

ВОЗМОЖНОСТИ ВОДОСБЕРЕЖЕНИЯ ПО ОЦЕНКАМ ПОЛЕЙ-ИНДИКАТОРОВ ПРОЕКТА «BEST PRACTICES»

М.Г. Хорст*, Н.Н.Мирзаев*, И. Абдуллаев**

*САНИИРИ им. В.Д. Журина, **IWMI

Введение

Увеличение производства сельхозпродукции на орошаемых землях является важным фактором устойчивого развития экономики стран Центрально-Азиатского региона (ЦАР), дестабилизирующее воздействие на которое оказывают высокие темпы прироста населения, ослабление экономического потенциала, резкое уменьшение капиталовложений в мелиорацию и водное хозяйство, нарастающий дефицит воды, пригодного к использованию качества.

Очевидно, что решение проблемы продовольственной и экологической безопасности стран ЦАР, расположенных в Бассейне Аральского моря, в обозримой перспективе зависит от существенного повышения эффективности использования местных водных ресурсов через совершенствование, в первую очередь, управления спросом на воду.

Дефицит водных ресурсов пока остается основным стимулом для применения эффективных методов водопользования, повышающих продуктивность использования воды. В маловодные годы эти методы водопользования вынуждены использовать не только водопользователи, постоянно испытывающие дефицит воды (водопользователи конечных участков оросительных систем), но и те водопользователи, которые в силу выгодного положения относительно источников орошения, имеют более благоприятные условия доступа к воде.

В этой связи важно привлечь внимание широкой общественности к проблемам рационального использования водных ресурсов на современном этапе развития ЦАР. Первым шагом, предпринятым в этом направлении, являлась организация и проведение по инициативе проекта «Управление водными ресурсами и окружающей средой» (Глобального экологического фонда) конкурса по водосбережению, проводившегося в бассейне Аральского моря в течение 1999-2000 гг. (Horst & Mirzayev & Stulina, 2002).

Логическим продолжением этой деятельности является совместный проект IWMI и НИЦ МКВК «Best practices» по мониторингу и распространению передового опыта водосбережения инициированного самими водопользователями.

Задачи проекта:

- изучение инициатив водопользователей, предпринимаемых ими с целью водосбережения и продуктивного использования оросительной воды;
- выбор лучших инициированных методов рационального водопользования с целью их пропагандирования и широкого распространения в практике орошаемого земледелия.

Объектами мониторинга на первом этапе проекта (01.04.2001-31.03.2002) являлись расположенные в верховьях, срединной части и низовьях бассейна р. Сырдарьи:

- 11 районных водохозяйственных организаций;
- 7 ассоциаций водопользователей (АВП);
- 18 коллективных хозяйств – колхозы, акционерные общества и т. д.;
- 25 фермерских хозяйств.

В данном докладе основное внимание фокусируется на оценках эффективности орошения и продуктивности использования оросительной воды на 34 полях-индикаторах с хлопчатником – остающейся основной сельхозкультурой в структуре орошаемых земель региона.

1. Основные определения термина – «эффективность» при оценках систем орошения

Оценка эффективности систем поверхностного орошения для ее четкой определенности фокусируется в зависимости от цели предпринимаемой оценки. Так, если оценивать эффективность орошения на уровне одного поля, то она и, особенно, в условиях повышенных уклонов, может быть ниже,

чем на уровне хозяйства, так как образующиеся при поливе сбросы, могут использоваться на других полях этого хозяйства. Аналогично эффективность орошения в контурах гидрологических бассейнов аридных регионов, как правило, выше, чем в отдельных хозяйствах (Burt, 1987).

В обзоре, представленном проф. Л.С.Перейрой и его соавторами (Pereira et al., 2002), рассмотрены концептуальные подходы к определению эксплуатационных характеристик орошения, водопользования и водосбережения и предлагается использовать соответствующую унифицированную терминологию в зависимости от целей оценок.

Термину КПД или эффективности оросительной системы или ее подсистемы соответствует соотношение между объемом воды, доставленным рассматриваемой подсистемой и объемом воды, поставленным этой подсистеме (Wolters, 1992; Bos, 1997; Pereira, 1999). Однако, когда целью является совершенствование управления требованиями на орошение и необходимо оценить надежность и гибкость водоснабжения, одного этого понятия эффективности не достаточно.

Часто употребляемым термином эффективности является термин – эффективность использования оросительной воды (WUE). В соответствии с этим термином, эффективность определяется как соотношение между биомассой сельхозкультуры или урожаем и объемом воды, затраченным на сельхозкультуру, включая осадки, или поданной оросительной водой, или транспирацией культуры (Oweis et al., 1998; Zhang et al., 1998; Oweis & Zhang, 1998; Zhang & Oweis, 1999). Причем, иногда термин WUE используется как синоним эффективности использования поливной нормы (AE, %) или эффективности орошения, хотя по смыслу таковым не является.

Во избежание путаницы в используемой терминологии Л.С.Перейра предлагает ограничить использование этого термина лишь в качестве показателя продуктивности растений, применяемого физиологами растений при оценке соотношения между нормами ассимиляции и транспирации. В качестве же термина, характеризующего эффективность орошения по отношению к урожайности сельхозкультур, наиболее соответствует смыслу термин – продуктивность использования воды (WP).

Термину же эффективность орошения, наиболее соответствует, определение его как соотношения между количеством воды, потребляемым орошаемой сельхозкультурой, и количеством воды, поданным в оросительную систему (Лактаев, 1978; Jensen, 1996), делая различие между используемой водой и потребляемой водой.

