

Список использованных источников

1. Кизинек, С.В. Эффективность применения фосфогипса как комплексного удобрения в рисовых севооборотах на лугово-черноземных почвах / С.В. Кизинек, А.Х. Шеуджен, М.Ю. Локтионов // XXI: итоги прошлого и проблемы настоящего. Сер.: экология. – 2012. - № 02(06). – С. 272-278.
2. Куркаев, В.Т. Агрохимия / В.Т. Куркаев, А.Х. Шеуджен. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2000. – 552 с.
3. Локтионов, М.Ю. Агроэкологическая эффективность применения нейтрализованного фосфогипса при возделывании риса / М.Ю. Локтионов, Н.И. Аканова // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2015. - №1. - С. 26-31.
4. Научно-практические рекомендации по применению фосфогипса нейтрализованного в качестве химического мелиоранта и серного удобрения / Р.Ф. Байбеков [и др.]. – М.: ВНИИА, 2012. – 56 с.
5. Система рисоводства Краснодарского края / под общ. ред. Е.М. Харитонова. – Краснодар: ВНИИ риса, 2011. – 316 с.
6. Шеуджен, А.Х. Агрохимия фосфогипса в рисовом агроценозе / А.Х. Шеуджен, С.В. Гаркуша, Т.Н. Бондарева, Н.М. Кремзин, П.Н. Хачмамук. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2021. – 156 с.

References

1. Kizinek, S.V. The effectiveness of phosphogypsum application as a complex fertilizer in rice crop rotations on meadow-chernozem soils / S.V. Kizinek, A.H. Sheudzhen, M.Yu. Loktionov // XXI: results of the past and problems of the present. Ser.: ecology. – 2012. - № 02(06). – Pp. 272-278.
2. Kurkaev, V.T. Agrochemistry / V.T. Kurkaev, A.H. Sheudzhen. – Maykop: GURIPPE "Adygea", 2000. -552 p.
3. Loktionov, M.Yu. Agroecological effectiveness of the use of neutralized phosphogypsum in rice cultivation / M.Yu. Loktionov, N.I. Akanova // International Agricultural Journal. - 2015. - No.1. - pp. 26-31.
4. Scientific and practical recommendations on the use of neutralized phosphogypsum as a chemical meliorant and sulfur fertilizer / R.F. Baibekov [et al.]. – М.: VNIIA, 2012. – 56 p.
5. The rice growing system of the Krasnodar Territory / under the general editorship of E.M. Kharitonov. – Krasnodar: Research Institute of Rice, 2011. – 316 p.
6. Sheudzhen, A.H. Agrochemistry of phosphogypsum in rice agrocenosis / A.H. Sheudzhen, S.V. Garkusha, T.N. Bondareva, N.M. Kremzin, P.N. Khachmamuk. – Maikop: JSC "Polygraph-YUG", 2021. – 156 p.

УДК 631.6

DOI 10.37738/VNIIGIM.2024.58.11.034

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ РЕГУЛИРОВАНИЯ СОЛЕВОГО РЕЖИМА ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ ПРИ ЭКОНОМНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОДЫ

Широкова Ю.И., кандидат сельскохозяйственных наук

Палуашова Г.К., кандидат технических наук

Садиев Ф.Ф., кандидат технических науки

Уразкелдиев А.Б., кандидат сельскохозяйственных наук

Кадилов Д.Т., аспирант

НИИ ирригации и водных проблем, г. Ташкент, Узбекистан

Аннотация. В статье представлены зарубежные подходы к регулированию солевого режима почв. Для условий Сырдарьинской области Узбекистана приведены экспериментальные данные авторов по выщелачиванию солей из засоленных почв слоем воды

в чеках и альтернативные технологии рассоления почв, с более экономным использованием воды.

