

## О РЕЖИМЕ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

А. Рамазанов - д.с.х.н., профессор

С. Буриев - к.с.х.н.

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

### Аннотация

В статье приводится сопоставительный анализ результатов многолетних фундаментальных и прикладных исследований по установлению суммарного водопотребления и режима орошения культур хлопкового комплекса в орошаемой зоне Закавказья (Азербайджан) и стран Центральной Азии. Отмечено их адекватность при определении водопотребности растений и предложена необходимость перехода на методы широко применяемые в мировой практике.

**Ключевые слова:** режим орошения, сроки и нормы полива, суммарное водопотребление, эвапотранспирация, предельно-полевая влагемкость почвы, гидромодульное районирование, глубина залегания грунтовых вод.

## ЎСИМЛИКЛАРНИ СУҒОРИШ ТАРТИБИ ҲАҚИДА

А. Рамазанов, С. Буриев

### Аннотация

Мақолада Кавказorti (Озарбайжон) ва Марказий Осиё давлатларининг суғориладиган деҳқончилик минтақаларида ғўза мажмуасидаги ўсимликларни умумий сув истеъмоли ва суғориш тартибини ўрганишга оид олиб борилган кўп йиллик фундаментал, амалий тадқиқот натижалари қиёсий таҳлил қилинган. Суғориладиган деҳқончилик самарадорлигини ифодаловчи мазкур асосий кўрсаткичларни халқаро миқёсда қабул қилинган илмий-амалий ёндашиш ва услубларда аниқлаш давр талаби эканлиги таъкидланган.

**Таянч сўзлар:** суғориш тартиби, меъёрлари, сув истеъмоли, эвапотранспирация, тупроқнинг дала нам сифими, гидромодуль районлаштириш, ер ости сувлари чуқурлиги.

## ON THE IRRIGATION REGIME OF AGRICULTURAL CROPS

A. Ramazanov, S. Buriev

### Abstract

The article presents a comparative analysis of the results of long-term fundamental and applied researches to establish the total water consumption and irrigation regime of cotton crops in the irrigated zone of Zakavkazye (Azerbaijan) and Central Asian countries. It is marked their adequacy in determining the water demand of plants and suggested the necessity of transition to methods widely used in the world.

**Key words:** irrigation regime, the terms and norms of irrigation, total water consumption, evapotranspiration, maximum field capacity of the soil, water allowance zoning, the depth of groundwater.



**Введение.** Орошаемые земли являются базисообразующей отраслью аграрного сектора экономики республики. Орошаемое земледелие позволяет получать самые высокие и гарантированные урожаи сельскохозяйственных культур, которые в 3–5 раз выше, чем в богарном земледелии. В этой связи важнейшей проблемой, имеющей Государственную значимость, является изыскание и научное обоснование организационно-технологических приёмов повышения продуктивности располагаемых водных ресурсов при их дефиците. Одним из реальных путей решения этой задачи – совершенствование режима орошения возделываемых культур.

**Актуальность темы** заключается в том, что несмотря на наличие большого объёма данных многолетних исследований (вегетационные сосуды, лизиметрические установки, тепло-балансовые приборы, мелкоделяночные опыты и опытно-производственные участки) проведенных по линии географической сети опытов СоюзНИХИ (ныне НИИССАХ) в различных районах хлопкосеяния, до настоящего времени не установлены величины водопотребления сельскохозяйственных культур с достаточно обеспеченной

степенью достоверности соответствующий их биологической потребности. С этой связи представляет большой научный и практический интерес обоснование и внедрение в широкую производственную практику современных методов водопотребления сельскохозяйственных культур при дефицитном водопользовании.

### Методика исследований.

На территориях стран Центральной Азии и Закавказья (Азербайджан), где развито орошаемое земледелие режимы орошения культур хлопкового комплекса с начала XX века по настоящее время составляется на основе гидромодульного районирования территории по механическому составу почвенного покрова и глубины залегания уровня грунтовых вод. При определении сроков и норм полива растений учитывается содержание предполивной влажности (ППВ) в корнеобитаемой толще и объём суммарного испарения – эвапотранспирация (транспирация растениями и физическое испарение с поверхности почвы). Содержание влаги в почве определяется термостатно-весовым, нейтронным индикатором влажности, кондуктометрическими и другими методами.

Эвапотранспирация определяется в вегетационных сосудах, лизиметрических установках с помощью теплобалансографа и расчетным путем.