2. Краткая характеристика зон расположения полей-индикаторов

2.1. Геоморфологические и гидрогеологические условия

Большая часть орошаемых земель Центральной Азии относится к аридной климатической зоне, характеризующейся большим дефицитом влаги. Таким образом, земледелие в регионе невозможно без орошения. Основное распространение здесь имеют самотечные оросительные системы с незначительным командованием уровней воды над орошаемой территорией (0.3-1.5 м), что обуславливает применение поверхностных способов орошения и главным образом полива по бороздам.

Расположение полей-индикаторов, выбранных в качестве объектов мониторинга, охватывает три вертикальных зоны бассейна реки Сырдарья (рис. 1):

Зона «а», в которой расположена большая часть полей-индикаторов Ошской области Киргизии - классифицируется как подгорная равнина, представленная в геоморфологическом отношении волнистыми равнинами, сложенными главным образом лессовидными породами, на которых в разной степени, определяемой уклоном поверхности, развиты процессы ирригационной эрозии. По уклонам поверхности классифицируется как зона больших уклонов ($0.0075 \text{ м/м} < i < 0.025 \text{ м/м}$; индекс уклона – II). Грунтовые воды залегают глубоко и в водопотреблении сельхозкультур не участвуют.

Зона «б», в которой расположена большая часть объектов Джалалабадской области Киргизии, Ферганской области Узбекистана и Согдийской области Таджикистана - классифицируется, как пологопокатая равнина периферии конуса выноса. По уклонам поверхности классифицируется как зона средних ($0.0025 \text{ м/м} < i < 0.0075 \text{ м/м}$; индекс уклона – III) и малых ($0.001 \text{ м/м} < i < 0.0025 \text{ м/м}$; индекс уклона – IV) уклонов. Грунтовые воды в разной степени приближены к поверхности и влияют на почвообразующие процессы, интенсивность фильтрации из каналов и участвуют в капиллярной подпитке корнеобитаемой зоны. В отдельных местах грунтовые воды имеют напорность.

Зона «с», в которой расположены поля-индикаторы Южно-Казахстанской области Казахстана, классифицируется, как аллювиальная равнина. По уклонам поверхности классифицируется как зона очень малых уклонов или безуклонных земель ($i < 0.001 \text{ м/м}$; индекс уклона – V). По этой причине, для обеспечения запасов в командовании над орошаемой территорией, значительная часть каналов в

этой зоне проводится в насыпях с большим количеством перегораживающих сооружений. При неблагоприятных условиях оттока велика минерализация грунтовых вод, что провоцирует развитие процессов засоления. Грунтовые воды приближены к поверхности, влияют на почвообразующие процессы и участвуют в капиллярной подпитке корнеобитаемой зоны.

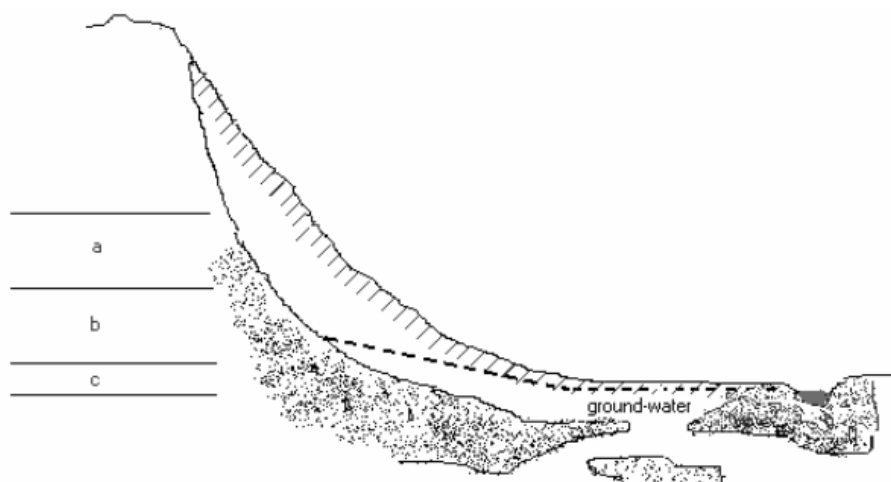


Рис. 1
Вертикальная зональность орошаемых земель

2.2. Особенности проведения вегетационных поливов в различных зонах бассейна р. Сырдарьи

Агротехнические приемы, предшествующие севу хлопчатника - основной сельхозкультуры, представленной на полях-индикаторах, имеют свои специфические особенности, обусловленные как природно-климатическими, так и природно-хозяйственными условиями различных зон бассейна р. Сырдарьи.

На большей части полей-индикаторов Ошской и Джалалабадской областей Киргизии, в зависимости от содержания естественной почвенной влаги через 1-10 суток после сева проводился «вызывной» полив.

На полях-индикаторах Ферганской и Согдийской областей севу хлопчатника и других сельскохозяйственных культур предшествовали влагонакопительные поливы, проводившиеся по глубоким бороздам в феврале-марте нормами 2-4 тыс.м³/га. Этот прием позволил «оттянуть» в зависимости от влагоемкости почвогрунтов и залегания уровня грунтовых вод срок начала оросительного периода вегетации на срок от 20 дней до двух месяцев от момента сева.

