



**Ўзбекистон Республикаси Қишлоқ ва сув хўжалиги  
вазирлиги**

**Халқаро Сув ресурсларини бошқариш институти  
(IWMI)**

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ ИНСТИТУТИ ҚОШИДАГИ  
ИРРИГАЦИЯ ВА СУВ МУАММОЛАРИ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ**

**«Мелиорация, агроф-мухит экологиясини яхшилаш ва сув ресурсларидан  
оқилон фойдаланишни тақомиллаштириш масалалари»**

**мавзусида**

**РЕСПУБЛИКА МИКЁСИДАГИ ИЛМИЙ-АМАЛИЙ АНЖУМАН  
МАТЕРИАЛЛАРИ**

*REPUBLICAN SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE*

**«ISSUES OF IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF WATER USE AND  
MELIORATION AND ECOLOGICAL CONDITION OF ENVIRONMENT»**

**МАТЕРИАЛЫ РЕСПУБЛИКАНСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ**

По теме

**«ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ, А ТАКЖЕ УЛУЧШЕНИЯ МЕЛИОРАЦИИ И ЭКОЛОГИИ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

Ташкент 2012

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ, УЛУЧШЕНИЕ МЕЛИОРАЦИИ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ И ЭКОЛОГИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Ш.Х. Рахимов**  
(НИИИВП при ТИИМ)

Вода является основным фактором, обеспечивающим социально-экономическую и экологическую стабильность стран Центральной Азии. Особенность региона заключается в том, что 80 % всех водных ресурсов формируются за счет ледников и снега в верховьях гор на территории Кыргызстана и Таджикистана, а большие площади орошаемых земель – основного водопотребителя региона, - расположены на территории ниже расположенных стран – Узбекистана, Туркменистана и Казахстана. Узбекистан с наибольшим количеством населения потребляет более 50 процентов всех водных ресурсов рек Центральной Азии.

Все водные ресурсы бассейна Аральского моря сосредоточены в бассейнах двух основных рек - Сырдарьи и Амударьи, - а также бессточных рек: Кашкадарьи, Зарафшана, Мургаба, Теджена и Атрека.

Ресурсы поверхностных речных вод бассейнов рек Амударьи и Сырдарьи, при обеспеченности стока 50 % составляют 114,4 км<sup>3</sup> (по данным Главгидромета) (табл. 1).

Таблица 1 - Формирование и использование речных водных ресурсов по странам Центральной Азии в год средней водности.

| Страны            | Бассейн реки Амударья |              | Бассейн реки Сырдарья |              | Всего по бассейну Аральского моря |               |
|-------------------|-----------------------|--------------|-----------------------|--------------|-----------------------------------|---------------|
|                   | Формируемые           | Используемые | Формируемые           | Используемые | Формируемые                       | Используемые  |
| <b>Узбекистан</b> | <b>5,14</b>           | <b>39,91</b> | <b>6,39</b>           | <b>17,28</b> | <b>11,53</b>                      | <b>59,19</b>  |
| Кыргызстан        | 4,04                  | 0,38         | 26,79                 | 4,03         | 30,83                             | 4,41          |
| Таджикистан       | 44,18                 | 9,88         | 0,38                  | 2,46         | 44,56                             | 12,34         |
| Казахстан         | -                     | -            | 2,50                  | 12,29        | 2,50                              | 12,29         |
| Туркмения         | 2,79                  | 21,73        | -                     | -            | 2,79                              | 21,73         |
| Афганистан        | 22,19                 | 7,44         | -                     | -            | 22,19                             | 7,44          |
| <b>Всего</b>      | <b>78,34</b>          | <b>78,34</b> | <b>36,06</b>          | <b>36,06</b> | <b>114,40</b>                     | <b>114,40</b> |

На территории Узбекистана формируется всего 11,53 км<sup>3</sup>/год стока, в том числе 5,14 км<sup>3</sup> – в бассейне Амударьи (около 6 % речного стока бассейна Амударьи) и 6,39 км<sup>3</sup> – в бассейне Сырдарьи (около 13 % речного стока бассейна Сырдарьи). Это составляет только 10 % (11,53 км<sup>3</sup>) от всех формируемых водных ресурсов (114,4 км<sup>3</sup>) в бассейне Аральского моря, а используемые в республике водные ресурсы составляют 50 % (56,19 км<sup>3</sup>).

С учетом того, что используемые водные ресурсы примерно в 5 раз превышают формируемые, проведение исследований по совершенствованию эффективного использования водных ресурсов в республике является актуальным. Это, в конечном счете, приведет к экономии водных ресурсов, улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель и охраны водных ресурсов, т.е. улучшению экологии окружающей среды.

Распределение из используемого среднесезонного объема водных ресурсов в 56,19 км<sup>3</sup> по отраслям народного хозяйства республики следующее: гидроэнергетика – 0,2 % (0,11 км<sup>3</sup>), рыбное хозяйство – 0,8 % (0,45 км<sup>3</sup>), промышленность - 1,5 % (0,84 км<sup>3</sup>), коммунально-бытовые нужды – 5,5 % (3,09 км<sup>3</sup>) и сельское хозяйство – 92 % (51,7 км<sup>3</sup>).

Из этого распределения видно, что основным потребителем водных ресурсов в республике является сельское хозяйство, поэтому для совершенствования эффективного использования водных ресурсов необходимо разработать новые методы их экономии при подаче и распределении. Одним из них является управление водными ресурсами по заданным критериям качества для всей иерархии водохозяйственной системы (ВХС): река–водохранилище–магистральный канал (самотечный или с машинным

водоподъёмом)–межхозяйственный канал – внутрихозяйственный канал–водопотребители (предприятия, учреждения, организации, фермерские и дехканские хозяйства [1] ).

Критерием качества водоподачи на участке реки является среднеквадратичное интегральное отклонение фактических расходов воды от их плановых значений

$$I_1 = \int_0^T \sum_{j \in N_i^{WB}} (Q_j^h - Q_j(t))^2 dt \quad (1)$$

где 0 – T – интервал управления;  $N_i^{B3}$  – множество номеров водозабора из участка реки;  $Q_j^h$ ,  $Q_j(t)$  – плановые и фактические значения расхода воды на участке реки.

Ограничения на режим работы участка реки имеют вид

$$\begin{aligned} W_i^{Ymin} \leq W_i^Y \leq W_i^{max}, \\ Q_i^{min} \leq Q_n \leq Q_n^{max}, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $W_i^{Ymin}$ ,  $W_i^{Ymax}$  – минимальные и максимальные значения объёмов воды на участке реки;  $Q_n^{min}$ ,  $Q_n^{max}$  – минимальные и максимальные значения расходов воды в пунктах контроля и управления на участке реки.

Критерий качества наполнения и сработки водохранилища имеет следующий вид

$$I_2 = \min \left\{ (W_B(T) - W_n)^2 + \int_0^T Q_n(t) dt \right\} \quad (3)$$

где  $W_B(T)$  – фактический объём воды водохранилища в конце периода управления;  $Q_n(t)$  – интенсивность потерь воды на испарение и фильтрацию;  $W_n$  – плановый объём воды водохранилища к концу периода управления.

Физический смысл критерия (2) заключается в минимизации суммы квадратичного фактического объема воды водохранилища в конце периода управления от планового объема и объема потерь воды на испарение и фильтрацию.

Ограничения на режимы наполнения и сработки водохранилищ имеют вид [2]

$$\begin{aligned} W_B^{min} \leq W_B(t) \leq W_B^{max}, \\ \frac{dz_B}{dt} \leq Z_B, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $W_B^{min}$ ,  $W_B^{max}$  – минимальные и максимальные допустимые значения объёмов воды в водохранилище;  $Z_B$  – максимальное допустимое значение скорости наполнения и сработки водохранилища.

Критерием качества гидравлических процессов на участке самотечного канала является минимизация квадратичного отклонения уровня воды на конце канала от их заданного значения и имеет вид

$$I_3 = \min \left\{ \sum_{j=1}^{N_y} \int_0^T [z_i(l_i, t) - z_i^*]^2 dt \right\}, \quad (5)$$

где  $z(l, t)$  – фактическое изменение уровня воды в конце участка канала или в нижнем бьефе;  $z^*$  – заданное значение уровня воды.

Физический смысл функционала (5) заключается в том, что в процессе водораспределения на участках самотечного канала колебания уровня воды будут минимальными.

Ограничения на режимы работы участков самотечного канала имеют вид

$$\begin{aligned} z_i^{\min} \leq z_i(x_i, t) \leq z_i^{\max}, \\ Q_i^{\min} \leq Q(x_i, t) \leq Q_i^{\max} \end{aligned} \quad (6)$$

где  $Q_i^{\min}$ ,  $Q_i^{\max}$  – минимальные и максимальные допустимые расходы воды на  $i$  – ом участке канала;  $z_i^{\min}$ ,  $z_i^{\max}$  – минимальные и максимальные допустимые ординаты свободной поверхности воды на  $i$  – ом участке канала.

Критерием качества процесса водоподачи в магистральном канале с системой машинного водоподъема является минимизация потребляемой электрической мощности при обеспечении заданной водоподачи насосной станции

$$I_4 = \min \left\{ \sum_{j \in M_{HC}} \int_0^t \left( \sum_{i \in N_i^P} N_i^3 (H_{YB}^j, H_{BB}^i [N_j^P, N_j^P, \psi_i^P]) \right) dt \right\} \quad (7)$$

при  $|Q^{HC} - Q^{\#}| \leq \varepsilon$ ,

где  $N_i$  – потребляемая мощность  $i$ - го работающего насосного агрегата;  $Q^{HC}$ ,  $Q^{\#}$  – фактический и требуемый расход воды насосной станции;  $\varepsilon$  – заданная ошибка регулирования в водоподаче.

Ограничения на насосных станциях имеют вид

$$(N_i^{\min}, N_i^{P \min}, \psi_i^{P \min}) \leq (N_i(t), N_i^P(t)) \leq (N_i^{\max}, N_i^{P \max}, \psi_i^{P \max}), \quad i=1, \dots, n \quad (8)$$

где  $N_i^{\min}$  и  $N_i^{\max}$  – минимальное и максимальное количество работающих насосных агрегатов;  $N_i^{P \min}$  и  $N_i^{P \max}$  – минимальное и максимальное множество номеров работающих насосных агрегатов;  $\psi_i^{P \min}$  и  $\psi_i^{P \max}$  – минимальное и максимальное множество углов разворота лопастей осевых насосов  $i$  – ой насосной станции.

В боковых водопотребителях каналов критерием качества процесса водораспределения является среднеквадратичное интегральное отклонение фактического расхода воды от плановых (лимитированных) значений за период управления.

$$I_5 = \min \left\{ \sum_{i \in N_B} \int_0^T \sum_{j=i}^{N_h} (Q_i^j(t) - Q_{ij}^*)^2 dt \right\}, \quad (9)$$

где  $Q_i^j(t)$  – фактическое значение расхода воды  $j$ - го бокового водопотребителя;  $Q_{ij}^*$  – плановое значение расхода воды  $i$ - го водопотребителя на участке  $j$ .

Ограничения на гидротехнических сооружениях боковых водопотребителей каналов имеют вид

$$a_i^{j \min} \leq a_i^j(t) \leq a_i^{j \max}, \quad (10)$$

где  $a_i^{j \min}$  –  $a_i^{j \max}$  – минимальные и максимальные допустимые открытия затворов гидротехнических сооружений.

Для предложенных критериев качества для объектов ВХС с соответствующими ограничениями необходимо разработать математические модели, алгоритмы и программы решения задач управления водоподачей и водораспределением в них. Реализация этих критериев качества обеспечит эффективное использование водных ресурсов в объектах ВХС.

Впервые в республике в [1] были даны объяснения понятия и функционирования деятельности ассоциаций водопользователей (АВП). Согласно им, АВП – это негосударственная некоммерческая организация, создаваемая водопотребителями-юридическими лицами на добровольной основе для координации их деятельности в области водных отношений, а также представления и защиты их общих интересов. АВП создаются преимущественно по гидрографическому принципу или иным условиям, обеспечивающим рациональное управление и использование водных ресурсов.

Учредителями АВП могут быть фермерские хозяйства, дехканские хозяйства с образованием юридического лица, а также другие водопотребители-юридические лица. Членами АВП могут быть фермерские и дехканские хозяйства, органы самоуправления граждан, а также другие водопотребители.

Взаимоотношения между АВП и ее членами, находящимися в зоне ее обслуживания, а также другими органами сельского и водного хозяйства и иными юридическими и физическими лицами регулируются на договорной основе.

В связи с развитием рыночной экономики в сельском и водном хозяйстве республики необходимо пересмотреть договорные отношения между АВП и водопотребителями, особенно, с фермерскими и дехканскими хозяйствами, которые в настоящее время потребляют наибольшее количество водных ресурсов для орошения, с целью ужесточения их обязательств по экономии водных ресурсов, сохранению их качества и совершенствования штрафных санкций за перерасход поливной воды.

Необходимо повысить образовательный уровень специалистов АВП, постоянно повышать их квалификацию путем проведения различных семинаров-тренингов на местах и в специализированных центрах в республике и за рубежом.

Необходимо обратить особое внимание на оснащенность АВП современной информационно-компьютерной техникой и оборудованием, а также автотранспортом и необходимой техникой (экскаваторы, тракторы, бульдозеры и др.).

