

УДК 502/504 : 631.674

## ВОДОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОРОШЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Поступила 12.12.2017 г.

© **Пулатов Яраш Эргашевич**

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук Республики Таджикистан, Душанбе, Республика Таджикистан

## WATER-SAVING IRRIGATION TECHNOLOGIES AND WATER USE EFFICIENCY IN AGRICULTURE

Received on December 12, 2017

© **Pulatov Yarash Ergashevich**

Institute of water problems, hydropower and ecology, Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

Излагаются результаты исследований в области орошаемого земледелия, водосберегающих технологий орошения сельскохозяйственных культур и эффективного использования водных ресурсов в условиях Таджикистана. Проведена сравнительная оценка методов водосбережения и доказано, что самым дешевым методом дополнительного получения объема воды (1000 м<sup>3</sup>) оказалось внедрение водосберегающих технологий орошения, при которых затраты составили всего 1...5 долларов США. Установлено, что на перспективу для обеспечения продовольственной безопасности, Таджикистану необходимо освоить пригодные для орошения земли 500...800 тыс. га, при этом суммарный перспективный водозабор для всех отраслей экономики достигнет объема 18 км<sup>3</sup>. Выявлены недостатки существующей системы ирригации, отмечено, что эффективность использования оросительной воды в хозяйствах очень низкая и составляет от 0,4 до 0,6. Водосберегающие приемы в зависимости от капиталоемкости разделены на 2 группы: водосберегающие технологии, требующие малых затрат и требующие больших затрат. Установлено, что при капельном орошении хлопчатника, кукурузы, овощных культур и микроорошения пшеницы, экономия оросительной воды достигает до 60 %, а урожайность повышается в 1,8...2,0 раза.

**Ключевые слова:** водосбережение, технология, водопотребление, орошаемые земли, капельное орошение, урожайность, нормы полива, ООН, вода, орошение.

**Введение.** Орошаемое земледелие – самый продуктивный сектор сельскохозяйственного производства. Продуктивность орошаемого гектара

Results of researches of water saving up technologies for irrigation of agricultural crops and effective utilization of water resources in the Tajikistan are described. The comparative estimation of usage methods of water savings is spent and proved that the cheapest method of additional safeguarding of volume of water (up 1000 m<sup>3</sup>) appeared during introduction of water saving up technologies for irrigation at which expenses is only 1 ... 5 US dollars. It is established that on prospect for maintenance of food safety for Tajikistan it is necessary to develop the suitable new earths for irrigation equal 500 ... 800 thousand hectare, thus a total perspective water fence for all branches of economy will reach volume 18 km<sup>3</sup>. Lacks of existing system irrigation are revealed that efficiency of use of irrigating water very low and make up from 0,4 to 0,6. Water saving up technologies depending on investment of capital is divided into 2 groups: water saving up technologies, demanding small expenses and demanding big expenses. It is established that at a drop irrigation of a cotton, corn, vegetable cultures and microirrigation of wheat, the economy of irrigating water reaches up to 60 %, and productivity raises in 1,8 ... 2,0 times.

**Keywords:** water saving, technology, water use, irrigated land, trickle irrigation, microirrigation, drip irrigation, crop yield, irrigation rates, United Nations Organization, UN, water, irrigation.

составляет в 3...8 раз больше продуктивности 1 гектара естественно увлажненных земель. Темпы роста орошаемой площади в составе исполь-

зуемых в сельском хозяйстве земель особенно значительны в тех государствах, территория которых относится к засушливой (аридной) зоне. Для того, чтобы обеспечить человеку нормальной дневной рацион в 2800 калорий, требуется в среднем 1000 кубометров воды. Когда к 2025 году население земли возрастет до 8 миллиардов человек, земельные и водные ресурсы будут слишком активно использоваться для удовлетворения возросших потребностей в продовольствии. Одним из наиболее серьезных факторов в обеспечении продовольственной безопасности во многих регионах мира является доступность воды для нужд сельского хозяйства – основного мирового водопользователя. Поливное земледелие (на него приходится 75 % забора воды в мире и 90 % – в развивающихся странах, в том числе в Таджикистане) внесло важный вклад в увеличение объемов продовольственного обеспечения на национальном и мировом уровнях. Однако, во многих засушливых и полусушливых зонах (и сезонно на более влажных территориях) нет достаточного количества воды, а высокие экономические и экологические затраты на развитие новых водных ресурсов накладывают ограничение на расширение объемов водоподдачи. Поэтому создание новых

возможностей подачи воды может быть недостаточным для удовлетворения растущих потребностей. В результате, роль фактора забора воды для орошаемого земледелия и продовольственной безопасности приобретает в последние годы существенное значение [1, 2].