В Южно-Казахстанской области Казахстана в январе – феврале проводились промывные-влагонакопительные поливы по чекам, оконтуренным палами, грузными нормами 4-6 тыс.м³/га. Этот прием позволяет опреснить верхнюю толщу почвогрунтов и на фоне влагоемких почвогрунтов, преимущественно распространенных здесь, создать запас влаги необходимый для первых фаз развития хлопчатника. Фактические сроки начала оросительного периода здесь через 3-3.5 месяца после сева.

Соответственно приведенным датам начала вегетационных поливов оросительные периоды изменяются по указанным зонам от 150 (Коллективное Хозяйство(КХ) «Саматов») до 12 (Фермерское Хозяйство (ФХ) «Нурсакен») суток.

На фоне текущей метеорологической ситуации 2001 года количество вегетационных поливов и межполивные периоды зависели от степени влагоемкости почвогрунтов, мощности корнеобитаемой зоны орошаемой сельхозкультуры.

На полях-индикаторах хозяйств, расположенных в зонах глубокого залегания грунтовых вод (Ошская, Джалалабадская области Киргизии и Согдийская область Таджикистана) количество поливов варьировало от 4 до 8, с межполивными периодами от 16 до 28 суток.

В зонах участия грунтовых вод в капиллярной подпитке корнеобитаемой зоны в Ферганской области Узбекистана, количество поливов варьировало от 4 до 5, с межполивными периодами 14 -18 суток.

Наименьшее количество вегетационных поливов при близком залегании грунтовых вод к поверхности на влагоемких почвах Махтааральского района Южно-Казахстанской области. Здесь в вегета-

цию проводилось 1-2 полива в среднюю фазу развития хлопчатника, при двух вегетационных поливах межполивной период изменялся от 6 до 16 суток.

3. Проблема водосбережения

Водосбережение – это прежде всего такое гибкое управление требованиями (спросом) на орошение, при котором высвобождающаяся благодаря рациональной организации водопользования вода может быть использована для удовлетворения требований на воду водопользователей, входящих в категорию низководообеспеченных.

Достигается водосбережение комплексом мер технических, технологических и организационно-экономических, которые обеспечивают высвобождение водных ресурсов. В идеале при водосбережении управление водными ресурсами организуется таким образом, что вне зависимости от положения водопользователей относительно ствола основных водоисточников все они в равной степени могут осуществлять свое право на доступ к водным ресурсам приемлемого качества, не ущемляя одновременно требования на воду окружающей природы.

В определенной степени этому способствует введение в ЦАР лимитированного водопользования. Причем, лимиты устанавливаются ежегодно пропорционально текущей водообеспеченности. В этой связи, «реальным» водосбережением правомерно считать лишь сознательное снижение требований на воду относительно выделенных лимитов за счет повышения эффективности систем водоснабжения на всех уровнях от водовыделов из природных водоисточников и до низовых водопотребителей. Практически же на всех уровнях водной иерархии существует диспропорция в осуществлении прав на доступ к воде тех водопотребителей, которые расположены в начале и конце систем водоснабжения. Те из них, которые расположены в начале систем водоснабжения, как правило, забирают воду сверх лимитов, а располагающиеся в конце систем осуществляют «вынужденное» водосбережение, из-за отсутствия физической возможности осуществить свои требования на воду.

Если рассматривать группу хозяйств или оросительную систему бассейна, то более высокая эффективность орошения на этих уровнях в сравнении с отдельными хозяйствами достигается здесь, в основном, за счет использования возвратных вод и «вынужденного» водосбережения водопотребителями, располагающимися в конце систем водоснабжения. По мере продвижения от верховьев к низовьям бассейнов в общей структуре доступных водных ресурсов начинает превалировать составляющая – возвратные воды.

Таким образом, «реальное» водосбережением - сознательное уменьшение требований на воду на фоне отсутствия особых (помимо установленных лимитов) ограничений на доступ к водным ресурсам.

В тех же случаях, когда водопользователь имеет существенные ограничения в доступе к воде (водообеспеченность ниже, установленной лимитом) и вынужден приспособляться к реальной водообеспеченности, правомерно говорить о «вынужденном» водосбережении.

С позиций региональных интересов приоритетно именно «реальное» водосбережение, т.к. оно позволяет высвободить часть водных ресурсов и повысить равномерность их распределения в контурах бассейнов, т.е. обеспечить равенство прав водопотребителей в доступе к воде приемлемого качества.

Система водосбережения в орошаемом земледелии включает в себя широкий круг вопросов: оптимизацию мелиоративных режимов на фоне дренажа и техники полива, агротехнические приемы, повышающие плодородие почв, совершенствование техники и технологии орошения и т.п. Целью водосбережения на орошаемых землях является такое ведение сельхозпроизводства, при котором при рациональных затратах оросительной воды обеспечивается экономически оптимальный уровень урожайности сельхозкультур и соответственно прибыль от сельхозпроизводства.

С этих позиций оценивалась успешность практической демонстрации на полях-индикаторах приемов иницируемых фермерами для улучшения использования факторов сельхозпроизводства и повышения урожайности сельхозкультур (социально-экономический аспект) с одновременным снижением непроизводительных затрат оросительной воды (экологический аспект). Основные из приемов и мер, способствующих водосбережению применяемые на объектах “Best practices” приведены в таблице 1.

