

ИРРИГАЦИЯ ЭТО ГИПЕРИРРИГАЦИЯ + СУБИРРИГАЦИЯ Мурадов Ш.О.¹, Турдиева Ф.А.²



¹Мурадов Шухрат Одилович - доктор технических наук, исполняющий обязанности профессора;

²Турдиева Феруза Алишеровна - ассистент,
кафедра защиты окружающей среды и экологии,
Каршинский инженерно-экономический институт,
г. Карши, Республика Узбекистан

Аннотация: обоснована сущность устройства для регулирования стока рек, каналов и дренажной сети с целью управления подземными и поверхностными водами. Отмечена необходимость осуществления полной ирригации, которая состоит из гиперирригации и субирригации. Уточнен принцип устройства «Каскад». На примере бассейна р. Кашкадарья выявлена эффективность данных сооружений для аридных экосистем.

Ключевые слова: субирригация, водные ресурсы, поверхностные, подземные и дренажные воды, испарение, водосбережение, регулирование стока, устройство «Каскад», водостойчивость, интегрированное управление.

Как считают Ф. Караджи и др. [13, с. 29], возникший дефицит в оросительной воде можно уменьшить за счет сокращения технологических потерь на фильтрацию и физическое испарение, повышения расхода подземных вод на субирригацию.

В настоящее время проблема рационального природопользования, и в частности водопользования, в аридных регионах представляется более сложной, чем это было несколько десятилетий назад [21, с. 3]. В водохозяйственном комплексе особая роль должна принадлежать водооборотным технологиям, которые являются одним из инструментов решения основной задачи интегрированного управления (комплексного использования) водных ресурсов. В ирригационно-мелиоративном мероприятии (по В.Р. Вильямсу и А.Н. Костякову) это усиление биологического и замедление геологического круговорота воды и химических веществ [19, с. 148]. Одним из источников экономии водных ресурсов является использование при соответствующих технико-экономических обоснованиях грунтовых вод для подпитки растений.

Данный процесс можно интенсифицировать путем регулирования дренажного стока. Однако эффективное их использование сдерживается отсутствием технических решений по регулированию стока в открытой коллекторно-дренажной сети. В основном эти проблемы рассматривались при использовании дренажного стока на переувлажненных осушаемых землях в гумидной зоне. Здесь все большее применение находят осушительно-увлажнительные системы с использованием, когда это необходимо, дренажного стока на орошение. В аридной зоне новым поколением являются оборотные мелиоративно-ирригационные системы двойного регулирования.

Мировой опыт водохозяйственных работ и наши многолетние региональные исследования (1975 – 2016) подтверждают, что внедрение модернизированных способов регулирования дренажного стока позволяет управлять грунтовыми водами, способствующими внедрению субиригации, и тем самым улучшить мелиоративно-гидрологические условия, водообеспеченность орошаемых земель и, главное, уменьшить интенсивность геологического и увеличить биологический круговорот воды и солей. Ещё в 1970 г. Н.Н. Веригин и Г.К. Асланов отмечали, что целесообразно создавать подъем уровня до нижней части корнеобитаемого слоя и осуществлять, таким образом, подземное орошение земель (субиригацию) [6, с. 221]. Это и есть адаптивно-модернизированная мелиоративно-гидрологическая технология повышения водостойчивости орошаемых земель.

Системы двойного регулирования (субиригации) в аридной зоне необходимо осуществлять при пресных грунтовых водах. Уровень их не следует понижать. Наоборот, при таких условиях идет луговой процесс, сопровождающийся накоплением гумуса и улучшением структуры почв. Потребность в оросительной воде в этих случаях снижается в 1,5 – 2 раза. Технично-экономический анализ показал, что при гидрокарбонатном типе засоления почв, без дополнительных профилактических мероприятий, применение субиригации возможно на землях с минерализацией грунтовых вод – 1,5 г/л, а при сульфатном – 2,0 г/л [18, с. 45]. По достижении грунтовыми водами мелиорируемой территории и минерализации $\leq 2-3$ г/л целесообразно начать сокращение оросительных норм и числа поливов за счет субиригации. При опресненности грунтовых вод до 3г/л в толще водоносного горизонта 8–10 м субиригация может составить примерно 50–60% суммарного водопотребления хлопчатника, люцерны. Наземные оросительные нормы можно сокращать при этом до 1–3 тыс. м³/га [14, с. 342]. Отдельные исследователи, например, М. Иброхимов, Р. Ишчанов и Х. Жаббаров [9, с. 25], С.Исаев [10, с. 21], Б. Суванов, Ж. Машарипов [23, с. 14] рекомендуют использовать субиригацию при минерализации ГВ до 3г/л, Е.Койбакова [15, с. 116] – до 7 г/л.