Только после реализации указанных мероприятий можно будет усовершенствовать функционирование АВП для подачи водных ресурсов водопотребителям в нижней иерархии ВХС.

Необходимо также усовершенствовать сам процесс использования водных ресурсов у водопотребителей, так как у них, из-за нерационального использования, теряется много поливной воды, поэтому для всех водопотребителей необходимо ввести учёт и контроль получаемой от АВП на договорной основе поливной воды. Для этого им необходимо оснастить все свои водозаборы водомерными сооружениями или гидропостами.

Для эффективного использования водных ресурсов необходимо рекомендовать всем водопотребителям использовать для полива водосберегающую технику и технологии. Таковыми являются полив с помощью гибких переносных трубопроводов, жёстких трубопроводов, лотков автоматизированного полива, шлангов и сифонов [3]. К водосберегающим технологиям, которые начали широко использоваться водопотребителями в последние годы, относятся системы капельного орошения, а также полив с помощью дождевания, внутривпочвенное орошение и др.

Реализация указанных мероприятий обеспечит эффективное использование водных ресурсов на самой нижней ступени иерархии ВХС – водопотребителями.

Основная часть водных ресурсов Узбекистана (92 %) расходуется на нужды орошаемого земледелия и поэтому основные проблемы рационального их использования связаны здесь с эффективностью оросительных систем и использованием воды на полях.

Периодически Узбекистан находится в условиях дефицита водных ресурсов, так как в последние годы водообеспеченность по основным рекам – Амударье и Сырдарье - не превышает 70 % от среднемноголетней нормы. Эта ситуация создает сложности в обеспечении необходимого объема воды для орошения.

Технология полива сельхозкультур по бороздам, преобладающая в настоящее время, способствует фильтрации воды в грунтовые воды и, как следствие, заболачиванию и засолению земель. При орошении земель, расположенных в автоморфных условиях, как правило, подтопляются нижерасположенные земли. Вода, потерянная из каналов и при поливах за счет фильтрации: частично полезно используется на полях, частично безвозвратно теряется на испарение (с полос отчуждения вдоль каналов и полей). Кроме того, она создаёт искусственную напорность грунтовых вод и способствует развитию процессов заболачивания и засоления («выталкивая» рассолы из глубоких горизонтов к поверхности почвы).

Основой прогресса водохозяйственного сектора республики является широкое внедрение интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР), где Узбекистан является признанным лидером, о чём свидетельствуют аналитические обзоры Всемирного Банка, АБР и других международных организаций.

Следование принципам ИУВР позволяет не только повысить эффективность управления водой, но и внедрить современные водосберегающие технологии, системы автоматизированного контроля и управления водораспределением, наладить мониторинг распределения и повысить эффективность использования воды.

После приобретения независимости в республике началась огромная работа по диверсификации сельскохозяйственного производства. Взамен влагоёмких культур, таких как хлопчатник, рис и люцерна, увеличен посев менее влагоёмких культур - зерновые, бахчевые и другие культуры.

Если в начале 90-х годов прошлого века около 50 % орошаемых земель занимал хлопок, а остальная часть использовалась для продовольственных нужд, то в современных условиях, доля хлопчатника в орошаемом земледелии составляет около 30 %, остальные орошаемые земли занимают зерновые, продовольственные и кормовые культуры, жизненно необходимые для населения. В результате, водозабор по всей республике по сравнению с 80-ыми годами уменьшился с 64 до 52 млрд м<sup>3</sup> в год.

Необходимо также отметить, что за счёт средств международных финансовых институтов за последние 10 лет в водохозяйственный сектор было направлено более 1,0 млрд долл. США на восстановление ирригационных и дренажных систем, модернизацию водохозяйственных объектов и насосных станций через 20 крупных инвестиционных проектов, что повысило КПД оросительных систем, улучшило техническое состояние гидротехнических сооружений и повысило управляемость и экономию оросительной воды.

В целях создания необходимых условий для дальнейшего устойчивого развития сельскохозяйственного производства, улучшения мелиоративного состояния земель, повышения их плодородия и на этой основе увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, а также совершенствования механизма организации и финансирования мелиоративных работ 29 октября 2007 года был издан Указ Президента Республики Узбекистан УП № 3932 «О мерах по совершенствованию системы улучшения мелиоративного состояния земель» и для осуществления комплексных мер по реконструкции, ремонту и восстановлению мелиоративных систем, направленных на коренное улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель 31 октября 2007 года было принято Постановление Президента Республики Узбекистан ПП № 718 «Об организации деятельности Фонда мелиоративного улучшения орошаемых земель при Министерстве Финансов Республики Узбекистан», а также 19 марта 2008 года было принято Постановление Президента Республики Узбекистан ПП № 817 «О государственной программе мелиоративного улучшения орошаемых земель в 2008–2012 годах». Работы по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель осуществляются на основе вышеназванных Указа и Постановлений, в рамках которых осуществляются ремонт и восстановление мелиоративных объектов.

Была создана специализированная лизинговая компания «Узмелиомашлизинг» для обеспечения, на основании льготного лизинга, специализированных строительных и эксплуатационных организаций, АВП мелиоративной техникой.

В рамках Государственной программы в течение 2008–2012 гг. на меры по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель было запланировано выделить 604,6 млрд сум финансовых средств, фактически было выделено 765,8 млрд сум. В 2012 году было выделено 210 млрд сум, за счёт этого финансирования осуществлено строительство и реконструкция 677,9 км коллекторов, восстановлены 11,2 тыс. км межхозяйственной и внутрихозяйственной коллекторно-дренажной сети, 340,1 км закрытой коллекторно-дренажной сети, 720 скважин вертикального дренажа и 8 мелиоративных насосных станций. Улучшено мелиоративное состояние 1 миллиона 200 тысяч гектаров орошаемых площадей. На 81 тысячу гектаров сократилась площадь сильно засоленных и средnezасоленных полей, на 365 тысячах гектарах достигнуто снижение уровня грунтовых вод до оптимального для сельскохозяйственных нужд, урожайность в хлопководстве по сравнению с 2003 годом выросла на 4,9 центнера с гектара, в зерноводстве – на 9,5 центнеров.

По данным осеннего мониторинга службы мелиорации Минсельводхоза в республике в 2012 г. засоленные земли составили 2154 тыс. га – это около 50 % общей площади орошаемых земель, из них слабозасоленных – 1351 тыс. га (32 %), средnezасоленных – 653 тыс. га (15 %), сильнозасоленных – 150 тыс. га (3,5 %).

Для постоянного поддержания необходимого уровня мелиоративного состояния орошаемых земель в ближайшую перспективу необходимо:

- повышение дисциплины в распределении и использовании водных ресурсов;
- снижение непродуктивных потерь воды путем обоснованного потребления, упорядочения в распределении воды на всех уровнях оросительных систем, ремонт каналов и очистка коллекторов.

В качестве сезонных мероприятий по регулированию солевого режима хлопкового поля в вегетацию на малоуклонных землях является улучшенная (возможно лазерная) планировка поливных участков, совершенствование технологии поверхностного полива, применение

дискретного и встречного поливов. Эффективность встречного полива установлена опытным путем. Эта технология полива позволяет повысить удельные затраты воды на единицу продукции и снизить сезонную аккумуляцию солей в почве. Данная технология орошения рекомендуется к применению фермерами. Вместе с тем, уже на ближайшую перспективу необходима разработка стратегии решения проблемы использования воды, регулирования уровня грунтовых вод и поддержания мелиоративного состояния земель радикальными мерами. Это снижение потерь воды при транспортировании, повышение водообеспеченности, дисциплина распределения и использования воды в сельском хозяйстве. Возможно, пересмотр структуры посевов и повышение продуктивности земель, реконструкция каналов и приведение в порядок водоотводящей сети.

Увеличение забора воды из рек Амударья и Сырдарья на орошение существенно изменило природные условия в среднем и нижнем течении рек, и особенно – в дельтах. Главным последствием усыхания Аральского моря явилось интенсивное развитие опустынивания окружающих территорий Приаралья.

За последние 40 лет вокруг моря процесс опустынивания охватил площадь в пределах от 2 до 3 млн га. Большая часть процессов опустынивания происходила в области бывших гидроморфных почв. По последним опубликованным данным, территория обсохшего дна приобретает облик песчано-солончаковой пустыни, площадью почти 3,6 млн га, являющейся источником выноса пыли и солей. Например, в дельте реки Амударья:

- число озёр сократилось с 40 до 10, а занимаемая ими площадь - со 100 до 5 тыс. га (в маловодные годы);

- возросли площади песков - со 187 до 335 тыс. га (только за последние 10 лет);

- возросла общая площадь солончаков на 27 %.

По решению правительства Республики Узбекистан с участием международных организаций выполнены следующие проекты по улучшению экологической обстановки в бассейне Аральского моря:

- разработка критериев экологической устойчивости гидроэкосистем и необходимых мероприятий с целью восстановления естественно-антропогенного гидроэкологического режима и оздоровления территорий Приаралья и дельты реки Амударья;

- оценка требований на качество воды для поддержания устойчивого экологического профиля Приаралья;

- разработка методов оценки воздействия водохозяйственной деятельности на состояние гидроэкосистем бассейна Аральского моря и на их основе рекомендаций по природоохранным мероприятиям;

- восстановление локальных водоёмов в Южном Приаралье (рис. 1).

Предложены различные варианты мелиоративных мероприятий, обеспечивающих экологическую устойчивость орошаемых земель Приаралья и дельты реки Амударья. В осуществлении совместной деятельности с международными организациями по стабилизации ситуации в Приаралье первоочередными приоритетами являются:

- создание регулируемой системы водоемов на осушенном дне для Амударьи и управление частью Малого моря для Сырдарьи;

- создание польдерных систем на осушенном дне моря;

- проведение фитомелиоративных работ по закреплению подвижных песков;

- подача коллекторно-дренажных вод в акваторию моря через зоны разветвления песков.

- постоянное взаимодействие с региональными программами и проектами по сохранению биоразнообразия в государствах Центральной Азии.

Для восстановления экологической устойчивости и биологической продуктивности природных экосистем, а также повышение устойчивости водных экосистем в бассейне Аральского моря необходимо:

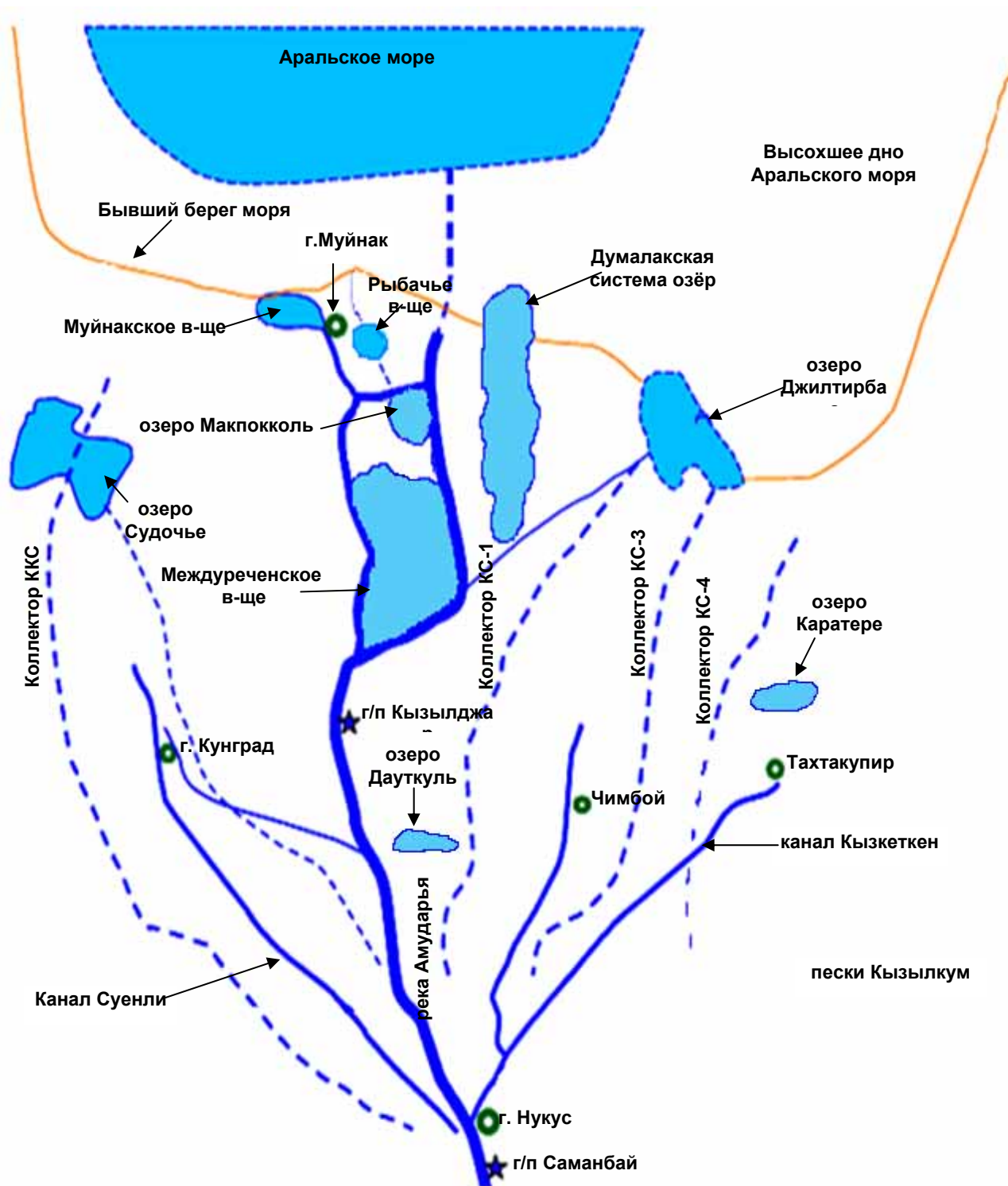
- обеспечение экологических попусков в дельты рек Сырдарья и Амударья;

- определение хозяйственной ёмкости водных экосистем региона;

- соблюдение режимов водоохраных зон;

- оценка предельно-допустимой нагрузки на экосистемы региона.

