

5. Tekin Kara and Lyman S. Willardson, 2006. Leaching Requirements to Prevent Soil Salinization. Journal of Applied Sciences, 6: 1481-1489. DOI: 10.3923/jas.2006.1481.1489 <https://scialert.net/abstract/?doi=jas.2006.1481.1489>.
6. Yu I Shirokova, G K Paluashova, F F Sadiev, J P A Lamers and D T Kodirov. (2022) Desalinization of degraded soils by atmospheric precipitation and Biosolvent for saving water resources. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science DOI 10.1088/1755-1315/1112/1/012130.
7. Shirokova, Yu.I. The effectiveness of flushing irrigation / Yu.I. Shirokova, G. Poluashova, K. Razhabov, R. Koshekov // Research in the field of irrigation and drainage, Central Asian International Scientific and Practical Conference dedicated to the 15th anniversary of the establishment of the Interstate Coordinating Water Management Commission of Central Asia (ICWC)", Almaty (Kazakhstan) April 23-28, 2007 http://www.icw-aral.uz/15years/pdf/shirokova_et_all_ru.pdf.
8. Shirokova, Yu.I. Economic and ecological assessment of the effectiveness of washing saline soils with various technologies / Yu.I. Shirokova, G.K. Paluashova, F.F. Sadiev, D.T. Kodirov // Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. – 2023. - № 1(89). - Pp. 7-17.

УДК 631.6

DOI 10.37738/VNIIGIM.2024.88.39.035

ЗНАЧЕНИЕ ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО ПИТАНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ КАК ОСНОВНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

Яшин В.М., кандидат технических наук
ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** На основании натуральных исследований на оросительных системах в Поволжье и анализа опубликованных материалов по другим регионам о развитии орошения в статье представлен подход автора к обоснованию важности значения величины ирригационного питания грунтовых вод, формирующегося на орошаемых землях. Если влияние орошения на почвы, как правило, происходит непосредственно на орошаемой площади, то влияние орошения за счет увеличения инфильтрационного (ирригационного) питания грунтовых вод перераспределяется на иерархических уровнях от локального до бассейнового. Величина ирригационного питания грунтовых вод, являющаяся одновременно потерями оросительной воды, также служит характеристикой технического совершенства гидромелиоративной системы.*

***Ключевые слова:** гидромелиоративная система, орошение, потери, водный режим, зона аэрации, грунтовые воды, ирригационное питание*

THE IMPORTANCE OF INFILTRATION SUPPLY OF GROUNDWATER ON IRRIGATED LANDS AS THE MAIN INDICATOR OF THE IMPACT OF HYDRO-RECLAMATION SYSTEMS ON THE NATURAL ENVIRONMENT

Yashin V.M., Candidate of Technical Sciences
All-Russian Research Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russia

Annotation. Based on field studies on irrigation systems in the Volga region and analysis of published materials on other regions of irrigation development, the article presents the author's approach to substantiating the importance of the value of the irrigation supply of groundwater formed on irrigated lands. If the influence of irrigation on soils, as a rule, occurs directly on the irrigated area, then the influence of irrigation by increasing the infiltration (irrigation) supply of groundwater is redistributed at hierarchical levels from local to basin. The amount of irrigation supply of groundwater, which is at the same time the loss of irrigation water, also serves as a characteristic of the technical perfection of the irrigation system.

Keywords: hydro-reclamation system, irrigation, losses, water regime, aeration zone, groundwater, irrigation nutrition

Введение. Отличительной особенностью воздействия гидромелиоративных систем (ГМС) на окружающую природную среду является практически полный охват компонентов ландшафтов, включая социумы. Изменению подвергаются факторы, формирующие потоки вещества и энергии. В то же время именно потоки (преимущественно водный компонент) являются связующим звеном между компонентами ландшафта, биологическим и геологическим кругооборотами веществ.

Дополнительная подача определенного объема оросительной воды приводит:

- к увеличению общей водной нагрузки на территорию, включая зону активного водообмена;

- к интенсификации миграционных процессов и вовлечению в кругооборот новых компонентов природной среды, находившихся в естественных условиях в состоянии устойчивого равновесия.