Таблица 1

Способствующие водосбережению приемы и меры, применяемые на объектах “Best practices”

А. Технические	• частичная реконструкция оросительной и коллекторно-дренажной сети; • устройство антифильтрационных покрытий на сети оросительных каналов; • планировка поверхности поливных участков • оснащение водовыделов средствам водоучета • ремонт и дооборудование гидростов • ремонт и очистка оросительной и коллекторно-дренажной сети
В. Технологические	• повышение качества водоучета (увеличение частоты замеров, аттестация и градуировка гидростов) • повторное использование внутриконтурных поверхностных сбросов оросительной воды • повышение качества обработки почвы (увеличение числа культиваций, глубокая вспашка) • повышение плодородия почвы (дифференцированное применение минеральных и органических удобрений, севооборота) • применение мульчирующих-пленочных покрытий гребней борозд • влагозарядковый полив • сокращение длины борозд • «многоярусный» полив по коротким бороздам • полив через борозду (чередование поливаемых и «сухих» междурядий) • полив переменной струей • полив по «встречным» бороздам • использование коллекторно-дренажной воды
С. Организационные	• платное водопользование • изменение структуры посевных площадей сельхозкультур (выращивание менее влаголюбивых, а также высокоценных видов сельхозкультур) • материальное стимулирование мирабов и поливальщиков за качество полива (премирование, увеличение заработной платы) • организация соревнований среди мирабов и поливальщиков • повышение дисциплины водопользования • организация водооборота на оросительной сети • организация водооборота на поле («сосредоточенный» полив) • организация «ночных» поливов • создание ассоциаций водопользователей • тренинг (повышение квалификации) • семинары по обмену лучшим опытом • методическая помощь фермерам (консультации по практическим и правовым вопросам орошаемого земледелия)

4. Продуктивность использования воды

В условиях ограниченной водообеспеченности целью орошаемого земледелия является максимизация чистого дохода (стоимость реализованной сельхозпродукции за минусом затрат, сопутствующих ее производству) на единицу поданной на орошение воды.

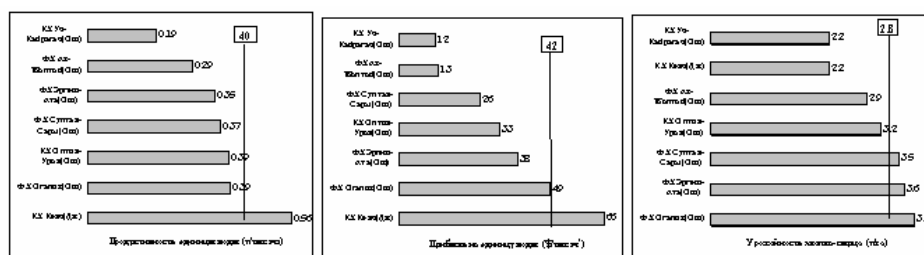
Наряду с показателями: «эффективность оросительной системы или ее подсистемы» и «эффективность орошения», важным показателем в орошаемом земледелии является показатель - продуктивность использования воды (WP). Этот показатель характеризует «оплату» единицы поданной на орошение воды урожаем сельхозкультур в физическом или стоимостном выражении.

Для сопоставимости результатов оценок продуктивности орошения, поля-индикаторы проекта «Best practices» были сгруппированы в четыре зоны по одному из основных признаков, влияющих на специфические приемы организации орошения, - уклону поверхности в направлении полива. Таким образом, были выделены четыре зоны, в пределах которых проводились сравнительные оценки:

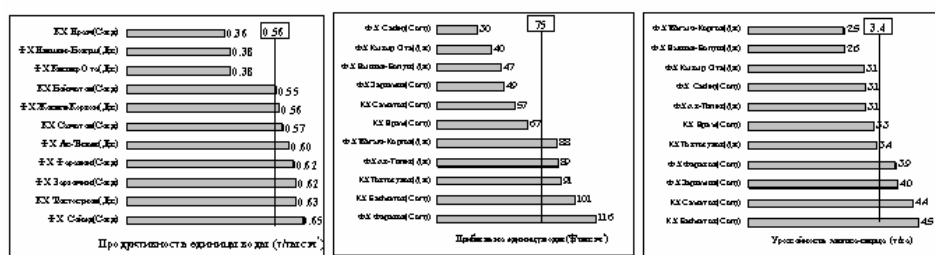
- больших уклонов $0.0075 \text{ м/м} < i < 0.025 \text{ м/м}$;
- средних уклонов $0.0025 \text{ м/м} < i < 0.0075 \text{ м/м}$;
- малых уклонов $0.001 \text{ м/м} < i < 0.0025 \text{ м/м}$;
- безуклонных земель $i < 0.001 \text{ м/м}$.

Основными критериями сравнения по продуктивности использования оросительной воды на полях-индикаторах с хлопчатником, расположенных в четырех различающихся уклонами зонах являлись:

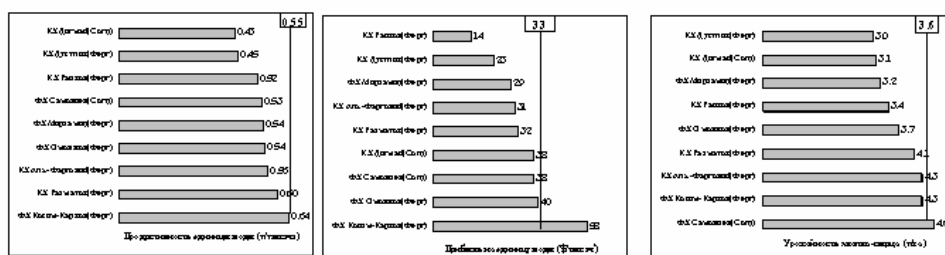
- отношение объема полученной продукции (хлопка-сырца) к валовым объемам оросительной воды, поданной на поле с хлопчатником – Y/W (т/тыс.м³);
- отношение чистой прибыли, полученной в результате сельскохозяйственной деятельности к валовым объемам оросительной воды, поданной на поле с хлопчатником – Pt/W (\$/тыс.м³)
- отношение объема полученной продукции (хлопка-сырца) к орошаемой площади (*урожайность*) – Y (т/га).