Реализация предложенных мероприятий в республике обеспечит совершенствование эффективного использования водных ресурсов, улучшение мелиорации орошаемых земель, охраны водных ресурсов и экологии окружающей среды в бассейне Аральского моря.



#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Закон Республики Узбекистан «О воде и водопользовании (новая редакция). ЗРУ – № 240 от 25 декабря 2009 г.
2. Резниковский А.Ш., Рубинштейн М.И. Управление режимами водохранилищ гидроэлектростанций. – М: Энергия, 1974. – 176 с.
3. Лактаев Н.Т. Полив хлопчатника. – М: Колос, 1978 – 176 с.

## ВЛИЯНИЕ ПРОЕКТА WPI-PL <sup>1</sup> НА ДИНАМИКУ АГРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ УЧАСТКОВ (2009-2011 ГГ.)

*С.А. Нерозин, О. Анарбеков, К. Джумабаев, М.Р. Джунна,  
Ш.Ш. Мухамеджанов, Д.К. Эшмуратов, И. Рузиев  
(IWMI)*

На засеянных хлопчатником демонстрационных участках проекта проводился постоянный мониторинг и учёт всех сельскохозяйственных работ в течение вегетационного периода 2009-2011 годов. Наблюдения включали в себя агротехнические операции и водохозяйственные мероприятия, которые выражались физическими (м<sup>3</sup>/га, тонна/га, кг/га, маш.-час/га, чел.-дней/га) или финансовыми показателями (сум/га). В данной работе приведены сводные материалы по мониторингу сельхозпроизводства при возделывании хлопчатника.

Сравнительная оценка показателей отдельных агротехнических операций на демонстрационных участках (ДУ) Андижанской области свидетельствует (табл. 1), что на второй год проектных работ в ФХ «Гульшан ахтари», «Бахт инком Ривож» и «Давлат Ганимат» снизилось количество использованных при посеве семян на 18-15 % на гектар, в ФХ «Дильшода» эта величина осталась прежней, а в ФХ «Чинор» несколько повысилась - с 60,0 до 65,0 кг/га, что в принципе соответствует рекомендуемым нормам для опушённых семян. Снижение финансовых затрат на приобретение минеральных удобрений на второй год проекта было отмечено в ФХ «Чинор» (с 356700 сум/га в 2010 году до 267787 сум/га в 2011 году), а также в ФХ «Дильшода» (с 307972 до 230 421 сум/га). В остальных пилотных ФХ затраты по этой позиции возросли, что связано как с финансовыми возможностями фермера, так и со сложившимися закупочными ценами на этот ресурс. Финансовые затраты на средства химзащиты по годам увеличились в ФХ «Давлат Ганимат», «Бахт инком Ривож» и «Дильшода», в других ФХ они несколько снизились, главным образом, из-за ограниченного присутствия вредителей на демонстрационных участках.

В ретроспективе несколько снизились физические показатели механизированного труда в ФХ «Гульшан ахтари» и ФХ «Дильшода», в остальных ФХ отмечено небольшое увеличение количества работы сельскохозяйственной техники, тем не менее, стоимость эксплуатации тракторов ежегодно увеличивалась по всем пилотным ФХ за счёт амортизационных отчислений и удорожания ГСМ. Снижение количества физических затрат ручного труда отмечено в ФХ «Гульшан ахтари», «Давлат Ганимат» и «Дильшода», однако стоимость ручных работ по годам во всех фермерских хозяйствах имеет чёткую тенденцию к повышению, что обусловлено ежегодным повышением оплаты труда сельхозработчим и сборщикам урожая. Физические затраты при использовании водных ресурсов в отдельных ФХ несколько сократились – с 6459 м<sup>3</sup>/га (2010 г.) до 6222 м<sup>3</sup>/га (2011 г.) в ФХ «Чинор», и с 5523 м<sup>3</sup>/га (2009 г.) до 4397 м<sup>3</sup>/га (2010 г.) в ФХ «Дильшода», что значительно ближе к рекомендуемым нормам для этого гидромодульного района. В двух пилотных ФХ («Гульшан ахтари» и «Давлат Ганимат») оросительные нормы увеличились, причём в ФХ «Гульшан ахтари» такое увеличение было направлено в сторону к рекомендуемым показателям для этой зоны.

Сложившиеся общие затраты на сельхозпроизводство (переменные затраты) на пилотных ФХ имеют тенденцию к повышению по годам наблюдений (за исключением ФХ «Чинор»). Тем не менее, за счёт более сбалансированных технологических работ на ДУ, полученная продукция по годам была заметно выше (за исключением ФХ «Гульшан ахтари», где урожайность хлопчатника снизилась с 55,0 до 50,0 ц/га), что с учётом сложившихся закупочных цен увеличило полученную валовую прибыль в этих хозяйствах. Следует отметить рост постоянных (налоги) и дополнительных затрат по годам мониторинга, который зафиксирован по всем ФХ. В этой связи, показатель чистой прибыли в ФХ «Гульшан ахтари» снизился с 2754311 сум/га (2010 г.) до 2004700 сум/га (2011 г.), что напрямую связано с падением урожайности (с 55 до 50 ц/га). В ФХ «Давлат Ганимат» также зафиксировано падение чистой прибыли (с 1605726 сум/га в 2010 году до 1486797 сум/га в 2011 году), однако здесь основной причиной является значительное увеличение дополнительных затрат в 2011 году. В остальных пилотных ФХ полученная чистая прибыль по

<sup>1</sup> WPI-PL – Проект «Повышение продуктивности воды на уровне поля», финансируемый Швейцарским Агентством Развития и Сотрудничества и реализуемый Ассоциацией IWMI и НИЦ МКВК

годам наблюдений имеет чёткую тенденцию к увеличению, что несомненно является достижением проекта.

Анализ сельскохозяйственной деятельности на ДУ выявил значительные финансовые затраты по статье дополнительных расходов, что нуждается в разъяснении сложившихся затрат. В качестве примера мы выбрали показатели ФХ «Чинор», где зарегистрированы самые высокие среди всех пилотных ФХ расходы по этой позиции – 570312 сум/га. При детальном рассмотрении материалов полевого мониторинга выявлено, что в этом хозяйстве расходы на уплату налогов и услуг АВП составили 221000 сум/га, расходы на обеспечение питанием сборщиков урожая – 129400 сум/га, расходы на приобретение полиэтиленовой плёнки составили 203412 сум/га, расходы на ремонт сельскохозяйственной техники – 16500 сум/га, что в итоге даёт нам вышеназванную сумму равную 570312 сум/га. Несомненно, что в данном случае, основным фактором, обусловившим рост дополнительных затрат, является применение на этом ДУ дорогостоящих синтетических материалов (полиэтиленовой плёнки), использование которых способствует экономии водных ресурсов, ускорению развития посева и повышению качества выращенного урожая.

Сравнительная оценка агроэкономических показателей, достигнутых на демонстрационных участках Ферганской области, показала (табл. 2), что на второй-третий год проектных работ в ФХ «Ботыржон» и ФХ «И. Ортыков» снизилось количество использованных при посеве семян на 40-50 % и затраты на их приобретение, что связано с переходом на сев оголёнными семенами и расценивается как положительная тенденция. На остальных ДУ области посевные работы проводились опушёнными семенами, что обусловило увеличение количества используемых семян, повышение расходов на их приобретение по годам наблюдения (ФХ «Кахрамон Давлат саховати» и ФХ «Дилдиёр Тугонбой») и вызывало определённую задержку появления всходов. Следует отметить некоторое снижение показателей (по годам наблюдения), характеризующих физические и финансовые затраты на применяемые удобрения, что наблюдается по всем пилотным ФХ. По этим показателям только в ФХ «Ботыржон» отмечены относительно равные по годам расходы на приобретение минеральных удобрений, в остальных хозяйствах расходы по этой позиции с каждым годом уменьшались, что по нашему мнению необоснованно, так как этот фактор активно способствует повышению урожайности. Финансовые расходы на применение средств химической защиты по годам существенно возросли в 4-х ФХ, в ФХ «Дилдиёр Тургунбой» они несколько снизились, главным образом, из-за ограниченного присутствия вредителей на демонстрационном участке.

При рассмотрении данных по физическим затратам на механизированный труд видно, что в трёх ФХ («Кахрамон Давлат саховати», «Нулу», «И. Ортыков») несколько снизилось время работы сельскохозяйственной техники (оставаясь при этом в рекомендуемых пределах), в ФХ «Ботыржон» оно повысилось с 10 до 16 маш/час, что также близко к рекомендуемым нормам. Показатели же ФХ «Дильдиёр Тургунбой» составили 15 маш/час в стартовый 2010 год против 21 маш/час, зафиксированного в 2012 году, что по нашему мнению является несколько завышенным результатом (рекомендуемый на 1 га оптимум для зоны составляет 13-18 маш/час). Физические затраты на ручной труд и уборку урожая на демонстрационных участках по годам наблюдения колебались в пределах 50–92 чел.-дней и соответствуют количеству собранного урожая. Оплата труда сборщиков коррелирует с количеством собранного урожая. На второй-третий годы проекта отмечено снижение физических затрат при использовании оросительной воды в ФХ «Ботыржон» (на 1400 м<sup>3</sup>/га), в ФХ «Кахрамон Давлат саховати» (на 1880 м<sup>3</sup>/га в 2010 году и на 386 м<sup>3</sup>/га в 2011 году по сравнению со стартовым годом) и в ФХ «Нулу» (на 234 м<sup>3</sup>/га). В ФХ «И. Ортыков» показатели количества использованной воды на орошение за 2009-2010 годы практически не изменялись, а в ФХ «Дильдиёр Тургунбоев» количество использованной воды увеличилось с 2521 м<sup>3</sup>/га (2010 год) до 4690 м<sup>3</sup>/га (2011 г.), что с учётом близких грунтовых вод оказало негативное влияние на продуктивность хлопчатника. Общие затраты на производство (переменные затраты) имеют тенденцию к повышению по годам наблюдений в четырёх ФХ, в ФХ «И. Ортыков» эти показатели несколько снизились, что однако не оказало отрицательного влияния на урожайность. На трёх пилотных ДУ получены хорошие результаты по урожайности. В ФХ «И. Ортыков» урожайность хлопчатника повысилась с 37 до 39 ц/га, в ФХ «Нулу» с 35 до 37 ц/га и в ФХ «Кахрамон Давлат саховати» с 37 до 40-41 ц/га. В ФХ «Дильдиёр Тургунбой», за счёт нарушения рекомендуемого для зоны режима орошения, урожайность хлопчатника снизилась с 44 до 34 ц/га, в ФХ «Ботыржон» урожайность по годам не изменялась и составила 40 ц/га. Следует отметить рост постоянных (налоги) и дополнительных затрат по годам мониторинга в ФХ

«Ботыржон» и в ФХ «Дильдияр Тургунбой», в ФХ «И. Ортыков», ФХ «Кахрамон Давлат саховати» (на второй год проекта) и в ФХ «Нулу» расходы по этой позиции несколько сократились. Сложившиеся затраты на сельхозпроизводство и падение урожайности в ФХ «Дильдияр Тургунбой» в 2011 году обусловили существенное снижение полученной чистой прибыли (на 1037371 сум/га), которая уменьшилась с 1299978 сум/га в 2010 году до 861670 сум/га в 2011 году, что напрямую связано с резким падением урожайности из-за ошибочно выбранным режимом орошения. В остальных пилотных ФХ полученная чистая прибыль по годам наблюдений имеет чёткую тенденцию к увеличению. В ФХ «И. Ортыков» чистая прибыль в 2010 году составила 1436356 сум/га против 428320 сум/га (2009 г.), в ФХ «Ботыржон» - 1147566 сум/га (2010 г.) против 875577 сум/га (2009 год), в ФХ «Кахрамон Давлат саховати» - 771800 сум/га (2010 г.) и 1427685 сум/га (2011 г.) против 861080 сум/га (2009 г.), в ФХ «Нулу» - 1670300 сум/га (2010 г.) против 863150 сум/га (2009 г.), что является серьёзным достижением проводимых проектом работ.