Необходимость рассмотрения водного режима определяется еще и тем, что вода, являясь одним из наиболее подвижных компонентов природной среды, служит транспортной системой, перераспределяющей во времени и в пространстве результаты антропогенного воздействия. Если непосредственно мелиоративное воздействие на почву, как объект мелиорации, ограничивается площадью реализации мелиоративных мероприятий (в том числе и орошения), то изменение состояния гидросферы, сопровождаемое вторичными почвенными, геодинамическими, гидрохимическими и биологическими процессами, распространяется на большие территории. Поверхностные и подземные воды, изменив свое геогенное состояние (объемы, минерализация, химический состав различные виды загрязнения и пр.) и режим непосредственно на территории воздействия мелиоративных систем, оказывают влияние на переформирование природно-антропогенных процессов на региональном и бассейновом уровнях.

Объект и методика исследований. В процессе исследований проанализированы опубликованные материалы по формированию инфильтрационного питания грунтовых вод в естественных условиях и на орошаемых землях в различных регионах страны [1-7] и натурные данные водно-балансовых исследований формирования водного режима орошаемых земель при различных способах полива. Комплексные режимно-балансовые исследования влияния орошения на водный режим почв, грунтов зоны аэрации

и режима грунтовых вод проводились в Поволжье на Энгельсской, Кисловской и Палласовской оросительно-обводнительных системах в Заволжье, а также Варваровской оросительной системе на базе Волго-Донского канала.

Результаты и обсуждение. Опыт эксплуатации ГМС показывает, что их воздействие на природную среду может привести и часто приводит к снижению экологической устойчивости агроландшафтов и развитию негативных экологических последствий. Основным фактором, влияющим на изменение природных процессов, является увеличение водной нагрузки на территорию за счет подачи оросительной воды и непроизводительных потерь воды, забираемой из источника, величина которых характеризует эффективность и техническое совершенство гидромелиоративной системы [1]. Потери воды в пределах ГМС формируются из следующих составляющих:

- потерь воды на сбросы, максимальные значения которых (до 20%) достигают на системах с поливом по бороздам [1];

- фильтрационных потерь из каналов различного порядка и временной оросительной сети, которые определяются конструкцией систем, их техническим состоянием и геолого-гидрогеологическими условиями;

- потерь воды на испарение с открытой поверхности каналов (2-3% от расхода канала) и на утечки в сооружениях (2-5%) [1];

- потерь воды на испарение с открытой водной поверхности при поверхностных поливах или из дождевого облака;

- потерь воды за счет инфильтрации ниже активного корнеобитаемого слоя почвы, формирующихся непосредственно на орошаемых полях, которые изменяются в широких пределах в зависимости от природных условий орошаемых земель и применяемых способов орошения и техники полива.

Дополнительная к естественным осадкам подача определенного объема оросительной воды на орошаемых землях приводит к увеличению общей водной нагрузки на территорию и приводит к интенсификации миграционных процессов с вовлечением в кругооборот новых компонентов природной среды (влажность и засоленность пород зоны аэрации, грунтовые воды, гидрохимический режим речной сети и др.), находившихся в естественных условиях в состоянии устойчивого равновесия.

Особо важное значение в изменении природных условий при развитии орошаемого земледелия имеют инфильтрационные потери оросительной воды, которые формируются за счет инфильтрации ниже активного корнеобитаемого слоя почв и грунтов зоны аэрации и совместно с долей атмосферных осадков поступают на уровень грунтовых вод. Инфильтрационные потери оросительной воды совместно с долей фильтрационных потерь из оросительной сети составляют основную приходную статью баланса грунтовых вод – ирригационное питание, которое в условиях недостаточной естественной дренированности вызывает их подъем.

Увеличение инфильтрационного питания грунтовых вод на орошаемых землях по сравнению с богарными землями происходит за счет следующих

особенностей формирования водного режима на орошаемых землях практически при любых способах орошения.

1. При орошении происходит полная трансформация гидрологического режима почвы за счет реализации требования получения высоких урожаев, которое создает необходимое условие поддержания повышенной влажности в корнеобитаемой зоне за счет орошения. В течение вегетационного периода в богарных условиях растениями используется влага из более глубоких горизонтов почвы, сформировавшаяся за счет естественного увлажнения. Следовательно, на орошаемых землях неиспользованная часть естественного увлажнения может расходоваться на нисходящие потоки.

2. Пополнение запасов влаги ниже активного слоя происходит, как правило, за счет поливов в начальный период вегетации, когда корневая система растений слабо сформирована, а поливы проводятся при наличии некоторого количества естественных запасов продуктивной влаги, сформировавшихся в межвегетационный период.

3. Неравномерное распределение поливной нормы по площади орошаемых полей за счет технических характеристик поливной техники или поверхностного стока при наличии микрорельефа приводит к формированию участков повышенного увлажнения почв и пород зоны аэрации и, следовательно, усиленного питания грунтовых вод.