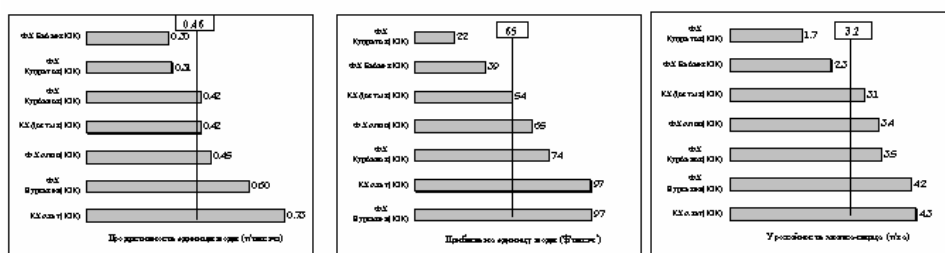
Зона больших уклонов $0.0075 \text{ м/м} < i < 0.025 \text{ м/м}$



Зона средних уклонов $0.0025 \text{ м/м} < i < 0.0075 \text{ м/м}$



Зона малых уклонов $0.001 \text{ м/м} < i < 0.0025 \text{ м/м}$



Зона безуклонных земель $i < 0.001 \text{ м/м}$

Рис. 2

Ранжирование полей-индикаторов по показателям продуктивности

При комплексной оценке продуктивности орошения за лучшие принимались результаты, при которых одновременно достигались возможные максимумы для всех трех показателей продуктивности. Ограничениями являлись: потенциальная урожайность районированных в регионе сортов хлопчатника, текущая конъюнктура рынка на факторы сельхозпроизводства и сельхозпродукцию, доступность водных ресурсов.

С позиций внутригосударственных интересов приоритет обычно отдается физической продуктивности орошения на единицу поданной на поле воды (Джурабеков и Лактаев, 1983).

Для сельхозпроизводителя приоритетом, прежде всего, является чистая прибыль, которую он получает на единицу поданной на поле воды.

Но наиболее полной, уравнивающей разносторонние интересы оценкой продуктивности является оценка всех трех показателей в комплексе. С этой целью в каждой из рассматриваемых зон, по каждому из перечисленных показателей определялись средневзвешенные значения, которые служили «планками» сравнения (рис. 2).

Наибольшей «пестротой» значений отличается показатель **Pr/W**, но одновременно он в наибольшей степени характеризует уровень управления гидрологическими, агротехническими и финансовыми факторами сельхозпроизводства на орошаемых землях. Различия этого показателя между прибыльным и менее прибыльным использованием орошаемых земель на полях-индикаторах в пределах рассматриваемых зон достигают 5.5 раз (зона больших уклонов). Безусловно, этот показатель находится под влиянием как зависимых от сельхозпроизводителя факторов, так и от внешних факторов (текущая конъюнктура рынка на факторы сельхозпроизводства и сельхозпродукцию на национальном и мировом уровнях; текущие климатические условия и зависимые от него требования на орошение). Вместе с тем, зональный подход к оценкам дает возможность в некоторой степени уравновесить влияние внешних факторов.

Высокую эффективность по всем трем показателям, превышающие или близкие к средневзвешенным значениям в пределах рассматриваемых зон были продемонстрированы на полях-индикаторах хозяйств, представленных в таблице 2.

Таблица 2

Зональные значения лучших показателей продуктивности орошения на полях-индикаторах проекта “Best practices”

Зоны уклонов	Хозяйства, на полях-индикаторах которых достигнуты наилучшие результаты	Y/W (т/тыс.м³)	Pr/W (\$/тыс.м³)	Y (т/га)
Большие уклоны	ФХ Огалик (Ошская область, Киргизия)	0.39	49	3.8
	Средневзвешенные показатели зоны	0.40	42	2.8
Средние уклоны	ФХ Фаравон (Согдийская обл., Таджикистан)	0.62	116	3.9
	КХ Токтосунов (Джалалабадская обл., Киргизия)	0.63	91	3.4
	Средневзвешенные показатели зоны	0.56	75	3.4
Малые уклоны	ФХ Косим-Карвон (Ферганская обл., Узбекистан)	0.64	58	4.3
	ФХ Омонжон (Ферганская обл., Узбекистан)	0.54	40	3.7
	Средневзвешенные показатели зоны	0.55	33	3.6
Безуклонные	КХ Азат (Юж.Казахстанская обл., Казахстан)	0.73	97	4.3
	ФХ Нурсакен (Юж.Казахстанская обл., Казахстан)	0.60	97	4.2
	Средневзвешенные показатели зоны	0.46	65	3.2

5. Эффективность орошения при вегетационных поливах по бороздам

Эффективность использования оросительной воды во время вегетационных поливов – эффективность орошения рассматривалась применительно к особенностям зон расположения полей-индикаторов. Критерием эффективности орошения, принятым нами при оценках является соизмеримость валовых затрат воды при поверхностном орошении водопотреблению, соответствующему фактически достигнутому уровню урожая (Лактаев, 1978):

$$E_a = (E_{Tcrop(act)} - G_e - W_b - P_e) / W_f \quad (1)$$

где

Ea – эффективность орошения [%]; **ETcrop(act)** – фактическое суммарное водопотребление поля с сельхозкультурой, [мм]; **Ge** – подпитывание корнеобитаемой зоны из грунтовых вод, [мм]; **Wb** – использование запасов почвенной влаги, [мм]; **Pe** – эффективные атмосферные осадки, [мм]; **Wf** – общая водоподача (брутто) на поле, [мм].