Ключевые слова: водные ресурсы, засоление почв, регулирование солевого режима, промывка

ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF TECHNOLOGIES FOR REGULATION OF SALT REGIME OF IRRIGATED SOILS UNDER ECONOMICAL USING OF WATER

Shirokova Y.I., Candidate of Agricultural Sciences

Paluashova G.K., Candidate of Technical Sciences

Sadiev F.F., Candidate of Technical Sciences

Uraskeldiev A.B., Candidate of Agricultural Sciences

Kadirov D.T., postgraduate student

Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems, Tashkent, Uzbekistan

***Abstract.** The article presents foreign approaches to regulation of soil salt regime. For conditions of Syrdarya province of Uzbekistan experimental data of authors on salt leaching from saline soils by layer of water in checks and alternative technologies of soil desalinisation, with more economical using of water are given.*

***Key words:** water resources, soil salinisation, salt management, leaching*

ВВЕДЕНИЕ. К современным и будущим проблемам и вызовам, связанным с засолением сельскохозяйственных земель в Республике Узбекистан, относится, в первую очередь, дефицит водных ресурсов. Из 46 млрд. м³ потребляемой воды, лишь 12 % поступает из собственных источников. В сельском хозяйстве для орошения используется 90% водных ресурсов. В контексте изменения климата и интенсивного прироста населения требуется адаптация технологий использования воды к возможному нарастанию дефицита водных ресурсов: переход на водосберегающие технологии, как при орошении, так и для мероприятий по поддержанию солевого режима почв.

По данным Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан на 01.01 2022 г. площади засоленных земель в Узбекистане составляли 1908,2 тыс. га, или 44,2% от орошаемой территории. При этом площади земель со средней и сильной степени засоления составляли 584,5 тыс. га, или 30,6% от засоленных.

Как известно засоление почв, снижает продуктивность орошаемых земель. На поддержание благоприятного солевого режима для выращивания сельскохозяйственных культур на подверженных засолению землях требуются большие затраты воды (весенняя промывка - влагозарядка до посева культур, частые поливы культур в период вегетации). Кроме того, для успешной промывки земель со средней и сильной степенью засоления в зимне-весенний период требуется восстановление дренажных систем. В отдельных областях Узбекистана (Сырдарьинская, Бухарская, Хорезмская) и в Республике Каракалпакстан, где засоление почв наиболее распространено, для промывки

земель в зимне-весенний период ежегодно (по лимитам министерства водного хозяйства Республики) выделяется объем воды, составляющий более 25% от годового водозабора.

Обзор зарубежных подходов к рассоению почв. В международной теории и практике основным способом борьбы с засолением почвы признано регулирование солевого режима выщелачиванием солей из почвы в период вегетационных поливов сельскохозяйственных культур путём добавления объёма воды, сверх потребности растений.

В соответствии с западными подходами к регулированию засоленности почвы «Уровни засоления сельскохозяйственных земель обычно контролируются путем поддержания некоторого нисходящего движения воды и солей из корневой зоны в почву под ними. Избыток воды, превышающий потребности растений, должен поступать в почву для создания этого чистого нисходящего потока. Конструкция установленной дренажной системы должна быть такой, чтобы поддерживать положение уровня грунтовых вод на глубине, обеспечивающей необходимую потенциальную способность отвода избыточных поливных и промывных вод. Уровень засоленности почвы зависит от чистой глубины просачивания, концентрации солей в поливной воде и относительной величины подъема капиллярной воды из-под почвы между поливами» [5].

Этот подход описан в ряде зарубежных работ [1-5], он широко применяется в моделировании и достаточно ясно изложен в работе [4] «...постоянный контроль засоленности почвы и недопущение ее превышения является ключевым мероприятием и необходимым условием устойчивого использования засоленных почв и солоноватых вод. Выщелачивание солей из корнеобитаемого слоя почвы за счет избытка почвенной воды, просачивающейся в глубокие и не корнеобитаемые слои подпочвы, является основным мероприятием по управлению засоленным растениеводством. Задачей профессионального управления орошением является определение количества воды, необходимого для получения экономического урожая, и контроль засоленности почвы на уровне конкретной культуры и урожая. В связи с этим возникает необходимость количественного определения потребности в воде для вымывания солей из корнеобитаемого слоя ($LR = \text{leaching requirement}$), которая выражается в виде доли ($LF = \text{leaching fraction}$: $LF = \text{water leached [mm]}/\text{water applied [mm]}$) от потребности в воде для культуры (CWR в мм), определенной для незасоленных условий, и определяется по следующему уравнению:

$$LR = LF = EC_i / EC_{dw} = W_{dr} / W_i$$

где: EC_i = ЕС оросительной воды, дС/м;

EC_{dw} = ЕС дренажной (перколяционной, фильтрующей) воды, дС/м;

W_i поданная оросительная вода в мм;

W_{dr} = просочившаяся дренажная вода в мм.