**Практическая значимость** работы заключается в том, что путем сопоставительного и ретроспективного анализа результатов многолетних фундаментальных, прикладных, опытных, опытно-производственных исследований и экспертных оценок обосновано необходимость определения водопотребления сельскохозяйственных культур на основе (с учетом) природно-климатических факторов широко применяемые в мировой практике.

В классическом понимании режим орошения – это оптимальное сочетание поливных норм, сроков и количества поливов, обеспечивающие наивысшую для данных условий урожайность возделываемых культур. На основе режима орошения осуществляется проектирование ирригационных систем, их эксплуатация и планирование водопользования. Для разработки режима орошения определяют общие затраты воды, необходимые для возделывания различных культур по отдельным фазам их развития. Основная часть водопотребления – суммарное испарение, равное расходу воды растениями через листья (транспирация) и непосредственно из почвы, т.н. эвапотранспирации с единицы площади при заданной густоте стояния возделываемых культур.

Согласно общепринятому определению под стандартной эвапотранспирацией (суммарным испарением) подразумевается требование на воду идеально управляемого, хорошо увлажненного, удобренного почвенного слоя, который достигает полной производительности при данных климатических условиях. При нестандартных условиях: засоленность почв, низкое плодородие, невысокая агротехника, низкая урожайность-величина эвапотранспирации снижается.

За последние 50 лет в ряде стран мира исследованы и разработаны экспериментальные и расчетные методы определения эвапотранспирации на базе различных почвенных, гидрогеологических и климатических переменных. На орошаемых землях Центральной Азии в 50–60 гг. XX века в специальной литературе достаточно широко освещалось представление о зависимости водопотребления сельскохозяйственных культур от глубины залегания грунтовых вод (УГВ). Это представление основывается на лизиметрических наблюдениях и методах теплового баланса полей. Согласно этим данным максимальная величина эвапотранспирации соответствует близкому залеганию, а минимальная – глубокому залеганию уровня грунтовых вод.

Сопоставление и анализ результатов выполненных исследований свидетельствует о достаточно широком изменении величины эвапотранспирации. На всех опытах, проведенных на опытно-мелиоративных станциях Узбекистана не получена хотя бы примерно одинаковая урожайность в зависимости от глубины залегания грунтовых вод и водопотребление в основном зависит от урожайности хлопчатника. Это означает, что на лизиметрах с разной глубиной залегания уровня грунтовых вод поддерживался неодинаковый режим влажности в корнеобитаемом слое почвы, уменьшающийся с глубиной. Почти аналогичные данные получены в опытах, проведенных в течении ряда лет в Туркменистане, Таджикистане и Азербайджане.

Отмеченные представления и различие в величине

не водопотребления обусловлены рядом недостатков и методических допусков при постановке опытов и наблюдений на лизиметрических установках, а именно несоответствие режимов орошения хлопчатника, глубины залегания грунтовых вод, моделируемых в лизиметрах; неидентичность растительности как на лизимерах, так и на смежных с ними площадях (высота растений, индекс лиственности); неудачное расположение лизиметров относительно планового расположения орошаемых полей и несоответствующее фактическому водопотреблению; различный уровень грунтовых вод в лизиметрах при одинаковом уровне грунтовых вод на окружающей площади.

Из изложенного выше вытекает, что лизиметрические исследования, проведенные в различные годы из-за несоответствия режима увлажнения, контроля запасов влаги по фазам развития хлопчатника и урожайности не позволяют сделать однозначные обобщения о зависимости водопотребления от глубины грунтовых вод и водопотребления сельскохозяйственных культур при оптимальном увлажнении и высокой урожайности. Необходимо также отметить, что в мировой практике из-за сложности выполнения организационно-технических требований, дороговизны изготовления, потребности в специальном уходе лизиметры в последние 30–35 лет используются крайне редко, а в Узбекистане их вообще нет.

Следует отметить, что в принципе существующие представления о зависимости эвапотранспирации от уровня грунтовых вод противоречат многолетней теории и практике определения водопотребления сельскохозяйственных культур, являющихся основой требований на воду при планировании орошения в общемировой практике. До настоящего времени существует мнение об увеличении забора воды на орошение по мере понижения УГВ. Все опытные и расчетные данные (СоюзНИХИ, института «Средазгипроводхлопок») свидетельствуют об уменьшении числа поливов и оросительных норм по мере уменьшения глубины залегания грунтовых вод. В годовом разрезе затраты оросительной воды с учетом промывок в осенне-зимний период не зависят от глубины грунтовых вод при хорошем дренаже и требований влажности, практически одинаковы (Таблица 1) [1, 2, 3].