Критериями с которыми сопоставлялись значения фактической достигнутой эффективности орошения - **Ea** служили значения достижимой эффективности использования оросительной воды на поливах хлопчатника, рассчитанные Н.Т.Лактаевым (Лактаев, 1978) по данным производственных поливов в передовых хозяйствах различных зон региона для уровня урожайности $Y=3.5$ т/га.

Сравнение требуемого водопотребления на фактический уровень урожайности сельхозкультуры с валовыми затратами оросительной воды в вегетационный период показало следующее:

- В зоне больших уклонов (верхняя часть бассейна р.Сырдарьи) значения фактической достигнутой эффективности - **Ea** на полях-индикаторах изменялись от 25 % (КХ Уч Кайрагач) до 72 % (КХ Кенч). Причем, на обоих этих полях был получен одинаковый урожай хлопка-сырца – 2.2 т/га. Т.е. в первом случае поданная на орошение вода использовалось явно не рационально, а во втором дефицит воды стимулировал повышение эффективности ее использования. Средневзвешенное значение **Ea** для семи полей-индикаторов этой зоны составило – 52 %, при **Ea** =64 %, достижимым в этой зоне (Лактаев, 1978).
- В зоне средних уклонов значения фактической достигнутой эффективности - **Ea** на восьми полях-индикаторах с междурядьем хлопчатника – 0.6 м изменялись от 56 % (ФХ Жагыч-Коргон) до 74 % (ФХ Зарзамин) и на трех полях-индикаторах с междурядьем хлопчатника – 0.9 м изменялись от 50 % (ФХ Кизир-Ата) до 70 % (КХ Байматов). Средневзвешенное значение **Ea** для полей-индикаторов этой зоны с междурядьем 0.6 м составило – 69 %, т.е. близкое к достижимому в этой зоне уклонов **Ea** =68 %. Для полей с междурядьем 0.9 м средневзвешенная эффективность **Ea** была ниже, составив – 55 %. При этом уровень достигнутой урожайности по средневзвешенным оценкам был примерно одинаковым $Y=3.40-3.47$ т/га в обеих группах хозяйств.
- В зоне малых уклонов значения фактической достигнутой эффективности - **Ea** на пяти полях-индикаторах с междурядьем хлопчатника – 0.6 м изменялись от 48 % (КХ Дустлик) до 80 % (КХ Косим-Корвон) и на трех полях-индикаторах с междурядьем хлопчатника – 0.9 м изменялись от 56 % (КХ Мирхамид) до 80 % (ФХ Самониен). Средневзвешенное значение **Ea** для полей-индикаторов этой зоны с междурядьем 0.6 м составило – 68 %, т.е. ниже достижимого в этой зоне уклонов **Ea** =75 %). Для полей с междурядьем 0.9 м средневзвешенная эффективность **Ea** была ниже, составив – 60 %. При этом уровень достигнутой урожайности по средневзвешенным оценкам составил соответственно $Y=3.8$ т/га в первой группе и 3.5 т/га во второй группе хозяйств.
- В зоне очень малых уклонов, представленных полями-индикаторами Махтааральского района Южно-Казахстанской области Казахстана на семи полях с междурядьем – 0.9 м и водоподачей в каждую борозду значения **Ea** изменялись от 30 % (ФХ Кудратов) до 85 % (КХ Азат). Средневзвешенное значение **Ea** для полей-индикаторов этой зоны составило – 67 %, т.е. несколько выше достижимых по оценкам Н.Т.Лактаева для этой зоны уклонов **Ea** =63 %. Уровень достигнутой урожайности по средневзвешенным оценкам составил $Y=3.3$ т/га.

Анализ данных ориентировочных расчетов значений фактической достигнутой эффективности орошения – **Ea** показывает, что из 34 анализируемых полей-индикаторов на 13 (38 %) достигнуты результаты, превосходящие или равные “планке” принятого нами критерия, на 9 (26 %) достигнуты результаты приближающиеся к этой “планке”, а на остальных 12 (35 %) полях-индикаторах эффективность орошения не соответствовала уровню фактически полученного урожая.

Безусловно, вода – лишь один из факторов, влияющих на уровень урожая и только сбалансированность всех прочих факторов может обеспечить соответствие затрат выходу сельхозпродукции. Таким образом, если затраты труда, наличие удобрений, средств борьбы с сельхозвредителями и сорной растительностью и т.п. могут обеспечить уровень урожая хлопка-сырца не более 2.5 т/га, то затраты воды на уровень урожайности 3.5 т/га крайне нерациональны.

