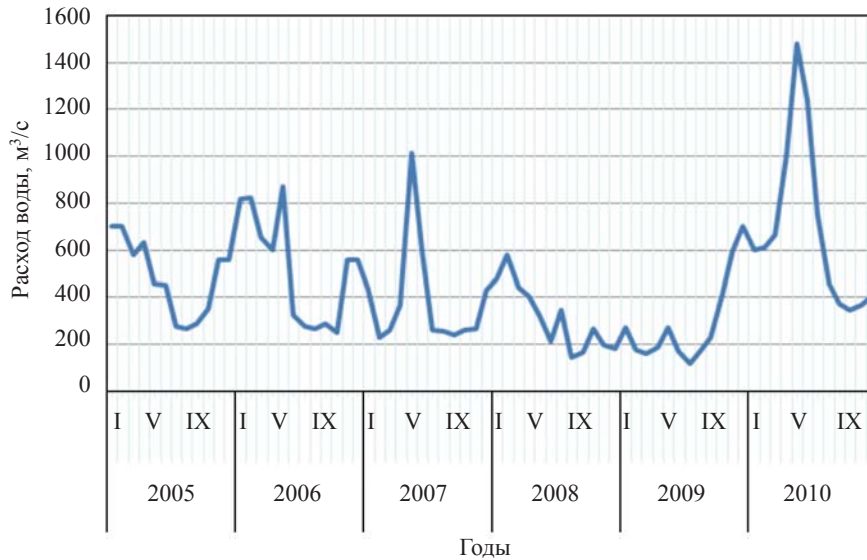


Рис. 3. Гидрограф р. Куры в районе Сальяны.

Растущая интенсивность осадков и сокращение снегопадов в горах приведут к уменьшению пополнения запасов воды в реках и водоносных горизонтах вследствие увеличения поверхностных стоков и в некоторых случаях наводнений.

К середине XXI в. прогнозируется снижение ресурсов воды в сравнении с 1970 г. на 25 %. Ожидается снижение уровня Каспийского моря к концу текущего столетия в основном за счет увеличения испарения с его поверхности и уменьшения притока из р. Волги. По сравнению с другими странами Восточной Европы и Центральной Азии, Азербайджан является наиболее чувствительной и относительно слабой в своей способности оперативно адаптироваться к последствиям изменения климата территорий. Страна имеет ограниченный гидрометеорологический мониторинг и неадекватное, слабое планирование управления водными ресурсами и системой реагирования. Поэтому для подготовки стратегии по адаптации к изменениям климата Всемирный Банк предлагает применять пятиступенчатый методологический подход, который включает следующие стадии: оценка уязвимости; подготовка соответствующей институциональной структуры; осуществление адаптации к изменению климата; выявление, оценка и выбор элементов стратегии; реализация разработанной стратегии, осуществление мониторинга, оценки и ее корректировка по мере необходимости [20, 21].

Таким образом, влияние изменения климата на экосистемы и использование природных ресурсов в Азербайджане можно суммировать следующими прогнозами:

- 1) расширение полупустынных и сухих степных районов от 2,4 до 3,4 раза;
- 2) увеличение эрозии на 10–15 %;
- 3) снижение речного стока на 10–20 %;
- 4) уменьшение количества осадков в весенне-летний и их увеличение в осенне-зимний периоды;
- 5) изменение количества осадков, которое увеличит текущий дефицит воды от 5 км³ до 11–13 км³;
- 6) повышение уровня засоления почвы в Кура-Араксинской низменности на 10–15 %.

Поскольку 80 % продукции растениеводства выращивается на орошаемых территориях, ожидается, что при непринятии адекватных мер сельскохозяйственное производство будет сталкиваться с серьезными проблемами. Обозначенные выше вопросы управления системой орошения с учетом климатических изменений и прогнозы на будущее требуют их учета при подготовке научно-экономических обоснований по реконструкции водохозяйственных объектов и строительству новых ирригационных систем [22]. Предложения по применению гибких методов управления и новых институциональных решений будут усиливать меры по повышению эффективности управления водохозяйственным комплексом и смягчению последствий климатических изменений, устранению экологических проблем на орошаемых территориях.

Выводы и рекомендации

Сельское хозяйство является основой продовольственной безопасности и развития сельских районов Азербайджана. В немалой степени оно зависит от качества управления орошением и эффективного планирования использования водных ресурсов. В настоящее время Правительством Азербайджана предпринимается ряд мер по улучшению обеспеченности орошаемых полей водой и ее распределению между хозяйствами. При поддержке Всемирного Банка осуществляется реконструкция внутрихозяйственных сетей и институционального развития ОВП [23, 24]. Однако, по мнению автора, этих мер недостаточно для устранения имеющихся проблем орошаемого земледелия с учетом их нынешнего состояния и прогнозируемых климатических изменений. Вопросы управления орошением отмечаются на каждом уровне технологического процесса: потери воды происходят на этапе водозабора, транспортировки, распределения между хозяйствами, поля-

ми и непосредственно при поливе. Поэтому для каждого технологического уровня необходимы анализ, оценка и выработка системных мероприятий по устранению недостатков.