4. Дополнительное увлажнение зоны аэрации возможно за счет осадков, выпадающих вслед за поливами, и технических потерь воды вследствие неисправностей на сети или оросительной техники.

Увеличение величины инфильтрационного питания грунтовых вод по сравнению с естественными условиями происходит неизбежно, при этом величина ирригационного питания определяется применяемыми способами орошения и техникой полива.

Высокие значения ирригационного питания грунтовых вод, достигающие 5000-7000 м³/га и более, наблюдаются на рисовых системах и в зоне выращивания хлопчатника [2]. В сухостепной зоне Заволжья при поливе напуском по широким и длинным полосам значения инфильтрационного питания достигали 1000-2500 м³/га за сезон (таблица 1). Увлажнение зоны аэрации в результате поливов показаны на рисунке 1.

При поливе дождеванием с питанием из открытой сети важную роль играют фильтрационные потери из временных оросителей, доля которых изменяется от 30 до 70 % в ирригационном питании грунтовых вод [2-4].

В условиях орошения дождеванием на закрытой подводящей сети ирригационное питание по данным различных авторов, как правило, находится в пределах от 250-400 м³/га до 1000-1500 м³/га за сезон (таблица), повышение влажности при поливах формируется в верхней части зоны аэрации (рис. 2).

Уменьшение ирригационного питания следует ожидать при использовании капельного орошения за счет существенного снижения оросительных норм [6].

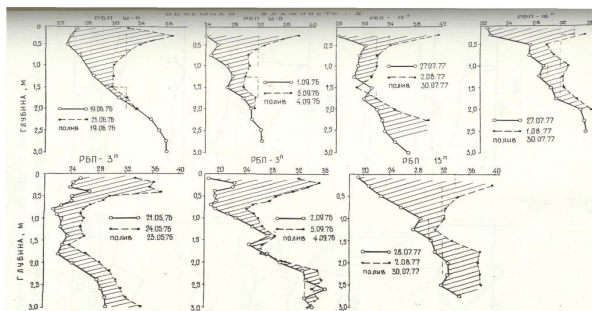


Рисунок 1 – Увлажнение зоны аэрации при поливе по полосам

Таблица 1 – Значения инфильтрационного питания грунтовых вод при различных способах полива

Оросительная система, регион	Способы и техника полива	Оросительная норма, мм	Инфильтрационное питание, мм/год	Авторы
Энгельская оросительно-обводнительная система, Саратовская область	Дождевание	320-560	41-80	Чумакова Л.Н., Мосиенко Н.А.
	Фрегат	300-400	33-155	Яшин В.М.
	ДДА-100М	-	80-100	Шувалов А.Н., Бураков А.А.
	ДДА-100М	88-679	22-54	Челидзе Ю.Б.
Кисловская оросительно-обводнительная система, Волгоградская область	Полив по полосам	300-530	95-246	Яшин В.М.
	ДДА-100М	300-500	140-180	Яшин В.М.
Палласовская оросительно-обводнительная система	«Фрегат»	300-500	25-50	Лялин Ю.С., Яшин В.М.
Центральная Кулунда	Дождевание	-	50-80	Акуленко Н.И.
Керченский полуостров	Дождевание, «Фрегат»	300-500	65-90	Алексеевский В.Е., Химич Д.П.

Увеличение питания грунтовых вод при орошении является наиболее значимой экологической опасностью, т.к. в условиях недостаточной естественной дренированности приводит к их подъему, что показывают многочисленные наблюдения на массивах орошения в различных регионах. Это обуславливает формирования целого шлейфа изменений компонентов природной среды на иерархических уровнях от локального до бассейнового –

деградация почвенного покрова, изменение химического состава и минерализации грунтовых вод, загрязнение, увеличение подземной составляющей стока и ухудшение качества поверхностного стока, диффузное загрязнение поверхностных водных объектов.

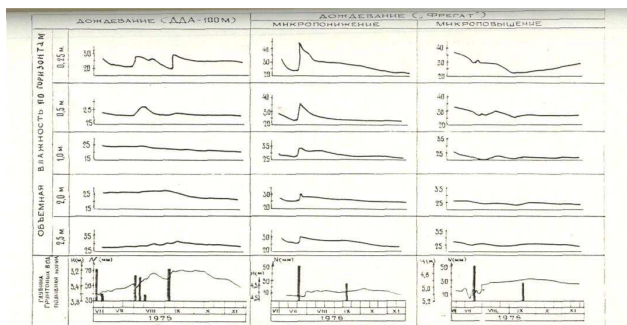


Рисунок 2 –Динамика влажности зоны аэрации по горизонтам при орошении дождеванием

Увеличение подземного стока приводит к подъему грунтовых вод на территориях, находящихся в зоне влияния гидромелиоративных систем, их переувлажнению и подтоплению.