При среднем уровне грунтовых вод на супесчаном и песчаном полях, около 1,4 м и 0,7 м, величина подпитки из грунтовых вод составила 12 – 47% от водопотребления культуры [16, с.27]. По исследованиям С. Исаева в Центральной Фергане (Узбекистан), за счет полива методом субиригации урожайность хлопка увеличилась на 1,5 – 3 ц/га, число поливов уменьшилось в 1,5 раза и более [11, с. 12]. Опыты в Кашкардарьинской области (Касбинский район) определили экономную оросительной нормы, которая составила 3150 м³/га и повышение урожайности хлопчатника на 7 ц/га [12, с. 11]. В Хорезмской области при слабозасоленных грунтовых водах двойное регулирование ГВ позволило уменьшить оросительную норму в 1,2–1,5 раза и повысить урожайность хлопчатника на 6 – 13 ц/га [8, с. 193].

Перспективность субиригации обосновывается многими учеными и специалистами. Так, например, Ф. Караджи, В. Мухамеджанов, Ф. Вышпольский убедительно подчеркивают, что применение подпорных сооружений неизбежно повысит водообеспеченность орошаемых земель (особенно в маловодные годы) за счет увеличения расхода подземных вод на субиригацию. Целесообразность использования данного направления подтверждается экономическими расчетами. Стоимость капиталовложений не превысит 50 долларов, эксплуатационных затрат – 8

долларов США на один гектар. Управление потоком дренажно-сбросных вод не разрушит последовательности выполнения технологических операций по возделыванию сельскохозяйственных культур, уменьшит количество поливов и размеры потери воды на физическое испарение [12, с. 37]. Как отмечают А. Каримов, К. Мирзаджанов и С. Исаев, дренажно-сбросные воды представляют значительный объем в Центральноазиатском регионе. С одной стороны, это связано со значительными площадями орошаемых земель, более 7.0 млн га только в бассейне Аральского моря, с другой – неэффективностью ирригационных систем, в результате чего только 30 – 35% воды, забранной из источников, расходуется продуктивно. Около 40% воды, забранной из источников, участвует в формировании дренажно-сбросных вод. Учитывая объемы этих вод, следует признать, что проблема продуктивной утилизации этих стоков является весьма актуальной [13, с. 38].

Ещё прозорливее утверждают А.П. Айдаров и А.И. Голованов [4, с. 25]: «Строительство коллекторно-дренажных систем, обеспечивая поддержание уровня грунтовых вод на необходимой глубине, одновременно играет отрицательную роль, так как резко увеличивает интенсивность геологического круговорота и геохимической миграции». Как бы дополняя эту мысль, А. Сапаров и Ф. Вышпольский отмечают, что параметры ирригационных систем должны предусматривать не только вымыв солей, но и накопление органо-минеральных соединений в почвах за счет усиления малого биологического круговорота веществ [22, с. 61].

Это ещё в большей степени требует модернизации дренажной сети. Анализ мелиоративно-гидрологических условий Узбекистана показал, что на орошаемых землях республики возможно внедрение субиригации, это Ферганская долина, Ташкентская, Самаркандская, Кашкадарьинская и Сурхандарьинская области. Исследования показали, что наиболее благоприятными условиями для этого обладают Верхние Природно-водохозяйственные районы (ПВХР) Узбекистана – зона пресных грунтовых вод (сазовая зона).