Анализ динамики уровня сельхозпроизводства по результатам мониторинга в Наманганской области мы смогли провести только по двум демонстрационным участкам, расположенным в Наманганском районе (ФХ «Наманган элита уругчилик») и Нарынском районе (ФХ «Дурдона Гайрат»). Сравнительная оценка объёмов отдельных агротехнических операций, проведённых на демонстрационных участках, свидетельствует (табл. 3), что на второй год проектных работ количество использованных семян при поведении посевных работ не изменялось в ФХ «Наманган элита уругчилик» (40 кг/га), в ФХ «Дурдона Гайрат» оно несколько снизилось - с 50 до 45 кг/га, что более соответствует рекомендуемым нормам. В этих хозяйствах отмечается и некоторое снижение физических затрат при использовании минеральных удобрений (~11-12 %), что соответственно несколько снизило затраты на их приобретение. В ФХ «Наманган элита уругчилик» значительно снизились расходы на использование средств химической защиты растений (что связано с ограниченным распространением вредителей), в ФХ «Дурдона Гайрат» эта статья расходов незначительно возросла за счёт более активного применения химических средств защиты посева.

В пилотных ФХ по годам наблюдения отмечается некоторое снижение физических затрат на механизированный труд, что соответственно уменьшило финансовые расходы по этой статье. Аналогичная тенденция прослеживается и по физическим затратам на ручной труд – на 5 чел/дней сократились трудозатраты в ФХ «Наманган элита» и на 10 чел/дней в ФХ «Дурдона Гайрат». Однако расходы по этой статье в ФХ «Дурдона Гайрат» возросли с 591351 сум/га (2009 г.) до 700283 сум/га (2010 г.), что связано с ростом оплаты за ручные работы в этом районе. На второй год проекта в пилотных ФХ отмечено некоторое увеличение объёмов используемой оросительной воды (на 10-11 %), что однако не противоречит рекомендуемым нормам для этого гидромодульного района. Общие расходы на сельхозпроизводство в ФХ «Наманган элита» на второй год проекта снизились на 259559 сум/га, что можно оценивать как положительное влияние проекта, в ФХ «Дурдона Гайрат» этот показатель практически не изменился. Полученная урожайность по годам проекта в ФХ «Наманган элита» незначительно снизилась (с 43 до 42 ц/га), а в ФХ «Дурдона Гайрат» несколько увеличилась (с 38 до 39 ц/га). Однако стоимость полученного валового продукта на второй год проекта заметно повысилась только в ФХ «Наманган элита», что и предопределило размер общей прибыли в этом ФХ (3250996 сум/га в 2011 году против 1926403 сум/га в 2010 году). В ФХ «Дурдона Гайрат» размер достигнутой общей прибыли сложился невысоким – 821734 сум/га в 2009 году против 828411 сум/га в 2010 году. В конечном итоге, чистая прибыль на второй год проекта в ФХ «Наманган элита» составила 3170296 сум/га против 1804003 сум/га в стартовом году, а в ФХ «Дурдона Гайрат» 713411 сум/га (2010 год) против 685034 сум/га (2009 год). В целом, следует отметить эффективное и положительное влияние рационального управления сельхозпроизводством в период 2009-2011 гг. на динамику основных агроэкономических показателей, а также на урожайность и доходность ФХ, что является достижением проекта

Таблица 1 - Основные агроэкономические показатели на ДУ Андижанской области

| Район                |                    | Андижанский   |         | Мархаматский   |         | Алтынкульский    |         |         | Пахтаабадский |         | Шахриханский |         |
|----------------------|--------------------|---------------|---------|----------------|---------|------------------|---------|---------|---------------|---------|--------------|---------|
| Фермерское хозяйство |                    | Гулшан Ахтачи |         | Давлат ганимат |         | Бахт Имкон Ривож |         |         | Чинор         |         | Дилшода      |         |
| Показатели           | ед. измер          | 2010          | 2011    | 2010           | 2011    | 2009             | 2010    | 2011    | 2010          | 2011    | 2009         | 2010    |
| Семена               | кг/га              | 52            | 40      | 60             | 52      | 52               | 33      | 40      | 60            | 65      | 45           | 45      |
|                      | д.ед/га            | 67600         | 100000  | 63000          | 135200  | 100568           | 63921   | 40000   | 120000        | 84500   | 73755        | 65250   |
| Удобрения            | кг/га              | 2200          | 650     | 1350           | 4802    | 1420             | 1550    | 900     | 1200          | 915     | 850          | 950     |
|                      | д.ед/га            | 434977        | 725750  | 300773         | 426670  | 373640           | 400000  | 370000  | 356700        | 267787  | 307972       | 230422  |
| Средства защиты      | Ядохими-каты       | кг/га         | 0       | 0              | 0       | 0                | 0       | 0       | 0             | 0       | 0            | 0       |
|                      |                    | д.ед/га       | 272000  | 31000          | 29667   | 319000           | 2143    | 78610   | 76000         | 141400  | 123100       | 6300    |
|                      | Биологичес-кие     | кг/га         | 0       | 0              | 0       | 0                | 0       | 0       | 0             | 0       | 0            | 0       |
|                      |                    | д.ед/га       | 0       | 0              | 0       | 0                | 21000   | 0       | 0             | 4000    | 0            | 0       |
| Механизмы            | маш. час/га        | 16            | 15      | 15             | 17      | 13               | 19      | 14      | 15            | 17      | 17           | 15      |
|                      | д.ед/га            | 198000        | 218000  | 255002         | 381333  | 177321           | 258867  | 287000  | 267992        | 264500  | 328519       | 272250  |
| Транспорт            | д.ед/га            | 40000         | 46667   | 23667          | 10833   | 22666            | 35000   | 10833   | 29500         | 12661   | 35077        | 100000  |
| Труд                 | чел. дней/га       | 110           | 103     | 116            | 95      | 66               | 72      | 90      | 96            | 110     | 129          | 76      |
|                      | д.ед/га            | 635333        | 866533  | 472133         | 787167  | 421140           | 458167  | 671667  | 539960        | 679043  | 432286       | 577933  |
| Вода                 | м <sup>3</sup> /га | 2358          | 3288    | 4194           | 5012    | 4470             | 3900    | 4646    | 6459          | 6222    | 5523         | 4397    |
|                      | д.ед/га            | 0             | 0       | 0              | 0       |                  | 0       | 0       | 0             | 0       | 0            | 0       |
| Переменные затраты   | д.ед/га            | 1647910       | 1987950 | 1144241        | 2060203 | 1118478          | 1294564 | 1455500 | 1459552       | 1431591 | 1183909      | 1356054 |
| Урожай               | тонн/га            | 5,5           | 5,0     | 3,9            | 4,0     | 3,6              | 3,7     | 3,7     | 3,5           | 3,6     | 3,6          | 3,6     |
| Валовой продукт      | д.ед/га            | 4605971       | 4349650 | 2805633        | 3990000 | 1818286          | 2343199 | 2603833 | 2206870       | 2672652 | 1831043      | 2096250 |
| Прибыль              | д.ед/га            | 2958061       | 2361700 | 1661393        | 1929797 | 699808           | 1048635 | 1148333 | 747318        | 1241061 | 647134       | 740196  |
| Пост.и доп затраты   | д.ед/га            | 203750        | 357000  | 55667          | 443000  | 124058           | 314906  | 379000  | 201352        | 570312  | 114190       | 161000  |
| Чистая прибыль       | д.ед/га            | 2754311       | 2004700 | 1605726        | 1486797 | 575750           | 733729  | 769333  | 545966        | 670749  | 532944       | 579196  |

Таблица 2 - Основные агроэкономические показатели на ДУ Ферганской области

| Район                |               | Фуркатский |         | Кувинский                |         |         | Багдадский |         | Алтыарыкский |         | Ташлакский        |         |
|----------------------|---------------|------------|---------|--------------------------|---------|---------|------------|---------|--------------|---------|-------------------|---------|
| Фермерское хозяйство |               | Ботиржон   |         | Кахрамон Давлат Саховати |         |         | Нулу       |         | И. Ортиков   |         | Дилдиёр Тургунбой |         |
| Показатели           | ед. измер     | 2009       | 2010    | 2009                     | 2010    | 2011    | 2009       | 2010    | 2009         | 2010    | 2010              | 2011    |
| Семена               | кг/га         | 50         | 30      | 30                       | 30      | 55      | 50         | 50      | 90           | 45      | 40                | 60      |
|                      | д.ед/га       | 98000      | 84900   | 75000                    | 75000   | 137500  | 100000     | 100000  | 111780       | 45000   | 60714             | 75000   |
| Удобрения            | кг/га         | 1200       | 1067    | 900                      | 500     | 900     | 850        | 700     | 1100         | 675     | 675               | 404     |
|                      | д.ед/га       | 260400     | 251733  | 196750                   | 132000  | 161000  | 267500     | 240000  | 329500       | 189269  | 159300            | 115800  |
| Средства защиты      | ядохимикаты   | кг/га      | 0       | 0                        | 0       | 0       | 0          | 0       | 0            | 0       | 0                 | 0       |
|                      |               | д.ед/га    | 46000   | 93333                    | 17000   | 22500   | 68000      | 11500   | 93750        | 11600   | 66875             | 82857   |
|                      | биологические | кг/га      | 0       | 0                        | 0       | 0       | 0          | 0       | 0            | 0       | 0                 | 0       |
|                      |               | д.ед/га    | 0       | 0                        | 0       | 0       | 0          | 0       | 0            | 0       | 0                 | 0       |
| Механизмы            | маш.час/га    | 10         | 16      | 18                       | 13      | 12      | 19         | 17      | 16           | 12      | 15                | 21      |
|                      | д.ед/га       | 143417     | 210500  | 368000                   | 176000  | 246000  | 210500     | 247295  | 150000       | 172000  | 390000            | 515000  |
| Транспорт            | д.ед/га       | 34375      | 40889   | 23160                    | 83200   | 32130   | 17750      | 21500   | 51200        | 60750   | 30952             | 50000   |
| Труд                 | чел.дней/га   | 53         | 56      | 50                       | 83      | 92      | 43         | 86      | 58           | 50      | 65                | 81      |
|                      | д.ед/га       | 443531     | 516889  | 581250                   | 687000  | 713500  | 333850     | 616000  | 491600       | 461500  | 531905            | 614600  |
| Вода                 | м3/га         | 4394       | 2995    | 6020                     | 4132    | 5634    | 2517       | 2273    | 4868         | 4992    | 2521              | 4690    |
|                      | д.ед/га       | 0          | 0       | 0                        | 0       | 0       | 0          | 0       | 0            | 0       | 0                 | 0       |
| Переменные затраты   | д.ед/га       | 1025723    | 1198244 | 1261160                  | 1175700 | 1358130 | 941100     | 1318545 | 1145680      | 995394  | 1255729           | 1412800 |
| Урожай               | тонн/га       | 4.0        | 4.0     | 3,7                      | 4.0     | 4,1     | 3,5        | 3,7     | 3,7          | 3,9     | 4,4               | 3,4     |
| Валовой продукт      | д.ед/га       | 2040000    | 2548000 | 2507240                  | 2162500 | 3005815 | 2117500    | 3093845 | 1674000      | 2490750 | 2706183           | 2478970 |
| Прибыль              | д.ед/га       | 1014277    | 1349756 | 1246080                  | 986800  | 1647685 | 1176400    | 1775300 | 528320       | 1495356 | 1450454           | 1066170 |
| Пост.и доп затраты   | д.ед/га       | 138701     | 202189  | 385000                   | 215000  | 220000  | 313250     | 105000  | 100000       | 59000   | 150476            | 204500  |
| Чистая прибыль       | д.ед/га       | 875577     | 1147566 | 861080                   | 771800  | 1427685 | 863150     | 1670300 | 428320       | 1436356 | 1299978           | 861670  |

Таблица 3 - Основные агроэкономические показатели на ДУ Наманганской области

| Район                |               | Наманганский   |         | Нарынский      |         |
|----------------------|---------------|----------------|---------|----------------|---------|
| Фермерское хозяйство |               | Наманган Элита |         | Дурдона Гайрат |         |
| Показатели           | ед. измер     | 2010           | 2011    | 2009           | 2010    |
| Площадь              | га            | 6.0            | 10.0    | 2.0            | 2.0     |
| Семена               | кг/га         | 40             | 40      | 50             | 45      |
|                      | д.ед/га       | 82000          | 120000  | 140000         | 87975   |
| Удобрения            | кг/га         | 1380           | 1128    | 800            | 670     |
|                      | д.ед/га       | 361900         | 327984  | 271850         | 198810  |
| Средства защиты      | ядохимикаты   | кг/га          | 0       | 0              | 0       |
|                      |               | д.ед/га        | 196330  | 6250           | 31225   |
|                      | биологические | кг/га          | 0       | 0              | 0       |
|                      |               | д.ед/га        | 0       | 4000           | 0       |
| Механизмы            | маш. час/га   | 10             | 9       | 19             | 16      |
|                      | д.ед/га       | 167000         | 127800  | 238593         | 220500  |
| Транспорт            | д.ед/га       | 58167          | 34020   | 12500          | 55000   |
| Труд                 | чел. дней/га  | 115            | 110     | 79             | 69      |
|                      | д.ед/га       | 713667         | 699450  | 591351         | 700283  |
| Вода                 | м3/га         | 5103           | 5763    | 5006           | 5740    |
|                      | д.ед/га       | 0              | 0       | 0              | 0       |
| Переменные затраты   | д.ед/га       | 1579063        | 1319504 | 1285518        | 1295768 |
| Урожай               | тонн/га       | 4,3            | 4,2     | 3,8            | 3,9     |
| Валовой продукт      | д.ед/га       | 3505467        | 4570500 | 2107252        | 2124178 |
| Прибыль              | д.ед/га       | 1926403        | 3250996 | 821734         | 828411  |
| Пост.и доп затраты   | д.ед/га       | 122400         | 80700   | 136700         | 115000  |
| Чистая прибыль       | д.ед/га       | 1804003        | 3170296 | 685034         | 713411  |