Рекомендуется реализация следующих мер.

– Сокращение потерь воды при транспортировке и распределении оросительной воды. Для этого необходимы реконструкция магистральных и межхозяйственных каналов с применением противofильтрационных покрытий, замена устаревших гидротехнических сооружений, применение автоматизированных систем контроля уровня и распределения воды и т. д. При реконструкции внутрихозяйственной оросительной системы следует учитывать сложившиеся структуры хозяйств и способность каналов к обслуживанию всех полей без ущерба для сельскохозяйственных культур.

– Совершенствование технологии полива для равномерного увлажнения почвы и минимизация непроизводительных потерь воды. Реализацию этой задачи усложняют небольшие площади полей. Следовательно, прежде всего необходимы консолидация мелких хозяйств и укрупнение полей. На первом этапе целесообразно пропагандировать эффективность укрупнения полей, расположенных между двумя дренами. В этом случае при производстве поливов риск просачивания оросительной воды к соседним полям с другой культурой и хвостовые сбросы будут сводиться к минимуму. При выборе оросительной системы следует учитывать агробиологические, агропочвенные, мелиоративные, а также организационно-хозяйственные требования. Современная поливная техника и технологии полива будут предотвращать водную эрозию почвы, разрушение ее структуры и уплотнение, потери воды на глубинную фильтрацию и сброс, вторичное засоление орошаемых земель.

– Для разработки и реализации технико-экономического обоснования необходимо осуществлять оценку функциональности отдельных участков существующей системы, чтобы представить масштабы работ по реконструкции каждого гидротехнического сооружения. Недоработки на стадии проектирования и строительства часто становятся причинами нестабильной работы сооружений, их недостаточной функциональности в эксплуатационный период. Эксплуатационные меры должны быть разработаны особенно тщательно для того, чтобы обеспечить нормальную работу оросительной системы и сохранение работоспособности всех ее элементов на длительный период.

– Соблюдение агротехнических мер для повышения эффективности использования воды на каждый гектар земли. Увеличение экономической эффективности водопользования в орошении будет способствовать расширению орошаемых площадей за счет высвобожденных водных ресур-

сов. Кроме того, применение экономически обоснованных норм орошения и частичного использования коллекторно-дренажных вод также будет способствовать сокращению использования оросительной воды. Результаты этих мер должны быть усилены селекционными работами по вводу водостойких и солестойких сортов культур и гибкой оптимизации структуры посевов с учетом технологических и природно-хозяйственных условий территории.

– Очистка и реконструкция коллекторно-дренажной сети по достижению проектных показателей систем по отводу грунтовых вод за пределы поля. Снижение уровня грунтовых вод будет способствовать уменьшению интенсивности аккумуляции солей на корнеобитаемом слое почвы, снижению необходимости частой промывки почвы и дополнительных мелиоративных работ.

– Адекватное техническое и институциональное развитие ОВП необходимо для ее укрепления и совершенствования системы управления внутрихозяйственными сетями. Данный вопрос охватывает широкий диапазон мероприятий, таких как реконструкция внутрихозяйственных систем, организация тренингов для управленческого состава и фермеров. Программы обучения должны быть разработаны с участием научных работников и специалистов отрасли. Особенно важно разъяснять фермерам последствия неправильной организации полевых работ, в т. ч. орошения, отвода грунтовых вод за пределы поля, выбора структуры посевов. Повышение знаний и их практическое применение будут способствовать улучшению эксплуатационных мероприятий.

– Темы научно-исследовательских работ должны быть направлены на обоснование мер по совершенствованию водопользования и мелиорации, представлять готовые к применению на практике решения для конкретных территорий. При разработке проекта для отдельного объекта необходимо проанализировать возможный экологический риск, связанный с прогнозом изменения климата. Поэтому целесообразно разрабатывать целевые программы с участием представителей всех заинтересованных водохозяйственных и экологических учреждений.