Согласно среднесрочным оценкам ООН, население Земли к 2025 г. достигнет 8 млрд человек, что на 38 % больше современного уровня. Допуская, что стандарты питания во многих странах улучшатся, по оценкам Международного института водного менеджмента (IWMI, 2000) потребуется на 40% больше продовольствия, чтобы прокормить возросшую численность населения. По оценкам IWMI, необходимо будет увеличить площадь орошаемых земель на 29 %, а благодаря увеличению продуктивности и более эффективному водопользованию увеличение водозабора для нужд сельского хозяйства составит 17 %.

**Исследования использования воды в орошении.** При рыночном методе хозяйствования стоимость воды играет важную роль. Автором статьи произведены расчеты средневзвешенных затрат на получение дополнительного (экономного) 1000 м<sup>3</sup> объема воды разными приемами и методами (табл. 1).

Таблица 1  
Средневзвешенные затраты для получения дополнительного 1000 м<sup>3</sup> воды, доллары США

№ п/п	Методы получения воды	Затраты, доллары США
1	Опреснение минерализованных вод	1000±250
2	Реабилитация гидромелиоративных систем	800±100
3	Территориальное перераспределение	750±200
4	Очистка сточных вод	120±20
5	Регулирование водохранилищ	70±20
6	Внедрение водосберегающих технологий	3±2

Результаты расчета показали, что самым дешевым методом дополнительного получения объема воды оказалось внедрение водосберегающих технологий орошения, который составил всего 1...5 долларов США на получение 1000 м<sup>3</sup> воды.

Следовательно, в условиях дефицита водных ресурсов и установленного лимита на воду, требуется рациональное исполь-

зование оросительной воды путем усовершенствования принципов почвенно-мелиоративного и гидромодульного районирования, разработки и внедрения научно-обоснованных режимов орошения и установления водопотребления сельскохозяйственных культур, применение прогрессивных водосберегающих технологий орошения, улучшения мелиоративного состояния земель, а также разработка и

внедрение новых, прогрессивных способов техники и технологии орошения, и их оптимизации, обеспечивающих повышение урожайности, увеличение выхода продукции с поливного гектара и введение в оборот новых орошаемых земель – имеют важное научно-прикладное значение [3, 4, 5].

Суммарные ресурсы поверхностных вод или среднесуточный сток рек, формирующихся в Таджикистане, равен 64 км<sup>3</sup>/год, в том числе в бассейне реки Амударья 62,9 км<sup>3</sup>/год и в бассейне Сырдарьи 1,1 км<sup>3</sup>/год. Реки Таджикистана формируют 55,4 % среднесуточного поверхностного стока бассейна Аральского моря. Ежегодно в отраслях экономики Таджикистана используются 11,5...12,8 км<sup>3</sup>, которое составляет 18...20,0 % водных ресурсов формирующихся на территории Таджикистана, остальная часть стока протекает в соседние государства Узбекистан, Туркменистан, Казахстан [4, 5].

Из-за неравномерности распределения стока по территории, а также из-за недостаточной его зарегулированности, из имеющихся 755 тыс. га орошаемых земель 20 % испытывают дефицит воды, покрытие которого возможно только за счет внутренних источников. Около 300 тыс. га земель орошается при помощи насосных станций. Анализ показал, что 92 % водных ресурсов используются в орошаемом земледелии и дают 90 % продукции растениеводства.

В настоящее время для решения проблем продовольственной безопасности страны, улучшения благосостояния народа наряду с интенсивным способом развития необходим экстенсивный путь, то есть введение в сельхозоборот новых орошаемых земель. Перспективные площади, пригодные для орошения составляют 500...800 тыс. га. Для орошения этих земель потребуется увеличить водопотребление еще на 3...6 км<sup>3</sup>. В целом, суммарный перспективный водозабор для всех отраслей экономики достигнет объема 18 км<sup>3</sup>, который составляет 28,1 % от объема речного стока Таджикистана. С учетом влияния климатических изменений и развития отраслей экономики такая перспектива может еще более усугубить критическое положение с нехваткой водных ресурсов.