До настоящего времени на орошаемых землях водоподача осуществляется плановыми и расчетными режимами орошения, которые неадекватны нормам водопотребления культур хлопкового комплекса в сложившейся в бассейне Аральского моря водохозяйственной обстановки. Известно, что общая закономерность, связывающая размеры водопотребления с природными условиями и биологическими особенностями сельскохозяйственных культур, проявляется в его увеличении в более жарком, сухом климате и сортов хлопчатника и других культур с более длительным вегетационным периодом. Другая закономерность – наличие определенной связи между требованиями к предполивной влажности почвы по фазам развития растений. Эта особенность проявляется в период созревания растений, когда без значительного снижения влажности почвы нельзя получить своевременного и полноценного созревания урожая. Поэтому для создания дифференцированного уровня содержания влаги в корнеобитаемой толще почвы с учетом темпа развития растений, величина предполивной влажности разделяется по фазам: цветение, цветение – плодообразование и созревание.

Таблица 1

**Затраты воды при орошении хлопчатника при различной глубине грунтовых вод  
(широтно- климатическая зона Ц-II-Б)**

| № | Гидромо-<br>дульный<br>район | Глубина<br>грунтовых<br>вод, м | Ороситель-<br>ная норма,<br>м³/га | Осадки, м³/га     |                     | Вневегетаци-<br>онные поли-<br>вы, м³/га | Затраты<br>оросительной<br>воды, м³/га | Общие<br>затраты<br>воды, м³/га |
|---|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|
|   |                              |                                |                                   | За вегетацию      | Годовые             |                                          |                                        |                                 |
| 1 | II-III                       | >3                             | <u>6700</u><br>6600               | <u>960</u><br>960 | <u>2950</u><br>2960 | <u>2000</u><br>2400                      | <u>8700</u><br>9000                    | <u>11650</u><br>11960           |
| 2 | V-VI                         | 2-3                            | <u>5000</u><br>5800               | <u>960</u><br>960 | <u>2950</u><br>2960 | <u>3200</u><br>3200                      | <u>8200</u><br>9000                    | <u>11150</u><br>11960           |
| 3 | VII                          | 1-2                            | <u>3600</u><br>4600               | <u>960</u><br>960 | <u>2950</u><br>2960 | <u>4500</u><br>4600                      | <u>8100</u><br>9200                    | <u>11050</u><br>12160           |
| 4 | IX                           | 1                              | <u>2500</u><br>-                  | <u>960</u><br>-   | <u>2950</u><br>-    | <u>5500</u><br>-                         | <u>8450</u><br>-                       | <u>11400</u><br>-               |

Примечание: числитель – рекомендации СоюзНИХИ, 1971 г.;  
знаменатель – расчетные данные «Средазгипроводхлопок», 1970 г.

В результате многолетних фундаментальных и экспериментальных исследований установлено, что при оптимальных сроках, нормах агротехнических приёмов возделывания хлопчатника, но из-за уменьшения норм полива на 10% от биологической потребности, теряется 1/3 возможного урожая, изменяется строение волокна, снижается её качество. При частых и продолжительных поливах увеличивается выход «линты», изменяется топография волокна, формируется «наросты» [4].

Планирование и распределение выделенной фермерским и другим хозяйствам воды осуществляется на основе гидромультильных районов – территории с одинаковыми почвенно-мелиоративными, гидрогеологическими и другими условиями, выполненными группой специалистов УзНИИХ (бывш. СоюзНИХИ, 1971 г.) и проектно-исследовательского института «Средазгипроводхлопок» (1964 г.).

Анализ результатов территориальных наблюдений и выборочных экспертных оценок свидетельствует о неадекватности рекомендованных (расчетных) режимов орошения сельскохозяйственных культур для той или иной территории или массива по гидромультильным районам из-за различий в масштабах съёмки: изучения основных свойств почвенного покрова (1:10000) и наблюдений из-

менения и направленности гидрогеологических процессов (1:25000, 1:30000). В широкой производственной практике, по существу дифференциация рекомендуемого режима орошения с учетом почвенных и гидрогеологических условий не производится.