По многолетним данным (1965 – 2016), минерализация воды в коллекторно-дренажной сети верхних районов в исследуемом репрезентативном для аридных зон мира юге Узбекистана (в Кашкадарьинском бассейне – Китабский, Шахрисабзский, Чиракчинский, Яккабагский, в Сурхан-Шерабадском бассейне – Сариасийский, Алтынсайский, Денауский, Бойсунский, Кумкурганский, Шурчинский районы) изменяется в пределах 0,3 – 1,8 г/л. Как показывают наши анализы, уточнены основные гидрохимические типы ГВ, среди которых преобладающий – сульфатный.

В то же время, как показал анализ динамики ГВ региона, наблюдается иссушение зоны аэрации (почвенная засуха), водообеспеченность этих районов в маловодный год (1925, 1926, 1927, 1941, 1986, 2000, 2001, 2011, 2016) колеблется в пределах 52 – 67%. Идентичная картина истощения ГВ наблюдается во многих странах мира, прежде всего в Индии, Ливии, Саудовской Аравии, США. В Северном Китае произошло понижение уровня ГВ более чем на 30 м на территории, где проживает свыше 100 млн человек. Определено, что 10% мирового урожая зерновых производится с использованием ГВ [20, с. 102].

Мы солидарны с мнением отдельных ученых о том, что в ряде районов снижение уровней грунтовых вод и уменьшение объема испарения может привести к нежелательным изменениям общих ландшафтных условий. По рекогносцировочным обследованиям (1975 – 2016) верхнего и среднего ПВХР установлено резкое высыхание отдельных садов и виноградников, основной причиной которого является уменьшение водообеспеченности, понижение уровня ГВ ниже критического интервала, что привело к ухудшению мелиоративно-гидрологических условий зоны аэрации.

Учитывая практику гиперирригации прошлых лет, пресный характер грунтовых вод и превалирование сульфатных солей в ГВ верхних и средних

районов юга Узбекистана, в целях экономии водных ресурсов, регулирования водно-воздушного и водно-солевого режимов и улучшения мелиоративно-гидрологических условий орошаемых земель, считаем необходимым мероприятием внедрение субиригации путем сооружения модернизированных устройств для регулирования дренажного стока в устьевой части дренажа. Подобного рода дренаж можно назвать саморегулирующейся. Термин и первые конструкции водооборотных осушительно-увлажнительных систем, как отмечает К.В. Губер [7, с. 411], предложены И.В. Минаевым (1977).

Регулирование стока поверхностных вод с целью рационального их использования в значительной степени исследовано. В то же время вопросы управления подземным стоком, химическим составом и режимом подземных вод разработаны еще недостаточно. Это зачастую приводит к крупным просчетам в гидромелиоративном строительстве.

Процессы динамики влаги, воздуха и питательных элементов в почве определяют водный, воздушный, тепловой, энергетический и пищевой режимы. Среди них наиболее изучены в настоящее время вопросы совместного влияния на урожай водного и воздушного режима почв.

В наибольшей степени условиям управления водным режимом, удовлетворяют дренажно-увлажнительные системы (двойного регулирования). Подобного рода дренаж можно назвать саморегулирующейся.

Многолетними исследованиями А. Шольца (1966) на песчаных почвах с коэффициентом фильтрации 13–17 м/сут. в Германии установлена зона эффективного подпора при шлюзовании, равная 200 м [17, с. 13].

На примере реки Кашкадарья выявлено, что в нижней части по многолетним данным (1938 - 2014) гидропоста Карши в невегетационный период сток составляет около 200 млн м³. Они сбрасываются в искусственные озера и загрязняют окружающую среду. Помимо этого эти холостые сбросы усиливают русловую эрозию.

Резюмируя следует отметить, что регулирование стока рек и оросителей в этих районах необходима не только для улучшения мелиоративно-гидрологических условий, повышения водообеспеченности сельскохозяйственных культур, но и для полного осуществления процесса иригации через гипер - и субиригацию, увеличения биологического и уменьшения геологического круговорота веществ (Подобные устройства [1, 2] построены на дрене Акрабат (1990 г.) и канале [1, 3] Айрум (2012, при поддержке ПРООН проект УКРУ). Данные устройства рекомендуются сооружать на речной и иригационно-мелиоративной сети с целью интегрированного управления водными ресурсам как меры по адаптации к изменению климата.