В настоящее время из-за отсутствия противифльтрационных одежд на проводящей и распределительной сети, из-за применения примитивного бороздкового

полива и безхозяйственности водопользователей в среднем по Республике коэффициент использования воды составляет 0,42 (58 % забираемой из источника орошения теряется в каналах и на поливных участках). Из-за этого происходит просадочная деформация полей, засоление и заболачивание нижерасположенных земель и другие нежелательные явления. По результатам оценки и анализа материалов мониторинга установлено:

- использование больших объемов воды на орошение, как за весь период вегетации, так и по отдельным поливам;
- поливные нормы по хозяйствам варьируют в пределах 2,0...2,5 тыс. м<sup>3</sup>/га;
- большая неравномерность использования оросительной воды;
- основными затратами оросительной воды являются потери на инфильтрацию (до 40 %) и сброс с орошаемого поля (до 32% от «брутто» водоподачи поля);
- эффективность использования оросительной воды в хозяйствах очень низка и составляет 0,4...0,6;
- значительные потери оросительной воды в хозяйствах происходят в зависимости от: почвенно-климатических условий; рельефа местности; спланированности земель; неверно выбранной технологической схемы полива.

В этих условиях для повышения продуктивности использования водно-земельных ресурсов переход на «водосбережение» имеет важное значение. Основными задачами водосбережения являются:

- экономия оросительной воды;
- увеличение эффективности использования оросительной воды;
- улучшение продуктивности использования воды и земли.

Методы водосбережения разделяется на: гидротехнические (водоучет, водооборот, режим орошения, техника полива, промывные и влагозарядковые поливы, повторное использование сбросных вод, регулирование стока и т. д.); агротехнические (структура орошаемых площадей, обработка почвы, повышение плодородия почвы, борьба с непроизводительными потерями воды, лесонасаждение и т. д.); организационные (платное водопользование, организация и дисциплина водопользования, тренинг и т. д.).

Водосберегающие приемы, техника и технологии полива сельскохозяйственных культур, которые в зависимости от

капиталоемкости можно разделить на 2 группы.

1. Водосберегающие технологии, требующие малых затрат: соблюдение рекомендованных оптимальных режимов орошения и оптимальных элементов техники бороздкового полива; поливы по ступенчато-повышаемому коэффициенту фильтрации; поливы по коротким бороздам; поливы с переменными струями; применение субиригации; зигзагообразные микроборозды; использование засухоустойчивых сортов сельскохозяйственных культур; глубокое рыхление с оборотом пласта; применение люцерновых севооборотов; создание искусственных экранов; применение гидрогелей и полимеров.

2. Водосберегающие технологии, требующие больших затрат: капельное орошение; дождевание, синхронно-импульсное дождевание; подпочвенное и внутрипочвенное орошение; различные виды микроорошения.

В Центрально-Азиатских странах как в аридной зоне наибольшее применение нашел поверхностно-бороздковый полив сельскохозяйственных культур (90 % площади). Для повышения продуктивности оросительной воды важное значение имеет гранулометрический состав почвы, скорость впитывания, наименьшая влагоемкость почвы, а также уклон поверхности орошаемой территории.

Практика применения бороздкового полива показывает, что сброс оросительной воды при этом составляет 20...30 % и происходит большая ирригационная эрозия почвы (50...150 т/га и более за вегетационный период). Из-за слабой механизации и несовершенства технологии полива производительность труда по-

ливальщика низкая (20...30 га за сезон) и качества полива очень низкое (коэффициент равномерного увлажнения – 0,6).