Ретроспективный анализ результатов многолетних опытов в различных зонах хлопкосеяния СНГ свидетельствует о том, что независимо от географического расположения территорий с соответствующими почвенно-климатическими, гидрогеолого-мелиоративными и другими условиями, где динамика и направленность взаимосвязанных процессов в системе «климат – почва – растения» имеет определенные различия, величина предполивной влажности почвы идентичны. В 95–98% случаях она составляет ≈ 70 % от предельно-полевой влагоёмкости (ППВ). Разница в величинах ППВ в зависимости от географической расположенности территории и по фазам развития культур хлопкового комплекса колеблется в пределах 6–8%, т.е. в допустимых пределах точности её определения и расчётов (Таблица 2).

Причиной практически идентичности величины предполивной влажности в орошаемой зоне, независимо от расположенности их в различных почвенно-климатиче-

Таблица 2

**Величины «оптимальной» предполивной влажности в почве в зоне хлопкосеяния**

| № | Зоны опытных работ                    | Типы почв опытных участков                  | УГВ        | Культура                 | Предельно-полевая влагоёмкость, % |                                      |                     |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------------|------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
|   |                                       |                                             |            |                          | В период цветения                 | В период цветения и плодообразования | В период созревания |
| 1 | Азербайджан, Муганская степь, 1965 г. | Типичный серозем, средне- и слабозасоленный | 2,5-3      | Хлопчатник               | 75<br>70                          | 75<br>75                             | 65<br>65            |
| 2 | Туркменистан, 1963 г. 1965 г.         | Такыровидные, луговые, такыры и луговые     | 2-3<br>2-3 | Хлопчатник<br>Хлопчатник | 70<br>65                          | 65<br>70                             | 60<br>65            |
| 3 | Казахстан, Южная зона*, 1913 г.       | Типичный серозем<br>Типичный серозем        | -<br>> 3   | Хлопчатник<br>Хлопчатник | 60<br>70                          | 70<br>70                             | 60<br>60            |
| 4 | Таджикистан, 1984 г.                  | Типичный серозем                            | 3-5        | Хлопчатник               | 65<br>70                          | 70<br>75                             | 65<br>65            |

| № | Зоны опытных работ            | Типы почв опытных участков | УГВ           | Культура                      | Предельно-полевая влагоемкость, % |                                      |                     |
|---|-------------------------------|----------------------------|---------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
|   |                               |                            |               |                               | В период цветения                 | В период цветения и плодообразования | В период созревания |
| 5 | Киргизия, Южная зона, 1978 г. | Типичный серозем           | 3-7           | Хлопчатник, Люцерна, Кукуруза | 70<br>70<br>70                    | 70<br>70<br>70                       | 60<br>60<br>60      |
| 6 | Узбекистан: 1948 г.           | Типичный серозем           | 2-3           | Хлопчатник                    | 65                                | 70                                   | 60                  |
|   | 1979 г.                       | Типичный серозем           | 6-12          | Хлопчатник                    | 70<br>65                          | 65<br>65                             | 60<br>60            |
|   | 2000 г.                       | Типичный серозем           | 8-10          | Озимая пшеница                | 70                                | 70                                   | 70                  |
|   | 2004 г.                       | Типичный серозем           | 6-11<br>18-20 | Хлопчатник, Озимая пшеница    | 65<br>75                          | 70<br>75                             | 60<br>60            |
|   | 2010 г.                       | Светлый серозем            | > 3           | Хлопчатник                    | 65                                | 65                                   | 60                  |
|   | 2011 г.                       | Лугово-аллювиальный        | 1,5-2         | Озимая пшеница                | 75                                | 75                                   | 65                  |

Примечание: \* – опыты в вегетационных сосудах.

ских поясах и зонах, по-видимому также является принцип унифицированного подхода при изучении и обоснования режима орошения культур хлопкового комплекса по линии географической сети опытов Всесоюзного научно-исследовательского института хлопководства (СоюзНИХИ). При организации института (1929 г.) на него была возложена координация работ научно-исследовательских и учебных учреждений страны, ведущих исследования по проблемам хлопководства, осуществление научных контактов с институтами и фирмами других стран.