6. Оценка возможностей водосбережения на полях-индикаторах

Эффекты водосбережения оценивались исходя из приведенных в предыдущих разделах принципов. Следует отметить, что на большинстве полей-индикаторов на фоне пониженной водообеспеченности вегетации 2001 г. снижение затрат оросительной воды было обусловлено двумя факторами:

- Снижением норм водопотребления при поливах через междурядье на 1000-2250 м³/га, за счет снижения потерь на физическое испарение с поверхности почвы;
- Снижением потерь на поверхностный сброс и глубинную инфильтрацию за пределы корнеобитаемой зоны на 100-680 м³/га (в сравнении с лучшими прежними достижениями в зонах расположения полей-индикаторов) за счет применения рациональных элементов техники полива и поярусного распределения поливных струй.

Результаты средневзвешенной оценки снижения затрат оросительной воды по типизированным зонам расположения полей-индикаторов приведены в таблице 3.

Таблица 3

Ориентировочная оценка достигнутого снижения водопотребления и возможных резервов водосбережения по данным полей-индикаторов проекта “Best practices”

Зона уклонов	Индекс уклона	Фактическое суммарное снижение (+)/увеличение (-) затрат оросительной воды	Эффективность использования оросительной воды на уровне поля			Ориентировочный резерв водосбережения
			Фактически достигнутая	Достижимая (по оценкам Н.Т.Лактаева)	Разность	
		м ³ /га	%	%	%	м ³ /га
Междурядье 0.6 м						
Большие уклоны	II	-32	52	64	-12	960
Средние уклоны	III	1646	69	68	1	
Малые уклоны	IV	1640	68	75	-7	300
Междурядье 0.9 м						
Средние уклоны	III	511	55	69	-14	1160
Малые уклоны	IV	1029	60	75	-15	300
Очень малые уклоны	V	105	67	63	4	

Анализ данных таблицы 3 показывает, что на фоне продемонстрированных на полях-индикаторах довольно высоких показателей рационального водопользования в период вегетационных поливов 2001 г. при сравнительно высокой урожайности (относительно средней для региона), имеются возможности для некоторого роста этих показателей. В основном это можно обеспечить применением более рациональных элементов техники полива и повышением качества полива за счет больших трудозатрат.

Основные резервы водосбережения, выявленные по оценкам эффективности использования оросительной воды на полях-индикаторах относятся к зоне **больших уклонов** (верхняя часть бассейна р.Сырдарьи) и **средних уклонов** (при междурядьях 0.9 м). Здесь этот резерв на уровне 900-1200 м³/га, т.е. соизмерим с затратами на один вегетационный полив.

Заключение

В условиях ограниченной водообеспеченности целью орошаемого земледелия является повышение продуктивности использования воды, т.е. максимизация чистого дохода на единицу поданной на орошение воды.

Наиболее полной, уравнивающей разносторонние интересы (региональные-национальные-фермерские), оценкой продуктивности использования воды является оценка следующих показателей в комплексе:

- отношение объема полученной продукции к валовым объемам оросительной воды, поданной на поле – Y/W (т/тыс.м³);
- отношение чистой прибыли, полученной в результате сельхоздеятельности к валовым объемам оросительной воды, поданной на поле – Pr/W (\$/тыс.м³)
- отношение объема полученной продукции к орошаемой площади (*урожайность*) – Y (т/га).

Вода – лишь один из факторов, влияющих на уровень урожая и только сбалансированность всех прочих факторов может обеспечить соответствие затрат выходу сельхозпродукции. Таким образом, если затраты труда, наличие удобрений, средств борьбы с сельхозвредителями и сорной растительностью и т.п. могут обеспечить уровень урожая хлопка-сырца не более 2.5 т/га, то затраты воды на уровень урожайности 3.5 т/га крайне нерациональны.

С позиций региональных интересов приоритетно «реальное» водосбережение - сознательное уменьшение требований на воду на фоне отсутствия особых (помимо установленных лимитов) ограничений на доступ к водным ресурсам, т.к. оно позволяет высвободить часть водных ресурсов и повысить равномерность их распределения в контурах бассейнов, т.е. обеспечить равенство возможностей водопотребителей в доступе к воде приемлемого качества.

Предпринятое проектом «Best practices» изучение побудительных мотивов водосбережения показало, что основными факторами, стимулирующими водосбережение в бассейне р.Сыр-Дарьи, являются:

- дефицит оросительной воды;
- плата за водные услуги;
- понимание необходимости бережного отношения к воде.

Самым действенным фактором является первый – реальный дефицит оросительной воды.

Влияние второго фактора начало проявляться в последние 5-6 лет, его роль возрастает, но пока недостаточна сильна.

Влияние третьего фактора на протяжении последних десятилетий ослабло в связи со сменой поколений и, нередко, утерей традиционного для жителей региона бережного отношения к воде, как к источнику жизни.

Главное достоинство основных приемов и методов способствующих водосбережению, применяемых в передовых водохозяйственных и сельскохозяйственных структурах бассейна р. Сырдарьи, является то, что они не требуют дополнительных капитальных затрат.

Реформирование сельского и водного хозяйства в ЦАР заложило основы для формирования рыночных факторов стимулирования эффективности водопользования. Эти факторы уже проявляют себя, но пока еще слабо на фоне централизованного подхода к управлению водораспределением. Недостаточность общественного участия в управлении водопользованием - это в настоящее время один из главных сдерживающих факторов на пути роста эффективности водопользования в регионе.