Применение водосберегающих технологий позволяют:

- сократить водозабор на орошаемую территорию до 30 %;

- уменьшить оросительную норму до 2000...4000 м<sup>3</sup>/га;

- уменьшить затраты оросительной воды на единицу урожая для хлопчатника с 3,1...3,5 до 1,4...2,1 тыс. м<sup>3</sup>/т;

- увеличить прибыль хлопка-сырца на единицу использованной воды от 0,07 до 0,13 (дол. США)/м<sup>3</sup>, на пшенице от 0,04 до 0,17 (дол. США)/м<sup>3</sup>;

- при соблюдении оптимальных режимов орошения с соответствующими им поливными нормами, оптимальной технологической схемы возможно повышение эффективности использования оросительной воды в среднем на 15 %;

- внедрение новой прогрессивной техники и технологии орошения обеспечивают получение действительно высоких урожаев сельскохозяйственных культур: хлопка 4...6 т/га, зерновых 5...6 т/га, винограда до 20...25 т/га, овощей – 100 т/га, зеленой массы люцерны – 80...100 т/га при повышении производительности труда в 3...4 раза, экономии оросительной воды в 1,5...3 раза [2, 3, 4, 5, 6].

Исследования показали, что при капельном орошении хлопчатника, кукурузы и при микроорошении пшеницы экономия оросительной воды достигает до 60 %, а урожайность повышается в 1,8...2,0 раза. Результаты исследований капельного орошения кукурузы, пшеницы и овощных культур представлены в таблице 2.

Таблица 2

## Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от способов орошения

Сельскохозяйственная культура	Урожайность, т/га		Прибавка урожая		Экономия оросительной воды, %
	Бороздковый полив	Капельное орошение	т/га	%	
Хлопчатник	3,49	5,54	2,05	58,7	51,0
Кукуруза (зерно)	6,82	10,48	3,66	53,7	55,4
Пшеница, мягкая	4,03	6,81	2,78	69,0	49,5
Пшеница, твердая	3,26	5,76	2,50	76,7	51,5
Овощные (томаты, огурцы)	38,0	54,0	14,0	42,1	31,0

При бороздковом поливе согласно существующим рекомендациям (1988)

необходимо проводить 7 поливов с оросительной нормой 7750 м<sup>3</sup>/га. Это обес-

печило получение 3,49 т/га хлопко-сырца. Капельное орошение позволяет повысить урожайность хлопчатника по сравнению с бороздковым поливом в 2 раза, снизить расход воды до 51 % и в 2...2,2 раза сократить затраты труда на возделывание хлопчатника [7].

Особое место в рациональном использовании водных ресурсов в орошаемом земледелии занимают проблемы непроектированных потерь, КПД поля, внутренних хозяйственных и хозяйственных каналов.

Результаты исследований показали, что в процессе полива 10...15 % воды теряется на испарение, 30...40 % – на глубинный сброс, до 50...60 % составляет поверхностный сброс (в зависимости от уклона и водопроницаемости почвы). Исследования, проведенные на каменистых почвах Северного Таджикистана, показали, что КПД поля составляет 0,25...0,35. При таком низком КПД общие потери в среднем составляют 6...8 тыс. м<sup>3</sup>. Следовательно, мероприятия, направленные на повышение КПД системы в комплексе проблем рационального использования оросительной воды, имеют первостепенное значение.

#### **Выводы**

Внедрение идеологии водосбережения в качестве основы региональной водной стратегии и всех действий по будущему развитию водных ресурсов и управлению ими требует комплексного анализа и оценки следующих показателей и факторов: потенциальная продуктивность земли и воды; удельное водопотребление при минимальных расходах воды на производство биологической продукции; причины недобора продукции (связанные с мелиоративными и водохозяйственными факторами); солевой и водный балансы зон планирования; непродуктивные затраты воды во всех звеньях оросительной системы, в первую очередь на орошаемом поле; уменьшение сброса возвратных вод в реки и водоемы и улучшение качества воды; увеличение платы за использование воды при заборе ее в объеме, превышающем технически достижимый или биологический уровень потребления (в виде платы за формирование ресурса); премиальная система оплаты работы водохозяйственных органов за экономию воды; создание общественных органов контроля водопользования на всех уров-

нях; повсеместное создание Ассоциации водопользователей (АВП).

Стимулировать интенсификацию сельскохозяйственного производства и применение новых технологий выращивания сельскохозяйственных культур.

Постепенный переход на планирование водопользования исходя из показателя расхода воды на единицу продукции.