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗНАЧЕНИЙ ИНДЕКСА РАСТИТЕЛЬНОСТИ (NDVI) ПО ДАННЫМ НАЗЕМНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА GREENSEEKER И СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ

*Х. Машарипова, А. Платонов, М. Джунна, А. Салохиддинов*  
(ТИИМ, IWMI)

*Climate change and agriculture are interrelated processes and both of them are influenced by each other. Nowadays advances in technology and science are getting higher and newer, improved crop cultivars are one of those advances in agricultural science. Each type of crop is likely affected differently by climate change on its growth and water use. Negative influences of the climate and nature on most of the crop types are insolvable particularly because there is lack of information on many specific characteristics of local crop cultivars grown on new local soil, climate and natural conditions. Moreover, mostly used generalized crop coefficients recommended by FAO are for optimal growing conditions. Especially, the water allocation and crop irrigation regimes are established according to hydrological zoning system. However, under new natural and environmental conditions in all of these systems need to make corrections.*

*In this study we used two methods, GreenSeeker and remote sensing methods, to determine normalized difference vegetation index (NDVI), which is the most commonly used vegetation index, resulted from reflection of crop. These reflections of crop leaves can be determined in the near-infrared and red radiations. Spectral index as NDVI derives as the ratio of the difference and sum of reflectance in the near infrared and red spectral regions, and can effectively track spatially variable crop canopy development for particular crops in real time. Most of the research works show the positive correlation of NDVI and crop coefficient. The article presents the comparative analyses of the research conducted during the vegetation period in 2012 using two methods – hand-held GreenSeeker and remote sensing technology to check the NDVI values. Also, the paper presents the importance of NDVI in estimation of crop water requirement during the vegetation period.*

*Изменение климата и сельское хозяйство являются взаимосвязанными процессами, и оба они влияют друг на друга. В настоящее время достижения в области науки и техники становятся все больше и больше, создании новых и улучшенных сортов культур является одним из тех достижений в области сельскохозяйственной науки. Каждый вид культуры по-разному реагирует на изменение климата. Отрицательное влияние климата и природы на большинстве типов культур неразрешимы в частности потому, что отсутствует информация о многих конкретных характеристиках местных сортов культур, выращиваемых на новых природно-хозяйственных и климатических условиях. Кроме того, обобщенные коэффициенты культур рекомендованной ФАО были получены из культур, выращенных в оптимальных условиях, а определение требований на воду для планирования и распределения воды из ирригационной системы производится на основе гидромодульного районирования орошаемых земель. Но в настоящих природно-хозяйственных условиях во всех этих системах принятия решений требуется корректировка.*

*В данном исследовании, мы пользовались двумя методами - ручной прибор GreenSeeker и технология дистанционного зондирования, для определения нормализованной разности растительного индекса (NDVI), который является наиболее часто используемым вегетационным индексом, получаемый в результате отражения культуры в ближней инфракрасной и красной областях спектра. Результаты многих научных исследований показывают, что индекс NDVI имеет положительную корреляцию с коэффициентом культуры. В статье представляются результаты сравнительного анализа NDVI из трех различных сортов хлопчатника в течение вегетационного периода 2012 года двумя способами - ручным прибором GreenSeeker и технологией дистанционного зондирования.*

*Кроме того в статье приведены значения NDVI в оценке потребности культур в воде в течение вегетационного сезона.*

*Иқлим ўзгариши ва қишлоқ хўжалиши ўзаро бир-бирига боғлиқ бўлган жараёнларга эга. Хозирги кунда фан ва технология тобора ривожланиб бормоқда, янги навлар етиштирилиши қишлоқ хўжалиги фанининг тараққиёт ютуқларидан бири ҳисобланади. Иқлим ўзгариши ҳар бир*

экинга турлича салбий таъсир кўрсади ва буни ечими кўп холларда табиий-иқлим шароитида ўстирилайётган янги навлар бўйича маълумотлар етишмаслиги сабаб бўлиб қолмоқда. Ундан ташқари умумий қабул қилинган ФАО тасия этган экин коэффицентлари оптимал шароитларда етиштирилган экинлардан олинган хисобланади. Бундан ташқари сугориш режимлари ва сув тақсимланиши кўп йиллар олдин тузилган гидромодуль районида асосланиб белгиланади. Бироқ хозирги табиий-иқлим, тунроқ шароитларида бу тизимларга ўзгартиришлар киритилиши зарур.

Ушбу мақолада тезкор услублардан - GreenSeeker ускунаси ва масофавий аниқлаш технологиясидан фойдаланган холда NDVI - вегетатив индекснинг мақбуллашган фарқи, деб номланган экин кўрсаткичи маълумоти берилган. NDVI индекси инфрақизил ва қизил нурлар таъсирида ўсимликдан қайтган нурлар натижасида аниқланади. Кўпчилик олимларнинг изланишлари натижаларида ушбу индексни экин коэффицентини билан ижобий корреляцияга кириштириш тасдиқланган. Ушбу мақолада 2012 йил экин мавсумида икки хил усул билан олиб борилган NDVI кўрсаткичини аниқлаш тажрибаси натижалари ва бу индекснинг экиннинг сувга бўлган талабини аниқлашда ва дала шароитида сувни бошқаришда долзарб вазифа эканлиги кўрсатиб ўтилган.

### Введение

В текущих условиях дефицита водных ресурсов, изменения природно-хозяйственных условий и климата требуется более разумное использование водных ресурсов. Последствия изменения климата (например, изменения в вегетационном периоде) и выращивание новых сортов культур на фермерских полях привели к значительным различиям в фактических значениях водопотребления культуры. Изменение погодных условий естественным образом вносит коррективы в этот процесс. Разработка методов своевременного обеспечения информацией для регулирования водных ресурсов, основанной на реальных данных, является наиболее правильным, так как расширение базы данных обеспечит оперативность, надежный контроль и мониторинг водных ресурсов на уровне полей. Для качественного управления водными ресурсами на уровне полей требуется учитывать взаимосвязи между почвенной влагообеспеченностью, климатом и потребностью растений в воде.

Растения реагируют на изменения окружающей среды изменениями содержания пигмента, свойств поверхности листьев и влагосодержания в них. Такая реакция растений воздействует на свойства спектрального отражения и поглощения света в различных частотных диапазонах. Два основных процесса в растениях тесно взаимосвязаны – это фотосинтез и транспирация. Разные сорта одной культуры по-разному реагируют на воздействие окружающей среды, например на температуру воздуха, тем самым по-разному происходит процесс транспирации.

Потребность сельскохозяйственных культур в воде (эвапотранспирация) вычисляется по методике ФАО, используя формулу:

$$ET_c = ET_o \cdot K_c, \quad (1)$$

где

$ET_c$  - Водопотребление культуры;

$ET_o$  - Эталонная эвапотранспирация;

$K_c$  - Коэффициент культуры.

Рекомендованные ФАО коэффициенты культур приведены для идеальных (оптимальных) условий их выращивания в любом регионе мира, поэтому для расчета фактической потребности культур в воде в каждом регионе требуется корректировка коэффициентов культур для стадий их развития.

В настоящее время технология дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) становится более доступной, распространяется в мировом масштабе, показывает свой потенциал источника объективных данных и может внести весомый вклад в улучшение управления водными ресурсами [1; 2; 3].

В нашем исследовании использовались спутниковые снимки Landsat-7 ETM+ для расчета значений NDVI, которые имеют линейную взаимосвязь с коэффициентами сельхозкультур. Эталонная эвапотранспирация рассчитывается с использованием данных (температура и относительная влажность воздуха, скорость ветра) ближайшей метеорологической станции по всемирно принятой методике Penman-Monteith. Данное исследование имеет несколько этапов и разные задачи, в данной статье мы приводим предварительные результаты эксперимента по

сравнению данных состояния растительности культур (замеров NDVI) с помощью прибора GreenSeeker и спутниковых снимков.

### Материалы и методы исследования

Исследование оценки состояния растительности культуры реализовано на типично гидроморфных орошаемых полях фермерских хозяйств Ферганской и Андижанской областей. Задачей данного этапа, который проводился в течение вегетационного периода 2012 года, было использование системного мониторингового метода для изучения динамики развития отдельных сортов хлопчатника и проведения сравнительного анализа данных, полученных из двух источников дистанционных измерений.

Когда солнечный свет попадает на объект земной поверхности, определенные длины волн этого спектра поглощаются объектом, а другие - отражаются от объекта. В случае растительности, пигмент в листьях растений (хлорофилл) сильно поглощает видимый свет в красном (RED) диапазоне частот для использования в фотосинтезе и отражает свет в ближнем, инфракрасном (NIR), диапазоне электромагнитного спектра. По мере развития культуры меняется степень покрытия культурой земной поверхности, площадь листьев и высота растений. Период развития сельскохозяйственной культуры можно разделить на 3 стадии: от всходов до начала цветения, цветения-плодообразования и период созревания. Отношение значений яркости в этих двух спектральных каналах позволяет четко отделять растительность от прочих природных объектов.

Нормализованная разность растительного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) вычисляется по следующей формуле:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}, \quad (2)$$

где

**NIR** - отражение в ближней инфракрасной области спектра;

**RED** - отражение в красной области спектра.

Значения NDVI можно использовать для разных целей: для оценки биомассы растений, разработки более точного прогнозирования урожайности и пространственного изменения и нормы внесения азотных удобрений. Также, ряд авторов обнаружили линейную взаимосвязь между NDVI и коэффициентом сельхоз культур. Задачей нашего исследования является изучение изменения NDVI у сортов хлопчатника С-6524, АН-16 и АН-35 на типично гидроморфных почвах.

Использование двух и более методов для замера состояния растительности позволяет улучшить точность и аккуратность замеров путем систематического сравнения собранных данных. В нашем исследовании индекса растительности NDVI на хлопчатнике использовались два метода – наземный и спутниковый. Для наземных измерений использовался ручной оптический прибор GreenSeeker (Рис. 1). Green Seeker включает сенсорный датчик, который испускает свет в двух определенных длинах волн, затем измеряет свет, отраженный от поверхности растений [4]. Микропроцессор обрабатывает данные, полученные от датчика, и вычисляет значения индекса растительности NDVI. Далее эти значения передаются на карманный персональный компьютер HP iPAQ (Рис. 1) и впоследствии с него можно экспортировать собранные данные на персональный компьютер для последующего анализа.



Рис. 1 - Измерения NDVI прибором GreenSeeker

В настоящее время имеется бесплатный доступ к снимкам спутника Landsat на сайте Интернет <http://glovis.usgs.gov>. Временной интервал между двумя пролетами спутника Landsat-7 - шестнадцать дней.

В течение сезона были взяты замеры NDVI с помощью прибора GreenSeeker в день пролета спутника над интересующей территорией. Координаты точек, где проводились измерения прибором GreenSeeker, были замерены с помощью прибора системы глобального позиционирования (GPS).

### Результаты и обсуждение

Корреляционный анализ замеров NDVI, полученных двумя методами: используя оптический прибор GreenSeeker и спутниковые снимки, приведен на рис. 2. Для более широких интерпретаций прямых или косвенных связей между значениями NDVI спутниковых снимков и ручного оптического прибора требуется дальнейшее изучение факторов, влияющих на их замеры.

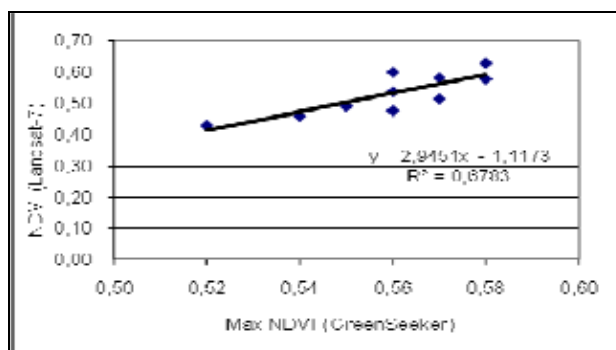


Рис. 2 - Корреляция значений NDVI, полученных со спутниковых снимков и оптическим прибором GreenSeeker

Результат, полученный с использованием всех замеров NDVI с помощью оптического прибора GreenSeeker, хорошо коррелируется с данными спутниковых снимков (коэффициент корреляции 0.67). По данным замеров в различные периоды времени (август и сентябрь, 2012) коэффициент корреляции варьируется (0,56 и 0,78, соответственно). Одним из основных факторов, влияющих на значения NDVI по спутниковым снимкам, является состояние атмосферы (облачность и тени от облаков). На показания прибора GreenSeeker состояние атмосферы не влияет, так как он имеет свой собственный источник света, но при использовании этого прибора необходимо учитывать свои тонкости, например, часто протирать экран прибора [2], чтобы пыль на экране не влияла на качество собираемых данных.

Рис. 3 иллюстрирует изменения значений NDVI для трех сортов хлопчатника (AN-16, С-6524 и Андижан 35) в течение всего вегетационного периода.