В дальнейших исследованиях несколько модернизировано устройство [3], которое показано на рисунке.

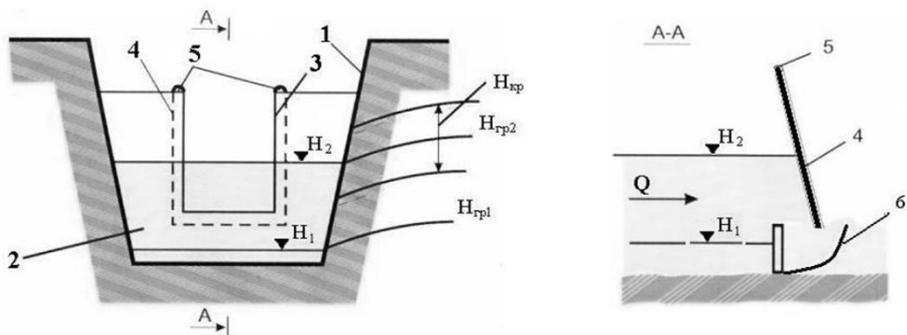


Рис. 1. Расчетная схема модернизированного устройства для регулирования стока
1 – дрена; 2 – водослив (из плиты или металла); 3 – прорезь; 4 – щит;

5 – шарниры; 6 – гаситель стока; $H_{гр1}$ – уровень грунтовых вод при свободном движении воды в дрене; $H_{гр2}$ – уровень грунтовых вод при сооружении устройства; $H_{кр}$ – интервал критической глубины залегания грунтовых вод; P – гидродинамическое давление; H_1 – уровень воды в дрене при свободном движении потока; H_2 – уровень воды в дрене при сооружении устройства

Разработаны расчетные формулы для оценки зоны подпора грунтовых вод вблизи коллекторов и дрен. Кроме того, предложенные расчетные зависимости дают возможность оценить площади влияния регулирующих устройств, рациональное расстояние между ними и разработать рекомендации по сокращению оросительных норм в зонах проявления субиригации.

Многолетние исследования (1975 - 2016) подтвердили, что в связи с изменением климата, сопровождающимся учащенными засухами, как атмосферы, так и почвы, а также с учетом рельефа, водохозяйственных и мелиоративно-гидрологических условий, появилась необходимость устраивать также идентичные сооружения на реках и оросителях не в единичном, а в каскадном порядке. Тогда экономический эффект сооружения, связанный с явлением субиригации на орошаемых землях, увеличивается с ростом площадей, на которых происходит подъём уровня грунтовых вод.

Учитывая незначительные уровни воды при свободном движении (H), а также опыт отдельных исследователей [5, с. 75], считаем строительство каскада сооружений на максимальном расстоянии друг от друга.

Субиригация регулирует солевой состав способствующий предотвращению содового засоления. Её можно рекомендовать и для подпитки озимой пшеницы при слабоминерализованных (менее 3г/л) грунтовых водах.

Резюмируя, следует считать, что субиригация в этих районах необходима не только для улучшения мелиоративно-гидрологических и гидроэкологических условий, повышения водообеспеченности сельскохозяйственных культур, но и для полного осуществления процесса иригации совместно с гиперирригацией, увеличения биологического и уменьшения геологического круговорота веществ. Данные устройства рекомендуются сооружать на оросительной и речной сетях с целью управления поверхностным и подземным стоком, выработки электроэнергии, т.е. для водоустойчивого ведения работ путем совершенствования элементов интегрированного управления водными ресурсам.

Список литературы

1. А.С. 990952. Устройство для регулирования дренажного стока / Валуконис Г.Ю., Мурадов Ш.О. // 21 сентября, 1982.
2. А.С. 1491953. Устройство для регулирования дренажного стока / Мурадов Ш.О., Валуконис Г.Ю. и др. // 8 марта, 1989.