Подъем грунтовых вод выше критических значений в условиях недостаточной естественной дренированности вызывает необходимость строительства дренажа для регулирования уровня грунтовых вод и предупреждения переувлажнения почв и их вторичного засоления.

Особую опасность для экологической ситуации регионов или речных бассейнов в целом представляют сбрасываемые за пределы мелиоративных систем коллекторно-дренажные воды, которые, как правило, характеризуются повышенной минерализацией и наличием токсичных ингредиентов [7].

В заключение следует отметить, что важным результатом мелиоративной деятельности на орошаемых землях, имеющим долгосрочные экологические последствия, является подъем грунтовых вод, который приводит к снижению ассимиляционной емкости ландшафтов. При недостаточной естественной дренированности возникает необходимость строительства искусственной дренажа. Сокращение мощности зоны аэрации, выполняющей функции **экологического демпфера**, приводит к интенсификации миграционных процессов и к существенному уменьшению «времени добегания» загрязнителей в процессе их миграции от источника к стоку.

Именно величина инфильтрационного питания грунтовых вод может рассматриваться в качестве **двухединого показателя**, характеризующего с одной стороны – меру воздействия ГМС на природную среду, а с другой – степень совершенства самой ГМС. Сокращение инфильтрационных потерь оросительной воды является одной из важнейших научных и практических задач

при обосновании и эксплуатации ГМС, т.к. именно здесь имеются значительные резервы экономии водных ресурсов и снижения уровня негативных последствий влияния орошения, как на функционирование почв, так и на экологические условия орошаемых земель и прилегающих территорий в целом.

Список использованных источников

1. Мелиорация и водное хозяйство. 6. Орошение: Справочник / Под ред. Шумакова. - М., Агропромиздат, 1990.
2. Кац, Д.М. Влияние орошения на грунтовые воды / Д.М. Кац. – М.: Колос, 1976. – 272 с.
3. Кац, Д.М. Изменение гидрогеологических условий при орошении в Волгоградском Заволжье / Д.М. Кац, В.М. Яшин // Гидротехника и мелиорация. – 1985. - № 2. - С. 18-24.
4. Яшин, В.М. Методика определения фильтрационных потерь из временных оросителей / В.М. Яшин // Степные просторы. – 1980. - № 1. - С. 37–38.
5. Алексеевский, В.Е. Опыт проведения комплексных исследований на Керченском полуострове. Обзорная информация / В.Е. Алексеевский, Д.П. Химич // (ЦБНТИ Минводхоза СССР). – 1979. - № 3. - 53 с.
6. Бородычев, В.В. Современные технологии капельного орошения овощных культур: научное издание / В.В. Бородычев. - Коломна: ФБГНУ ВНИИ «Радуга», 2010. - 241 с.
7. Конторович, И.И. Утилизация дренажного стока с орошаемых земель: монография / И.И. Конторович. - LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2018. - 201 с.
1. Land reclamation and water management. 6. Irrigation: A reference book / Ed. Shumakova. - M., Agropromizdat, 1990.
2. Katz, D.M. The effect of irrigation on groundwater / D.M. Katz. – M.: Kolos, 1976. – 272 p.
3. Katz, D.M. Change of hydrogeological conditions during irrigation in the Volgograd Volga region / D.M. Katz, V.M. Yashin // Hydraulic engineering and melioration. – 1985. - No. 2. - pp. 18-24.
4. Yashin, V.M. Methodology for determining filtration losses from temporary irrigators / V.M. Yashin // Steppe expanses. - 1980. - No. 1. - pp. 37-38.
5. Alekseevsky, V.E. The experience of conducting comprehensive research on the Kerch Peninsula. Overview information / V.E. Alekseevsky, D.P. Khimich // (Central Research Institute of the Ministry of Water Resources of the USSR). – 1979. - № 3. - 53 p.
6. Borodychev, V.V. Modern technologies of drip irrigation of vegetable crops: scientific publication / V.V. Borodychev. Kolomna: FBGNU Research Institute "Raduga", 2010. - 241 p.
7. Kontorovich, I.I. Utilization of drainage runoff from irrigated lands: monograph / I.I. Kontorovich. - LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2018. - 201 p.