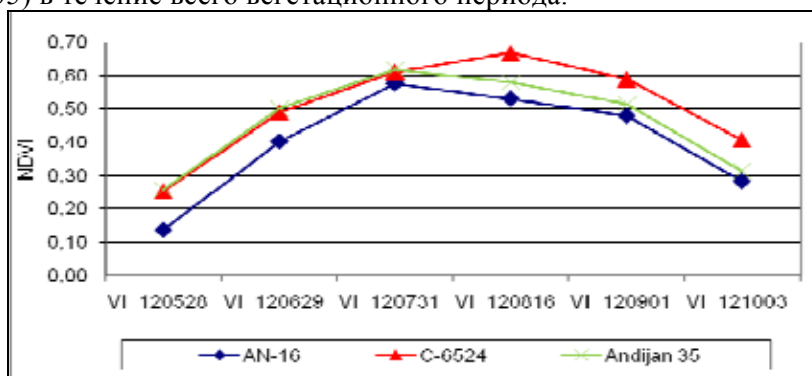


Рис. 3 - Изменение значений NDVI по спутниковым снимкам для трех сортов хлопчатника

### Выводы

Технология дистанционного зондирования земли используется во многих развитых странах для управления водными ресурсами на уровне поля.

В данной работе использованы два метода для сравнения измерений состояния растительности (значений NDVI), с помощью оптического прибора GreenSeeker и спутниковых снимков. Данные обоих методов хорошо коррелируют между собой ( $R^2 = 0.6783$ ).

Следует отметить, что прибор GreenSeeker очень дорогой и значительно эффективнее использовать спутниковые снимки для расчета значений NDVI, коэффициентов культур и оценивать потребность культур в воде по фазам их развития. Но такой подход позволяет наряду с повышением оперативности принятия решений при изменении тех или иных условий (изменение водообеспеченности, климата и т.п.) оперативно осуществлять необходимую корректировку графиков водопользования.

Данный вопрос еще недостаточно полно исследован и требует дальнейших исследований в более широком масштабе путем интегрирования дистанционного зондирования, полевых данных и моделирования.

#### **Признательность**

Данное исследование проводится при содействии проекта IWMI-СА – Международный Институт Управления Водными Ресурсами в Центральной Азии и автор выражает свою благодарность за предоставленную возможность и содействие в проведении опытов.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Chemin, Y., Platonov A., Ul-Hassan, M. and Abdullaev, I., 2004. Using remote sensing data for water depletion assessment at administrative and irrigation-system levels: case study of the Fergana Province of Uzbekistan. *Agr Water Manage* (64): p. 183–196.
2. Allen R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). *FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56*, p. 300.
3. Gupta, R. and Edmonds, D., Training program on “Use of GreenSeeker – optical sensors for studying the crop response index, in-season estimated yields (INSEY), fertilizer response and in other applications”, held on February 3-7, Hotel Shodlik, Tashkent, 2008.
4. Irmak, S., Can Vuran, M., Evett, S.R., and Hergert, G., 2010. Technologies and advances in water management, 5, p 102-113. In: *Proceedings of the 2010 Water for Food Conference*.
5. UN, 2004. Strengthening cooperation for rational and efficient use of water and energy resources in Central Asia. Special program for the economies of Central Asia project working group on energy and water resources. United Nations, New York. p. 106.
6. Verhulst, N., Govaerts, B., 2010. The normalized difference vegetation index (NDVI) GreenSeeker™ handheld sensor: Toward the integrated evaluation of crop management. Part A: Concepts and case studies. Mexico, D.F.; CIMMYT. Pp. 12.

УДК 631.5

## **ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ВОДНЫХ И ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В ЗОНЕ МАШИННОГО ОРОШЕНИЯ В БАССЕЙНЕ Р. СЫРДАРЬЯ**

*А. Каримов, М. Авлиакулов, А. Кориджумаев  
(IWMI)*

### **Введение**

Население бассейна Аральского моря удвоилось за последние тридцать лет, что увеличило потребность в продовольствии и энергоресурсах. Управление водными ресурсами в бассейне основных рек, сооружения и институты, были созданы к середине 1980-х годов для удовлетворения потребности в воде всех водопользователей и приоритетом производства хлопка-сырца на экспорт. Позднее, к началу 1990-х годов, появление новых независимых государств изменило приоритеты управления водными ресурсами на достижение продовольственной и энергетической независимости. К концу 1990-х годов продовольственная независимость в большинстве стран региона была достигнута за счет изменения структуры культур и перехода от многолетнего севооборота хлопков (6)/люцерна (3) на чередование культур хлопков (2)/(озимая пшеница). Это сократило потребность в воде орошаемого земледелия и привело к снижению оросительных норм. В то же время, перевод режима эксплуатации верхнего водохранилища на р. Нарын с ирригационного на энергетический сократил летние и увеличил зимние попуски. Если дефицит летнего стока р. Сырдарьи в среднем и нижнем течении был частично возмещен за счет сокращения водозабора на орошение, то регулирование избыточных зимних попусков все еще не нашло всеобъемлющего технического

решения. В этой статье сокращение требований на воду и электроэнергию, наряду с усилением использования подземных вод на орошение, рассматриваются как мера сближения противоречивых интересов водопользователей верхнего и нижнего течения. Продуктивность воды и электроэнергии анализируются на примере пилотных хозяйств Самгарского массива орошения, Таджикистана и фермерского хозяйства виноградарского направления Алтыарыкского района Узбекистана.

### **Объект исследований**

Использование водных и энергоресурсов изучалось на двух объектах, расположенных в схожих агроэкологических условиях. В качестве объекта исследований были выбраны Объединение фермерских хозяйств «Кушатов», расположенное в Бобожон Гафуровском районе Северного Таджикистана и фермерское хозяйство «Анвар Нурли Заамин» Алтыарыкского района Узбекистана. Объединение фермерских хозяйств (ОФХ) «Кушатов» размещено в пределах Самгарской оросительной системы в юго-западной части Ферганской долины. Почвы объединения, в основном, маломощные, суглинистые, подстилаемые гравийно-галечниковыми отложениями. Уровень грунтовых вод находится на глубине более 6 м. В пределах ОФХ «Кушатов» были выбраны четыре фермерских хозяйства: два - использующие грунтовые воды на орошение сельскохозяйственных культур, и два - в зоне машинного орошения. Машинное орошение основано на подаче воды из Кайракумского водохранилища в три подъема. В зоне машинного канала первого подъема (МК) преобладают посевы хлопчатника, а в зоне третьего подъема (Р-3) – виноградники. Фермеры используют традиционную технологию выращивания виноградника. Кусты имеют почти одноплоскостное формирование. Побеги, подвешенные к проволокам, образуют сплошные ряды вертикальных шпалер. Минерализация воды в машинном канале составляет 650-750 мг/л, отбираемая из скважин - 700-1,000 мг/л.

Фермерское хозяйство «Анвар Нурли Заамин», размещенное выше зоны командования ЮФК, имеет 10 га земель, из которых 6 га - орошаемые; в 2012 г. 2,6 га виноградника и 1 га фисташки плодоносили. Уклон полей составляет 0,02-0,04. Среднеголетняя величина осадков изменяется от 100 до 200 мм, 90 % которых имеют место с октября по май. В летний период температура воздуха составляет 26-30°C, в зимний - опускается до -4°C. Почвогрунты в интервале 0-1 м включают большое количество камня и гальки, от 40 до 70 % сухого веса почвогрунтов. Объемный вес почв составляет  $1,25 \pm 0,03$  г/см<sup>3</sup> в верхних слоях и увеличивается до  $1,40 \pm 0,03$  г/см<sup>3</sup> в слое 0,50-0,75 м, pH почвы изменяется от 7,4 до 8,4. Минерализация используемых на орошение грунтовых вод составляет 1,100 мг/л. Фермер использует интенсивную технологию выращивания виноградника. Кусты виноградника формируются таким образом, что с мая по октябрь листья полностью затемняют поверхность земли, сводя непродуктивное испарение к минимуму. Корни виноградника, благодаря способу посадки и из-за наличия слабопроницаемых грунтов на глубине 0,50-0,75 м, распространяются по всему междурядному пространству в интервале 0-0,5 м. Грунтовые воды распространены глубже 6 м.

В 2012 г. в фермерском хозяйстве «Анвар Нурли Заамин» кусты виноградника были подняты 20 марта и обрезаны 4 апреля. Фермер использовал две технологии обработки почвы – традиционную на поле А площадью 1 га, и минимальную на поле Б площадью 1 га. Традиционная обработка почвы включала междурядную обработку до создания борозд. Междурядная обработка была проведена 22 мая 2012 г., до внесения навоза. Прореживание листьев проведено 10, 26, 30 мая, 16 июня и 6 июля. Навоз вносился дважды, нормой 10 т каждый, 3 мая и 6 июня. Химикаты вносились 16 и 21 мая, 5, 13 и 26 июня, 21 июля, 7 и 21 августа. Всего было проведено 17 поливов малой нормой с 22 апреля по 2 октября общей нормой 891 мм. Поливные нормы изменялись от 58 до 72 мм в период с апреля по август и с 22 до 40 мм каждый с сентября по октябрь. В отличие от традиционной, при минимальной обработке почвы, борозды нарезаны без чизелевания. В остальном мероприятия проведены в тех же объемах и сроки, что и на поле А. Всего на поле Б проведено 14 поливов с 24 апреля по 21 сентября общей нормой 878 мм. Сбор уборки винограда проходил с 4 июля до конца октября.

### **Методика исследований**

Исследования проведены в три этапа. На первом этапе, по данным Управления насосных станций Б. Гафуровского района, рассчитаны затраты электроэнергии на единицу водных ресурсов, подаваемых насосными станциями, и отбираемых скважинами из подземных источников на орошение. На втором этапе рассчитывалась продуктивность воды и электроэнергии в пределах пилотных фермерских хозяйств. Для этого в пределах фермерских хозяйств велся учет агротехнических мероприятий и фенологии выращиваемых культур согласно общепринятым

методикам. В апреле 2012 г. были отобраны образцы почвы для определения механического состава и содержания растворимых солей с глубин 0-0,15 м, 0,15-0,30 м, 0,30-0,50 м, и 0,50-1 м. Поливные нормы определены на границе фермерских хозяйств по расходу скважин и продолжительности поливов. Затраты электроэнергии учтены по отдельным скважинам и в разрезе машинных каналов I, II и III подъема. На третьем этапе рассчитывалась продуктивность воды по отношению величины урожайности культур к доступным водным ресурсам, т.е. к сумме осадков и оросительной нормы. Удельные затраты электроэнергии рассчитывались по соотношению затрат электроэнергии на объем поданных в фермерское хозяйство водных ресурсов. Продуктивность электроэнергии рассчитывалась по отношению урожайности сельскохозяйственных культур к затратам электроэнергии (квт-час), израсходованной на 1 га. Расчет продуктивности водных ресурсов и электроэнергии произведен в физическом и стоимостном выражении.

### Результаты и обсуждение

1. Затраты электроэнергии на подъем оросительной воды из Кайракумского водохранилища в Самгарскую оросительную систему, по данным Управления насосных станций Бобожон Гафуровского района приведены в табл. 1.

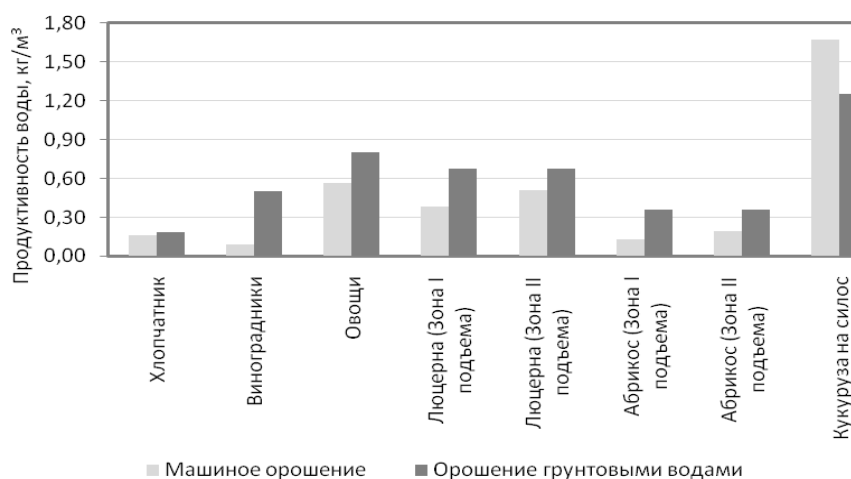
Таблица 1 - Затраты электроэнергии на подъем водных ресурсов в Самгарскую оросительную систему

| Насосная станция/скважины | Забор воды      | Водо-подача     | Затраты электроэнергии | Затраты электроэнергии на м <sup>3</sup> водоподачи | Затраты электроэнергии на м <sup>3</sup> в нарастающе м порядке | Стоимость электроэнергии | Стоимость затраченной электроэнергии на м <sup>3</sup> в нарастающе м порядке |
|---------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|                           | Мм <sup>3</sup> | Мм <sup>3</sup> | Мквт-час               | Квт-час/м <sup>3</sup>                              | Квт-час/м <sup>3</sup>                                          | USD                      | USD/м <sup>3</sup>                                                            |
| Самгар -1                 | 86,5            | 35,133          | 36                     | 0,51                                                | 0,52                                                            | 71554                    | 0,002                                                                         |
| Самгар-2                  | 43,3            | 22,329          | 6,7                    | 0,21                                                | 0,72                                                            | 62997                    | 0,0028                                                                        |
| Самгар-3                  | 13,2            | 10,783          | 3,3                    | 0,31                                                | 1,04                                                            | 43923                    | 0,0041                                                                        |
| Скважины                  | 32,9            | 32,9            | 8,6                    | 0,26                                                | 0,26                                                            | 40500                    | 0,0012                                                                        |