Литература

1. Bos M.G., 1997. Performance indicators for irrigation and drainage. *Irrig. Drain. Syst.* 11(2). 119-137.
2. Burt C.M., 1987. Irrigation evaluations. *Technical Conference Proceedings "Irrigation and the Environment"*// The irrigation Association, Arlington, pp. 107-123.
3. Horst M., Mirzayev N., Stulina G. (2002). Participation in water conservation: Regional monitoring of the II stage of competition. *Ways of water conservation. SIC ICWC & IWMI Publication, Tashkent*, 27-135.
4. Jensen M.E., 1996. Irrigated agriculture at the crossroads. In: Pereira L.S., Feddes R.A., Gilley J.R., Lesaffre B. (Eds). *Sustainability of Irrigated Agriculture*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 19-33.
5. Oweis T., Zhang H., 1998. Water-use efficiency: index for optimising supplemental irrigation of wheat in water scarce areas. *Zeitschrift f. Bewaesserungswirtschaft* 33 (2), 321-336.
6. Pereira L.S., 1999. Higher performance through combined improvement in irrigation methods and scheduling: a discussion. *Agric. Water Manage.* 40 (2), 153-169.
7. Pereira L.S., Oweis, T., A.Zairi, 2002. Irrigation management under water scarcity. *Agric. Water Manage.* 57, 175-206.
8. SIC ICWC, 2002. Adoption of best practices for water conservation. 2001 year report of SIC ICWC (contract code - #312310). SIC ICWC & IW, 111 pp.
9. Wolters W., 1992. Influences on the Efficiency of Irrigation Water Use. ILRI Publication No. 51, ILRI, Wageningen, 150 pp.
10. Zhang H., Oweis T., 1999. Water-yield relations and optimal irrigation scheduling of wheat in the Mediterranean region. *Agric. Water Manage.* 38, 195-211.
11. Zhang H., Oweis T., Garabet S., Pala M., 1998. Water-use efficiency and transpiration efficiency of wheat under rain-fed conditions and supplemental irrigation in a Mediterranean type environment. *Plant Soil* 201, 295-305.

12. Джурабеков И., Лактаев Н., 1983. Совершенствование оросительных систем и мелиорации земель Узбекистана. «Узбекистан», Ташкент, 151 стр.
13. Лактаев Н., 1978. Полив хлопчатника. «Колос», Москва, 176 стр.

МЕТОДИКА СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДОЙ

Н.Н. Мирзаев

САНИИРИ им. В.Д. Журина

Введение

В условиях орошаемого земледелия, в особенности при дефиците водных ресурсов, эффективность сельскохозяйственного производства и экологическая обстановка окружающей среды в значительной степени зависит от качества управления водопользованием. В ЦАР по принятой еще в советский период методике управление оросительной водой должно происходить в три этапа: 1) составление планов водопользования и водораспределения (ПВ); 2) корректировка ПВ (установление лимитов (квот) на сезон); 3) реализация ПВ³.

План водопользования составляется для того, чтобы определить биологический спрос сельхозкультур на воду⁴. Лимиты устанавливаются путем корректировки ПВ в соответствии с официально принятыми принципами (критериями) вододеления⁵ и методами водоподачи⁶ в зависимости от наличия водных ресурсов. Корректировка ПВ проводится на основе принципа пропорциональности (см. приложение Б). При этом декадные лимиты определяются умножением плановых декадных расходов на коэффициент пропорциональности (лимитной водообеспеченности).

Предметом наших исследований является этап «Реализация ПВ». Цель этого этапа для водохозяйственной организации (райводхоз, УМРК, АВП) заключается в том, чтобы осуществить водораспределение в соответствии с откорректированным ПВ, то есть в соответствии с установленными лимитами.

Для принятия правильных решений по совершенствованию управления водой очень важно знать состояние управления водой на отдельных каналах или на оросительных системах в целом. В практике водопользования для оценки состояния управления водой используются следующие показатели:

- 1) водозабор из источника орошения в ОС (план, лимит, факт);
- 2) водоподача из ОС хозяйствам-водопользователям (план, лимит, факт);
- 3) водообеспеченность ОС и хозяйств-водопользователей (план, лимит, факт);
- 4) коэффициент использования воды (КИВ);
- 5) КПД (эксплуатационный, технический, плановый, фактический); 6) потери воды (организационные, технические) и т.д.

Недостаток вышеизложенных очень важных показателей заключается в том, что они

- статичные, то есть не рассматривают процесс водораспределения во времени (в динамике);
- не достаточно общие, то есть рассматривают отдельные количественные стороны процесса водораспределения, не оценивая *качество управления водой* на оросительных системах в целом.

³ В ходе реализации ПВ в пределах декады возможна его корректировка на основе заявок ВП.

⁴ По ряду объективных и субъективных причин ПВ далеки от совершенства. Однако, тем не менее, следует признать, что они еще не потеряли и не скоро потеряют свое практическое значение. Дело в том, что техника полива и уровень эксплуатации внутрихозяйственной и межхозяйственной оросительной сети таковы, что, если бы мы даже располагали достаточно реальными, экономически обоснованными планами водопользования, то вряд ли качественно могли бы реализовать их в настоящее время.

⁵ В мировой практике используются и другие подходы. Ученые рекомендуют использовать следующие критерии: равного относительного ущерба, экономической оптимальности (максимум чистого дохода), социально-экономической и экологической эффективности.

⁶ Различаются следующие методы (подходы) водоподач: программный (лимит подается водопользователям по жестко установленному графику), по заявкам (график водоподачи оперативно корректируется на основании заявок водопользователей).