3. А.С. 1656053. Устройство для регулирования дренажного стока / Мурадов Ш.О., Валуконис Г.Ю. и др. // 15 февраля, 1991.
4. *Айдаров И.П., Голованов А.И.* Мелиорация земель в России: Научное обоснование, современный подход// Мелиорация и водное хозяйство. Москва, 2005. № 5. С. 22 – 27.
5. *Васанов Р.* Управление водораспределением на ирригационных системах водоснабжения// Материалы международного семинара ИКАРДА. Тараз, 2002. С. 67 – 79.
6. *Веригин Н.Н., Васильев С.В., Куранов Н.П., Саркисян В.С., Шульгин Д.Ф.* Методы прогноза солевого режима грунтов и грунтовых вод / Под ред. Веригина Н.Н. М.: Колос, 1979. 336 с.
7. *Губер К.В.* Конструкция мелиоративных систем многоцелевого использования // ВНИИГиМ РАСХН. М., 2006. С. 281 – 523.
8. *Джалилова Т., Маткаримов Ж.* Изучение влажностного режима почв при двойном регулировании в целях экономии воды в условиях Хорезмского оазиса // O'zbekiston qishloq xo'jaligi. Ташкент, 2008. № 3. С. 38 – 40.
9. *Иброҳимов М., Эичанов Р., Жабборов Х.* Сизот сувларни бошқариш // O'zbekiston qishloq xo'jaligi. Ташкент, 2006. № 9. С. 25 – 26.
10. *Исаев С.* Закбур суви ва субиригация // O'zbekiston qishloq xo'jaligi. Тошкент, 2007. № 6. С. 21.
11. *Исаев С.* Субиригация // O'zbekiston qishloq xo'jaligi. Тошкент, 2007. № 1. С. 12.
12. *Исаев С., Ражабов Т.* Тақирсимон тупроклар шароитида субиригация усулида суғрилганда ғўза ҳосилдорлиги таъсири // O'zbekiston qishloq xo'jaligi. Тошкент, 2008. № 3. С. 11 – 12.
13. *Караджи Ф., Мухамеджанов В., Вышпольский Ф.* Совместное использование поверхностных и грунтовых вод на орошение – стратегия преодоления засоления почв и дефицита воды // Материалы международного семинара ИКАРДА. Тараз: ИЦ «АКВА», 2002. С. 28 – 38.
14. *Каримов А., Мирзаджанов К., Исаев С.* Повышение продуктивности использования водных ресурсов на уровне фермерских хозяйств // Материалы международного семинара ИКАРДА. Тараз: ИЦ «АКВА», 2002. С. 38 – 49.
15. *Койбакова Е.* Оросительные нормы при орошении водой повышенной минерализации // Материалы международного семинара ИКАРДА. Тараз, ИЦ АКВА, 2002. С. 110 – 118.
16. *Крылов М.М.* Основы мелиоративной гидрогеологии Узбекистана. Ташкент, АН РУз, 1959. 236 с.
17. *Маслов Б.С., Станкевич В.С., Черненко В.Я.* Осушительно-увлажнительные системы. М.: Колос, 1981. 280 с.
18. *Налойченко А.О., Мецержакова Л.Д.* Субиригация в аридной зоне // Гидротехника и мелиорация, 1982. № 10. С. 45 – 48.
19. *Пыленок П.И.* Обоснования водооборотных мелиоративных технологий // Сб. науч. трудов ВНИИГиМ РАСХН. Рязань, 2004. С. 148.
20. *Пыленок П.И., Бородычев В.В., Салдаев А.М.* Осушительно-увлажнительная мелиоративная система // Государственное патентное ведомство РФ. Свидетельство № 2233075. 27.07.2004.
21. *Савельев В.Ю.* Экологический менеджмент. М.: Логос, 2001. 126 с.
22. *Сапаров А., Вышпольский Ф.* Технология стабилизации сельско-хозяйственного производства на ирригационных системах неустойчивого водоснабжения // Материалы международного семинара ИКАРДА. Тараз, ИЦ «АКВА», 2002. С. 55 – 66.
23. *Суванов Б., Машаритов Ж.* Ғўзани субиригация усулида суғориш // O'zbekiston qishloq xo'jaligi. Ташкент, 2008. № 12. С. 14.