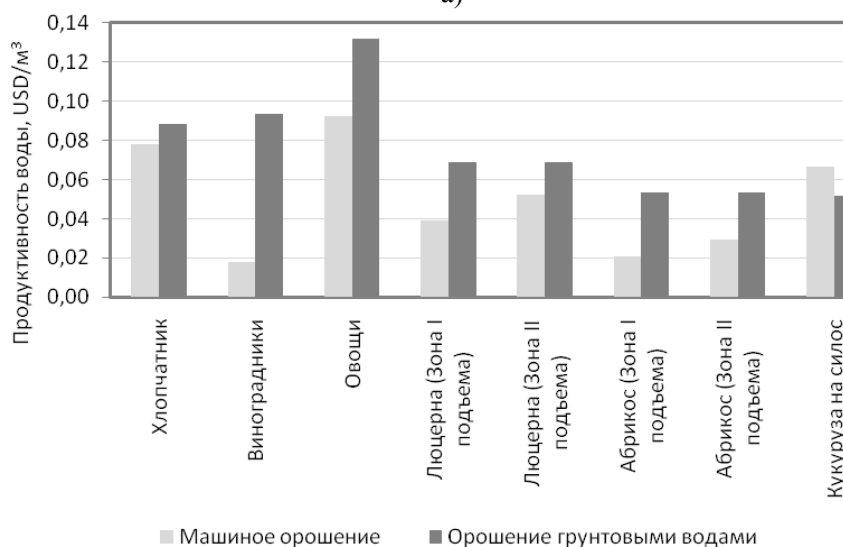
Из представленных в табл. 1 данных видно, что затраты электроэнергии на м<sup>3</sup> водных ресурсов нарастают от первого подъема к третьему от 0,52 до 1,04 квт-час/м<sup>3</sup>, в то время как для отбора м<sup>3</sup> грунтовых вод расходуется 0,26 квт-час электроэнергии. Согласно данным Северной Таджикской геологической комплексной экспедиции, грунтовые воды Самгарского месторождения подземных вод формируют дренажный сток в р. Сырдарья, который составляет 44,8 Мм<sup>3</sup>. Этот сток может быть перехвачен по месту первичного формирования с помощью скважин на орошение.

2. Продуктивность водных и энергоресурсов при орошении из машинных каналов и грунтовыми водами приведена на рис. 1

Из рис. 1 видно, что продуктивность воды при орошении грунтовыми водами выше, чем при орошении из машинных каналов, для всех культур за исключением кукурузы на силос, что связано в первую очередь со своевременностью проведения поливов.

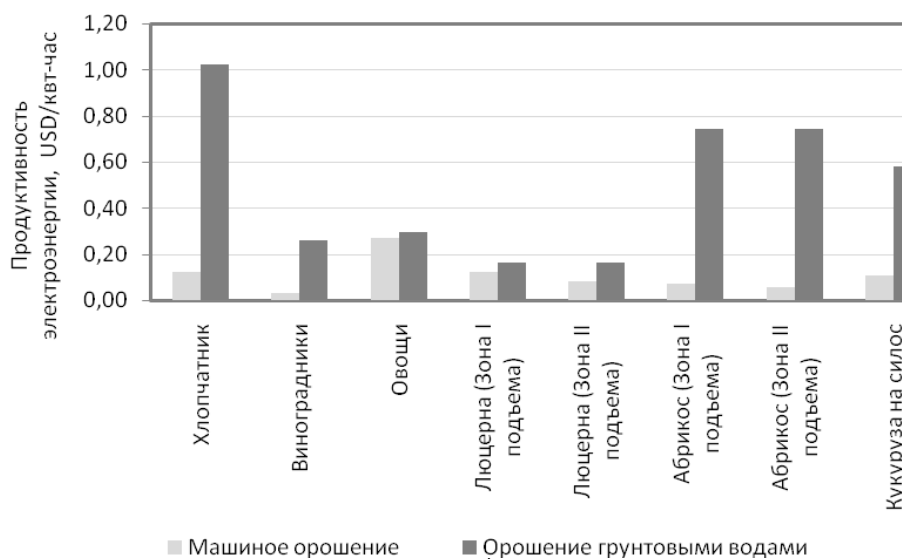


а)



б)

Рис 1 - Продуктивность воды при орошении из машинных каналов и грунтовыми водами в Объединении фермерских хозяйств им. Кушатова в физическом (а) и в стоимостном выражении (б).



б)

Рис 2 - Продуктивность электроэнергии при орошении из машинных каналов и грунтовыми водами в Объединении фермерских хозяйств им. Кушатова в физическом (а) и в стоимостном выражении (б)

Машинное орошение характеризовалось переполивом в зоне командования канала первого подъема и недополивом в зоне командования канала третьего подъема.

Продуктивность электроэнергии при орошении грунтовыми водами во всех случаях была выше, чем при орошении из машинных каналов (рис. 2) и объясняется это большими затратами электроэнергии для эксплуатации крупных насосных станций.

3. Зависимость продуктивности воды и электроэнергии от технологии возделывания виноградарников показана на рис. 3.

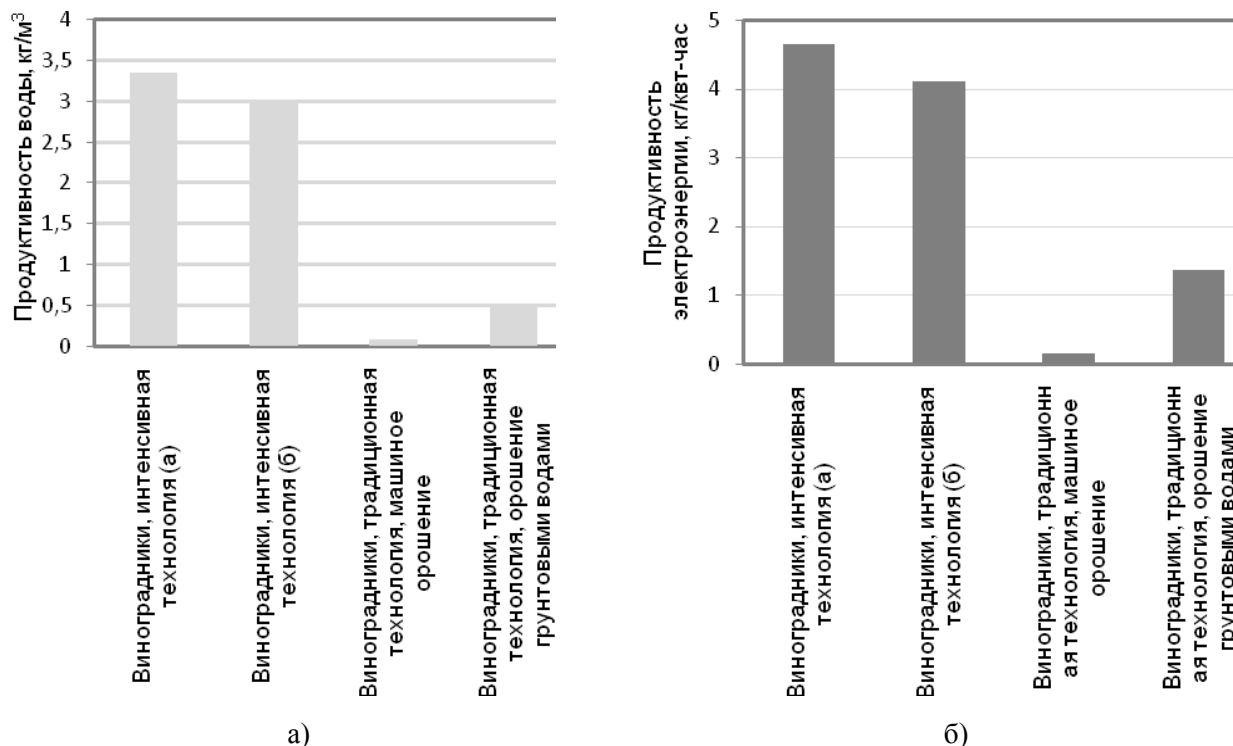


Рис 3 - Продуктивность воды (а) и электроэнергии (б) при различных технологиях возделывания виноградарника

Из рис. 3 видно, что продуктивность воды при возделывании виноградарника по интенсивной технологии в несколько раз выше, чем при традиционных технологиях и орошении грунтовыми водами и в десятки раз выше, чем при традиционных технологиях и орошении из машинных каналов.

### Выводы

Результаты исследований указывают на возможность существенного повышения продуктивности использования водных и энергетических ресурсов путем использования грунтовых вод и адаптации интенсивных технологий возделывания культур, что позволит высвободить часть ресурсов для удовлетворения растущих потребностей населения в воде и электроэнергии. Исследования показали, что продуктивность воды и электроэнергии выше при использовании грунтовых вод на орошение, чем при орошении из машинных каналов. Государственная поддержка, в виде целенаправленных кредитов на строительство скважин на орошение, будет содействовать улучшению использования водных и энергоресурсов в зоне машинного орошения. Внедрение интенсивных технологий для производства культур будет содействовать не только экономии ресурсов, но и позволит решать вопросы обеспечения населения продовольствием.

УДК 631.6

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОНИТОРИНГА В МЕЛИОРАТИВНОЙ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

*In the article the totals of building of a geographical intelligence system (GIS) "Melioration" in regional hidrogeologic end meliorative expeditions (RGME) by own forces are considered. For a solution of this problem were organized and the sectional training seminars on mastering the program ArcView 3.2. The last two years are conducted was headed for study and introduction ArcGis 9x. As a whole, on each expedition 2-4 working experts preformed. The experts RGME have acquired experience of work with the meliorative bases of data's, navigation devices, conductometers, and to use SMS of the report care of the operating information immediately in field conditions on a central server. It is in the long term supposed widely to insert the Internet communication (connection) for information exchange between RGME, Regional Water resources by Control and managements, Control (management) of melioration and the meliorative by Fund.*

В статье рассматриваются итоги создания географической информационной системы (ГИС) «Мелиорация» в областных гидрогеолого-мелиоративных экспедициях (ОГМЭ). Для решения этой задачи были организованы и проведены кустовые обучающие семинары по освоению программы ArcView 3.2.

В последние два года был взят курс на изучение и внедрение ArcGis 9x. В целом, в каждой экспедиции были подготовлены 2-4 работающих специалиста. Специалисты ОГМЭ приобрели опыт работы с базами мелиоративных данных, навигационными приборами, кондуктометрами, и в использовании СМС - сообщений для передачи оперативной информации на центральный сервер непосредственно в полевых условиях. В перспективе предполагается широко внедрить интернет - связь для обмена информацией между ОГМЭ, Бассейновыми управлениями, Управлением мелиорации и Мелиоративным Фондом.

В Узбекистане более половины населения проживает в сельской местности, их благополучие зависит от качества земли и наличия водных ресурсов. Качество земли определяется мелиоративными показателями: уровнем залегания грунтовых вод, минерализацией грунтовых вод и засолением почв. Эти факторы не появляются сами по себе. Они являются результатом хозяйственной деятельности. Бережное отношение к поливной воде всегда было главным условием для земледельца.

В условиях аридного климата чрезмерное водопотребление создает условия возникновения рискованного земледелия. Чрезмерное использование оросительной воды при поливах приводит к поднятию уровня грунтовых вод и, в результате, формируется вторичное засоление.

Мониторингом мелиоративного состояния орошаемых земель в Министерстве сельского и водного хозяйства РУз занимаются областные гидрогеолого-мелиоративные экспедиции (ОГМЭ) Управления мелиорации.

ОГМЭ имеет штат сотрудников, занимающихся мониторингом состояния засоления, уровня залегания грунтовых вод, минерализации грунтовых, оросительных и коллекторных вод, состояния межхозяйственной коллекторной и дренажной сетей. При наличии на балансе ОГМЭ скважин вертикального дренажа проводится их мониторинг на предмет дебета, минерализации и состояния.

Штат включает три уровня обеспечения мониторинга: уровень полевых исследований – районные полевые отряды; уровень, на котором производится анализ доставляемых образцов различных вод и почв – химическая лаборатория. Третий уровень представлен коллективом специалистов, занимающихся обеспечением эксплуатации ГИС «Мелиорация», итоговые результаты которого используются для графической визуализации и анализа полученных данных в геопространстве орошаемой части области.

На текущий момент мониторинг мелиоративного состояния водохозяйственных объектов выполнялся методами, не полностью отвечающими сегодняшним требованиям.

В настоящее время в экспедициях происходит переход к подготовке мелиоративных карт автоматизированной системой ГИС «Мелиорация». Это связано с тем, что подразделения экспедиций испытывают значительные трудности при переработке больших объемов информации и ручном пространственном картографическом анализе данных (геоданных), полученных в полевых условиях. При этом отсутствуют оперативность и возможность объективной оценки мелиоративной обстановки земель каждого фермерского хозяйства.