Таким образом, негативные сценарии изменения климата требуют осуществления комплексных мер, реализация которых обеспечит рациональное использование водных ресурсов, устойчивость сельского хозяйства, экологическую защиту орошаемых территорий, развитие сельских территорий, занятость трудоспособного сельского населения и улучшение условий его жизни и, в конечном счете, повышение эффективности орошаемого земледелия в аридных зонах в условиях непрерывного процесса изменения климата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Marianne Fay, Rachel I. Block, Jane Ebinger*. Adapting to Climate Change in Eastern Europe and Central Asia. World Bank publication, 180 p. 2010, Washington, DC. P. 69–116.
2. Засуха. Оценка управления и смягчения эффектов для стран Центральной Азии и Кавказа. Отчет Всемирного Банка № 31998-ЕСА. 2005. 126 с.
3. *Хеген Р.М., Ваадиа И.* Основы орошаемого земледелия / Растение и Вода. Л.: Гидрометиздат, 1967. С. 227–237.
4. *Мамедов Р.Г., Ибад-заде Ю.А.* Водное хозяйство Азербайджана и перспективы его развития. Баку: Азернешр, 1988. 277 с.
5. Орошаемые земли. Госкомстат АР. Режим доступа: <http://www.stat.gov.az/source/agriculture>.
6. *Ахмедзаде А.Д., Гашимов А.Д.* Кадастр мелиоративных и водохозяйственных систем (на азербайджанском языке). Баку: RS Poligraf, 2006. 270 с.
7. Основные параметры, характеризующие охрану водных ресурсов и их использование. Госкомстат АР. Режим доступа: <http://www.stat.gov.az/source/environment>.
8. Регионы Азербайджана 2012 (на азербайджанском языке). Госкомстат АР. Стат. сборник. Официальное издание. Баку: Сада, 2012. С. 477–606.
9. *Духовный В.А.* Водохозяйственный комплекс в зоне орошения. (Формирование, развитие). М.: Колос, 1984. 255 с.
10. Годовой Отчет Сальянского Управления оросительных систем за 2011 год // Технический отчет. Фондовые материалы ОАО Мелиорации и водного хозяйства АР. Баку. 2011. 25 с.
11. Годовой Отчет Нижне-Муганского Сервисного правления мелиоративных систем за 2011 год // Технический отчет. Фондовые материалы ОАО Мелиорации и водного хозяйства АР. Баку. 2011. 24 с.
12. Кадастр мелиоративного состояния орошаемых земель в Азербайджанской республике по состоянию 01.01.2011 (на азербайджанском языке) // Отчет. АООТ «Azmelesutəs» Гидрогеологическая Мелиоративная Сервисная организация. Баку. 2011. 199 с.
13. *Рзаев М.А.* Исследование современных проблем управления орошением в Азербайджане // Междомчий тематичний науковий збірник. Меліорація і Водне Господарство. Українська Академія Аграрних Наук. Інститут Гідротехніки і Меліорації. Київ: Аграрна Наука, 2005. С. 42–53.
14. Передача управления ирригационными системами. Руководство. Доклад ФАО по ирригации и дренажу № 58. IWMI. 2004. 19 с.
15. Меры по улучшению экологической политики. Прогресс в регионе Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии. Доклад, издательства ОЭСР, 157 с. Режим доступа: <http://infoclimat.org/wp-content/uploads/2009/11/ecopolicy-eeeca.pdf>.
16. *Magnus Sylvén, Mag. Art. Rasmus Reinvang, Žanete Andersone-Lilley*. Climate Change in Southern Caucasus: Impacts on nature, people and society. WWF overview report. WF Norway, WWF Caucasus Program 2009, 35 p. Режим доступа: http://awsassets.wwf.no/downloads/climate_changes_caucasus__wwf_2008__final_april_2009.pdf.
17. *Вердиев Р.Г.* Водные ресурсы рек Восточного Кавказа в условиях изменения климата. Баку: Изд-во БГУ, 2002. 224 с.
18. *Мамедов Р.Г.* Водный фактор. Риск и безопасность водохозяйственного комплекса Азербайджана. Баку: Опал, 2002. 314 с.
19. *Каримова Ф.Г., Бабаева З.А., Халилова Ф.С.* Влияние режима реки Куры на мелиоративное состояние земель Сальянского района / Сб. научных трудов Аз НПО ГИМ. 2012. Т. XXXII. С. 129–136.

20. Реализация принципов интегрированного управления водными ресурсами в странах Центральной Азии и Кавказа / Обзорный доклад. Региональный Технический Консультативный Комитет Глобального Водного Партнерства для Центральной Азии и Кавказа. Ташкент: GWP SACENA, 2004. С. 43–53.
21. Review of World Bank engagement in the Irrigation and Drainage Sector in Azerbaijan. Review document No 75967, World Bank publication, 66 p. Режим доступа: <http://documents.worldbank.org/curated/en/2013/02/17428502/review-world-bank-engagement-irrigation-drainage-sector-azerbaijan>.
22. *Рзаев М.А.* Современные проблемы водопользования в орошаемых территориях и пути их решения (на азербайджанском языке) // Экология и Водное хозяйство. 2007. № 4. С. 54–58.
23. Оросительная распределительная система и совершенствование управление / Отчет рабочей группы по проекту «Реконструкции и завершение ирригационно-дренажной инфраструктуры в Азербайджане (на азербайджанском языке). Баку: CBS, 2010. 212 с.
24. *Rzayev M.A.* Current Irrigation System Management Features in Azerbaijan Republic // Irrigation and Drainage. 2007. V. 56. Issue 5. UK. P. 551–563.

Сведения об авторе:

Рзаев Мехман Агарза Оглы, к. т. н., ведущий научный сотрудник, Азербайджанское НПО Гидротехники и Мелиорации, AZ 1130, Азербайджан, г. Баку, ул. И. Дадшова 70А; e-mail: rzayevm@yahoo.com