Реализацию политики водосбережения следует начинать с внедрения технологий требующих небольших затрат. К капиталоемким формам водосбережения следует переходить по мере увеличения финансовой способности водопользователей и государства.

В целях поднятия производительности труда в орошаемом земледелии необходимо широкомасштабное внедрение высокоинтенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, применение средств механизации и автоматизации бороздкового полива, создание соответствующей производственной базы, внедрение капельного орошения и дождевания.

#### **Библиографический список**

1. Кобулиев З.В., Пулатов Я.Э. Водные проблемы Центральной Азии и пути их решения // Сборник статей, посвященных международному году водного сотрудничества. – Душанбе, 2013. – 125 с.
2. Концепция по рациональному использованию и охране водных ресурсов в Республики Таджикистан. – Душанбе: Изд. «Дониш», 2002. – 65 с.
3. Нурматов Н.К. Технология орошения сельскохозяйственных культур на склоновых землях. – Душанбе: «Ирфон», 1991. – 372 с.
4. Пулатов Я.Э. Реализация принципов интегрированного управления водных ресурсов в странах Центральной Азии и Кавказа // Национальный доклад GWP (Global water Partnership SAC) – Ташкен, 2004. – 120 с.
5. Пулатов Я.Э. Рациональное использование водных ресурсов в сельском хозяйстве // Вестник «Таджикистан и современный мир». – 2008. – № 3(18). – С. 36–44.
6. Пулатов Я.Э., Азизов Н. Техника и технология орошения хлопчатника на каменистых почвах Северного Таджики-

стана: Монография. – Душанбе: 2009. – 166 с.

7. Пулатов Я.Э. Рекомендации по применению капельного орошения сельскохозяйственных культур / Пулатов Я.Э., Пулатова Ш.С. [и др.]. – Душанбе, 2014. – 96 с.

#### *Сведения об авторе*

**Пулатов Яраш Эргашевич**, доктор технических наук, профессор; Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук Республики Таджикистан; 734063, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Айни, 267.

#### *References*

1. Kobuliev Z.V., Pulatov Ja.Je. Vodnye problemy Central'noj Azii i puti ih reshenija // Sbornik statej, posvjashhennyh mezhdunarodnomu godu vodnogo sotrudnichestva. – Dushanbe, 2013. – 125 s.

2. Konceptija po racional'nomu ispol'zovaniju i ohrane vodnyh resursov v Respubliki Tadzhiqistan. – Dushanbe: Izd. «Donish», 2002. – 65 s.

3. Nurmatov N.K. Tehnologija oroshenija sel'skohozjajstvennyh kul'tur na sklonovyh zemljah. – Dushanbe: «Irfon», 1991. – 372 s.

4. Pulatov Ja.Je. Realizacija principov integrirovannogo upravlenija vodnyh resursov v stranah Central'noj Azii i Kavkaza // Nacional'nyj doklad GWP

(Global water Partnership CAC) – Tashken, 2004. – 120 s.

5. Pulatov Ja.Je. Racional'noe ispol'zovanie vodnyh resursov v sel'skom hozjajstve // Vestnik «Tadzhiqistan i sovremennyj mir». – 2008. – № 3(18). – S. 36–44.

6. Pulatov Ja.Je., Azizov N. Tehnika i tehnologija oroshenija hlochatnika na kamenistyh pochvah Severnogo Tadzhiqistana: Monografija. – Dushanbe: 2009. – 166 s.

7. Pulatov Ja.Je. Rekomendacii po primeneniju kapel'nogo oroshenija sel'skohozjajstvennyh kul'tur / Pulatov Ja.Je., Pulatova Sh.S. [i dr.]. – Dushanbe, 2014. – 96 s.

#### *Information about the author*

**Pulatov Yarash Ergashevich**, doctor of technical sciences, professor, Institute of water problems, hydropower and ecology, Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan; 734063, Republic of Tadjikistan, Dushanbe, Aini st., 267.

*Для цитирования:* Пулатов Я.Э. Водосберегающие технологии орошения и эффективность использования воды в сельском хозяйстве // Экология и строительство. – 2017. – № 4. – С. 21–26.

*For citations:* Pulatov Ya.E. Water-saving irrigation technologies and water use efficiency in agriculture // Ekologiya i stroitelstvo. – 2017. – № 4. – P. 21–26.