Специалистами УзНИИХ (ныне НИИССАХ) разработаны рекомендации по режиму орошения районированных сортов хлопчатника с учетом водности года. Согласно этому, в годы среднемноголетней водообеспеченности в равнинной части орошаемой зоны оросительные нормы хлопчатника должны составлять от 5100 м³/га (нижнее течение р.Амударья) до 6100 м³/га (среднее течение р.Сырдарья) при 5 вегетационных поливах (1971 г.). В

тоже время в уточненных и официально опубликованных в 2016 году [5] режимах орошения, на сопоставляемых территориях оросительные нормы хлопчатника должны составлять от 4500–5500 м³/га (среднее течение р.Сырдарья) до 5000–7000 м³/га (среднее течение р.Амударья) и 5000–5600 м³/га (нижнее течение р.Амударья) при 5–6 вегетационных поливах. В условиях маловодья – недостаточной водообеспеченности, оросительные нормы хлопчатника в среднем течении р.Сырдарья должны составлять 1500–2000 м³/га при двух вегетационных поливах, а в среднем и нижнем течении р.Амударья 2800–3800 м³/га и 2400–3750 м³/га соответственно при 3–4 вегетационных поливах (Таблица 3). Отмеченные различия по всей вероятности является следствием неадекватности (за исключением маловодных периодов) принятых величин эвапотранспирации и величин предполивной влажности в «уточненных режимах орошения» районированных сортов хлопчатника.

Таблица 3

Режимы орошения хлопчатника с учетом водообеспеченности территории\*

| Показатели<br>Расположенные территории по стволу реки | Количество поливов |      |      | Оросительная норма, м³/га |           |           | Урожайность хлопчатника, ц/га |           |           |
|-------------------------------------------------------|--------------------|------|------|---------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|-----------|-----------|
|                                                       | 1971               | 2011 | 2016 | 1971                      | 2011      | 2016      | 1971                          | 2011      | 2016      |
| среднее течение р. Сырдарья                           | 5                  | 2    | 5-6  | 6100                      | 1500-2000 | 4500-5500 | 21,9-23,4                     | 13,4-15,8 | 18,0-20,1 |
| среднее течение р. Амударья                           | 5                  | 3-4  | 5-6  | 4900                      | 2800-3800 | 5000-7000 | 25,3-27,6                     | 20,3-27,1 | 26,8-30,2 |
| нижнее течение р. Амударья                            | 5                  | 3-4  | 5-6  | 5100                      | 2400-3750 | 5000-5600 | 25,8-31,0                     | 11,9-16,7 | 22,0-30,9 |

Примечание: \* 1971 г. и 2016 г. – годы среднемноголетней водообеспеченности; 2011 г. – год недостаточной водообеспеченности (маловодный);

**Выводы**

1. Важнейшим условием продуктивного использования подаваемой на поле воды и исключения стрессовых явлений в период развития растений является установление оптимального срока полива. Растение начинает испытывать недостаток влаги при влажности почвы несколько выше от нижнего предела, находящегося в интервале между влажностью при наименьшей влагоемкости и влажностью устойчивого увядания.

В силу высокой динамичности движения влаги в корнеобитаемой толще установить оптимальный предел влажности, соответствующей отношению имеющейся в почве продуктивной влаги к её запасу при наименьшей

влажности весьма сложно.

2. Существующие методы установления сроков полива культур хлопкового комплекса и других одно- и многолетних растений, основанные на величине, т.н. «предельно-полевой влагоемкости» (термостатно-весовой, нейтронный, кондуктометрический и др.) и эвапотранспирации не позволяют оперативно определить сроки полива из-за организационно-технических условий и недостаточно обеспеченной надёжности. В этой связи, совершенно очевидна необходимость определения водопотребления сельскохозяйственных культур с использованием опытных данных и расчетных методов на базе климатических факторов, применяемых в мировой практике.

**Список использованной литературы:**

1. Легостаев В.М. и др. Режим орошения и гидромодульное районирование по Узбекской ССР. - Т.: СоюзНИХИ, 1971. - 136 с.
2. Шредер В.Р. и др. Расчетные значения оросительных норм сельскохозяйственных культур в бассейне реки Сырдарьи и Амударьи. - Т.: Институт «Средазгипроводхлопок», 1970. - 292 с.
3. Шредер В.Р. и др. Гидромодульное районирование и расчетные режимы орошения. - Т., 1964. - с.168.
4. Рамазанов А., Насонов В.Г. О величине водопотребления сельскохозяйственных культур на орошаемых землях / «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия». - г. Новочеркасск, 2015. - №2 (58). - с. 148-153.
5. Пахтачилик маълумотномаси. - Т.: Fan va texnologiya, 2016. - с. 247-249.