В качестве исходных данных выступает одна точка на 100 га по уровню залегания грунтовых вод и их минерализации. Однако при размещении наблюдательных скважин вблизи оросительных арыков, результаты исследований не дают объективных знаний ни по уровню залегания грунтовых вод ни по оценке их минерализации.

Взятие проб почвы на засоление при нагрузке 1 проба на 50 или 25 га также не является объективным для оценки мелиоративного состояния поля при высокой пестроте засоления из-за низкой выравненности.

Из этих условий вытекает необъективность оценки мелиоративного состояния орошаемых земель.

Актуальность темы внедрения в производственную деятельность ОГМЭ информационных технологий для совершенствования мониторинга мелиоративного состояния орошаемых земель и обеспечения Мелиоративного Кадастра информацией о практическом состоянии мелиоративных объектов исключительно высока.

Оснащение ОГМЭ техническими средствами для полевых исследований, компьютерами и эффективное их использование для решения стоящих задач не может быть реализовано без соответствующей подготовки главных и ведущих специалистов экспедиций, на которых ложится проблема внедрения в производство современных информационных технологий.

В последние годы такая подготовка специалистов кадастровых подразделений проводилась Управлением мелиорации совместно с институтом САНИИРИ. В процессе освоения современной технологии мониторинга мелиоративного состояния орошаемых земель, специалисты ГМЭ ознакомились и усвоили современные методы и способы наблюдения за мелиоративными объектами.

Наиболее благоприятная обстановка внедрения современной информационной технологии будет создана лишь в том случае, если помимо приобретения вычислительных средств и программного обеспечения будут найдены средства на приобретение:

- кондуктометрических приборов для исследования минерализации вод (оросительной, грунтовой и дренажной) и почв;
- космических снимков на апрель-середина мая для оценки состояния зерновых культур, а также в конце августа – начале сентября для оценки состояния посевов хлопчатника;
- GPS приемников космической навигации или трекеров для контроля местоположения точек измерения образцов почв и вод, а также привязки различных объектов стационарного характера;
- сотовых телефонов для организации получения полевой информации о состоянии точек обследования в реальном времени и передачи информации на центральный сервер ОГМЭ;
- наличия в ОГМЭ современной вычислительной сети на основе центрального процессора для объединения ведущих специалистов по направлениям мониторинга в ГИС-систему и современного пакета программ, например, ArcGIS 9х.

На основе полной и объективной, реально полученной информации ГИС-технология позволяет обеспечить создание тематических кадастровых карт по засолению земель, уровням залегания грунтовых вод и минерализации грунтовых вод, состояния КДС и скважин вертикального дренажа на основе табличных данных. Перечисленные карты будут отражать более достоверные параметры мелиоративного состояния орошаемых земель и детализацию атрибутивной базы данных по фермерским хозяйствам.

Для решения этого актуального направления была разработана и, в определенной степени, реализована в течение прошедших пяти лет программа подготовки специалистов.

Перед экспедициями (ГМЭ) поставлена цель внедрения современной информационной технологии для проведения объективного мониторинга мелиоративного состояния орошаемых земель, оросительных, дренажных и коллекторных сетей бассейнов, находящихся в сфере обслуживания, и создание мелиоративного кадастра по единым технологическим нормам.

Площадь орошения бассейновых систем составляет 4200 тыс. га.

Бассейновых систем – 13 с площадью орошения от 190 до 500 тысяч га.

Предполагается, что полная информация Мелиоративного Кадастра должна быть легко доступной Управлению мелиорации МСиВХ и Мелиоративному фонду республики для взаимодействия, контроля и анализа мелиоративной ситуации в бассейнах по неблагополучным объектам, выдаче и совместному принятию рекомендаций, направленных на обеспечение реконструируемых объектов и достижения мелиоративной обстановки требуемого уровня.

На этапе подготовки был поднят уровень знаний и навыков специалистов гидрогеолого-мелиоративных служб в области использования современных технологий, обеспечивающих пространственную связь баз данных, их анализа, лабораторных химических методов оценки пространственного распределения солей, питательных элементов в почве, залегания грунтовых вод в границах фермерских участков, использованию кондуктометрических исследований почв и вод в

полевых условиях с привязкой результатов полевых обследований приемниками космической навигации (GPS) и передачи информации на центральный сервер в реальном времени, используя сотовую связь..

Учитывая однотипность решаемых технологических задач, целесообразно внедрить типовую структуру ОГМЭ, для обеспечения мониторинга орошаемых земель и Мелиоративного Кадастра.

### ***Состав решаемых задач***

В процессе подготовки специалистов экспедиций к внедрению ГИС-технологии достигнуто освоение нижеследующих основных задач геомониторинга мелиоративного состояния орошаемых земель с реализацией результатов в Мелиоративном Кадастре:

- Оросительная сеть – все виды;
- Коллекторные сети: внутрихозяйственная (сеть внутри АВП) и межхозяйственная;
- Сеть скважин вертикального дренажа с географической привязкой;
- Сеть наблюдательных скважин за уровнем грунтовых вод и минерализацией с географической привязкой;
- Сеть динамических точек для наблюдения засоления почв;
- Орошаемые земли с границами фермерских хозяйств;
- База данных промывок земель (материалы формируются ГМЭ совместно с АВП и районами);
- Другие показатели, согласованные с Управлением мелиорации орошаемых земель МСВХ.

В настоящее время ряд экспедиций активно применяют ГИС-технологии в мелиоративном мониторинге, используя оценку засоления земель и минерализации оросительных, грунтовых и коллекторных вод с помощью кондуктометров.

Наземный мониторинг целесообразно усилить дистанционным мониторингом состояния посевов зерновых и хлопчатника, а также состояния оросительной и коллекторной сетей (космическая съемка и технология анализа космических снимков применительно к мониторингу мелиоративного состояния орошаемых земель).

### ***Вопросы решаемые с использованием информационных технологий***

Информационные технологии, реализованные на базе современных вычислительных средств, позволяют при эффективном использовании космических снимков и навигационных приемников (GPS) в относительно короткие сроки:

- Создавать базы данных по каждому из контролируемых показателей;
- Автоматизировать процесс создания тематических карт, включая:
  - распространение засоления;
  - распространение уровней грунтовых вод;
  - распространение минерализации грунтовых вод;
  - протяженность и состояние оросительной сети по типам;
  - протяженность и состояние коллекторных сетей внутри- и межхозяйственных;
  - размещение водозаборов, стационарных и передвижных насосных станций;
  - размещение и состояние наблюдательных скважин (постоянных и временных);
  - размещение точек солевого опробования по горизонтам;
  - точек взятия проб оросительных и коллекторных вод;
  - количество поданной воды при поливах и промывках, распространение площадей промывок засоленных земель или влагозарядковых поливов.

Автоматизация создания кадастровых материалов (тематических карт с мелиоративными характеристиками) и приобретение космических снимков на соответствующие мелиоративные объекты значительно упростит многие проблемы, в первую очередь, трудоемкость создания и фрагментации карт с широким диапазоном представления масштабов.

Это необходимо, в первую очередь, для создания картограмм фермерских хозяйств (проблема относится к категории будущего развития ГИС «Мелиорация»).

Одновременно с картированием слоев в ГИС создаются атрибутивные данные в виде таблиц тематического содержания, наполненных мелиоративными показателями, что способствует наилучшему восприятию и визуальной оценке состояния рассматриваемых участков и территорий.

В перспективе, использование космических снимков высокого разрешения позволит получить большой объем полезной информации, что позволит обеспечить детальный количественный анализ распространения засоления или ставить вопросы, почему на изучаемой площади к концу вегетации

посевы культур имеют низкую урожайность. На космических снимках хорошо визуализируется коллекторная сеть, ее состояние: очищенные или заросшие камышом коллекторы.

В настоящее время специалисты экспедиций знакомы с возможностями дистанционных данных и настроены работать с космическими снимками, обучены использованию простых методов оценки мелиоративного состояния орошаемых территорий. Использование космических снимков поможет на порядок повысить информативность оценки мелиоративного состояния орошаемых земель и обеспечить достоверный анализ причин снижения уровня мелиоративного состояния объектов – снижению продуктивности орошаемых полей.

В настоящее время стоит задача определения и реализации единой структуры ГГМЭ.

В рамках оказания конкретной помощи фермерским хозяйствам, химическим лабораториям ГГМЭ необходимо (помимо засоления, УГВ и МГВ) взять на себя оценку наличия на фермерских полях питательных элементов и гумуса, которые в значительной степени влияют на продуктивность полей.

Для решения этого вопроса специалисты химических лабораторий ГГМЭ прошли на практике курс, связанный с использованием методик определения в почвах подвижных и связанных форм питательных элементов – азота, фосфора, калия, а в некоторых случаях, наличия микроэлементов. Именно содержание питательных элементов в сочетании с оптимальным режимом орошения обеспечивает эффективное плодородие почв, повышает уровень мелиоративного состояния орошаемых земель.

Лаборатория почвенных исследований САНИИРИ обеспечила экспедиции методическими материалами для выполнения таких работ и доступными программами анализа данных химических анализов.

Сегодня мы подошли к необходимости дооснащения ГГМЭ техническими средствами и обучения специалистов выполнению качественного анализа тематических картограмм и кадастровых карт, анализу динамики трендов засоления и грунтовых вод.

Для повышения качества и эффективности мониторинга мелиоративного состояния необходимо продолжить:

- дооснащение ГГМЭ вычислительной техникой и комплектом программного обеспечения для ГИС и выводом на печать кадастровых материалов;
- проведение ознакомительных краткосрочных семинаров с руководящим составом ГГМЭ;
- проведение обучения ведущих специалистов ГГМЭ работе с программным обеспечением, используемым для создания ГИС, и работе с космическими снимками;
- закрепление опыта специалистов химических лабораторий в использовании метода калибровки кондуктометров и методик определения плотного остатка, основных химических элементов и питательных элементов;
- обучение специалистов полевых отрядов использованию кондуктометров и навигационных приемников в наземных исследованиях, а также сотовой связи для передачи полученных полевых данных.

Семинары предпочтительно проводить в централизованном порядке, хотя в отдельных случаях не исключена возможность проводить обучение непосредственно в ГГМЭ.

#### ***Основные технико-экономические показатели переподготовки кадров.***

Наиболее высокая эффективность от специалиста на производстве может быть получена только в том случае, если он обладает высокой квалификацией и использует свои знания непосредственно в своей работе. В области управления производством или иным процессом один вложенный сум окупается практически в последующем году, давая эффект от 5 до 15 сум.

От уровня опыта и знаний специалистов зависит качество мониторинга мелиоративного состояния орошаемых земель, анализ собранных полевых данных и разработка на их основе рекомендаций для фермерских хозяйств и принятие грамотных и эффективных решений по вложению инвестиций в восстановление плодородия орошаемых земель.

Важно, чтобы материалы Мелиоративного Кадастра адекватно отображали реальную мелиоративную обстановку. В этом случае будут исключены просчеты в планировании значительных по объему финансовых инвестиций, которые будут окупаться в значительно более короткий интервал времени.

### **Результаты**

В процессе переподготовки кадров ведущих специалистов экспедиций были достигнуты определенные успехи: все гидрогеолого-мелиоративные экспедиции в системе управления мелиорации реализуют программу мониторинга мелиоративного состояния земель по единой ГИС-технологии, результаты также имеют однотипное представление в виде карт, реализуемых по единым требованиям.

Анализ площадей с различными классами и пояснительные записки стали носить более обоснованные рекомендации, подтвержденные картами, картограммами для фермеров и таблицами объективных данных.

Основной упор в обучении сделан на практическое освоение знаний ГИС-технологии при работе с компьютерными программами. Знания закреплялись в виде практических разработок мелиоративных задач, охватывающих основные стороны ГИС-технологии, и построением карт мелиоративного состояния орошаемых земель в виде структурной единицы - района области с детализацией территорий АВП по фермерским хозяйствам.

В ближайшие два-три года предполагается создание информационных сетей:

1. Сеть первого уровня - Внутри ГГМЭ – центральный компьютер – компьютеры кадастровых специалистов и СМС сеть на базе сотовой связи полевых групп, производящих сбор полевых данных с 3G USB модемом, подключенным к центральному компьютеру (серверу).

Сбор данных предполагается проводить с использованием комплекта полевых инструментов, включающих кондуктометры нескольких типов (в т.ч. кондуктометры для измерения уровня грунтовых вод и ее минерализации), GPS приемник и сотовый телефон.

2. Сети второго уровня:

- ГГМЭ – БУИС
- ГГМЭ – Управление мелиорации;
- ГГМЭ – Мелиоративный фонд;
- Управление мелиорации – Мелиоративный фонд

3. Сайты: ОГМЭ, Мелиоративного фонда, Управление мелиорации

Ниже представлена блок схема мониторинга мелиоративного состояния орошаемых земель, сбора и обработки данных для Мелиоративного Кадастра и обеспечения необходимой информацией Управления мелиорации МСВХ и Мелиоративного фонда.

Управление мелиорации признательно Проекту ПРООН «Содействие развитию потенциала Фонда мелиоративного улучшения орошаемых земель» за оказанную помощь в техническом оснащении и программном обеспечении Сырдарьинской и Ферганской ОГМЭ и поддержку в проведении семинаров по подготовке специалистов.

**Блок-схема структуры мониторинга мелиоративного состояния земель  
и подготовка тематических соёв для Мелиоративного Кадастра**