В представленном подходе учитывается ЕС_i применяемой оросительной воды - величина, которая должна быть доступна, и ЕС_{dw} дренажной воды, которая может быть принята в зависимости от солеустойчивости культуры» [4]

В работе [2] профессор А. Хамди (А. Hamdy) указывает, что «не существует единого способа управления засолением, особенно на орошаемых землях, несколько методов можно объединить в интегрированную систему, которая работает удовлетворительно». Автор систематизировал методы в следующем порядке.

Гидравлическое управление (потребность и частота выщелачивания/ промывки, система и частота орошения, система, и параметры дренажа, чередование, смешивание водных ресурсов).

Физический менеджмент (планировка земли, обработка почвы, подготовка земли, глубокая вспашка, формирование посевного ложа, посадочные ресурсы, пескование, физическое удаление солевых отложений).

Химический менеджмент (поправки, улучшение структуры почвы, плодородие, минеральные удобрения).

Биологический менеджмент (органические и зеленые удобрения, культуры в севообороте, мульчирование).

Управление персоналом.

Социально-экономические аспекты.

Экологические аспекты.

Политика.

Автор считает, что участие фермеров в планировании и управлении мероприятий является ключевым моментом, ведущим к успеху и/или провалу проектов по регулированию засоления почв, в условиях использования соленых вод.

Промывка почв затоплением, в принятом ФАО подходе ученых [1], рекомендуется только при освоении земель. Типичные методы, применяемые на этапах освоения, включают выравнивание земли до заданного уклона, установление адекватного дренажа (закрытые или открытые дрены), глубокую вспашку или рыхление для физического изменения профиля почвы, а также выщелачивание для уменьшения чрезмерного засоления.

По рекомендациям автора, мелиоративную промывку слоем воды (затоплением), целесообразно проводить только если засоление верхней корневой зоны намного превышает ЕС_e, 10–12 dS/m. В этом документе ФАО [1] выражено преимущество поступления воды в ненасыщенную почву. Это касается прерывистости затопления (тактами) или применения дождевания. «Эффективность увеличивается, если просачивающаяся вода движется медленнее (ненасыщенный поток) и иногда ей дают возможность стекать, как это происходит при прерывистом выщелачивании. При непрерывном затоплении, большая часть выщелачивающей воды проходит через более крупные поры почвы и обходит более мелкие поры. Поэтому соли, попавшие в эти более мелкие поры, удаляются с более медленной скоростью на единицу внесенной воды. Как правило, при непрерывном затоплении 70–80% изначально присутствующих

растворимых солей, будут удалены слоем воды, равным слою промываемого грунта. Спринклеры (дождеватели) подают воду с относительно медленной скоростью и очень эффективно выщелачивают соли. При использовании спринклеров или периодического затопления, около 80–90% солей, изначально присутствующих в почве, будут удалены при слое подачи воды, равной слою восстанавливаемой почвы, но для завершения выщелачивания потребуются больше времени» [1, раздел 2.4.6].

Отечественная практика и результаты исследований по рассолению почв.

По предыдущим представлениям, и в существующей практике ведения сельского хозяйства на подверженных засолению землях в Узбекистане управление солевым режимом носит внутригодовой, циклический характер. В зимне-ранневесенний период года проводят массовые промывки земель, совмещённые с влагозарядкой. Для почв с сильной степенью засоления при обеспечении водоотведения учеными рекомендовано проводить промывку засоленных земель затоплением, по небольшим чекам (максимум 50x50 м), с подачей воды отдельно в каждый чек.

На основании опытов и расчетов САНИИРИ обосновано, что нормы промывки нетто для среднесуглинистых почв составляют: для сильнозасоленных почв 5,0...6,0 тыс. м³/га, для среднезасоленных - 3,0...4,0 тыс. м³/га, для слабозасоленных - 2,0...2,5 тыс. м³/га. Разумеется это ориентировочные цифры и в каждом конкретном случае солеотдача почв будет влиять на увеличение или снижение этих норм. В настоящее время в стране проводятся мероприятия по водосбережению в сельскохозяйственной секторе, переходу на капельное орошение и другие технологии рационального использования воды. В этой связи мероприятия по поддержанию солевого режима также требуют усиленного внимания по поиску и внедрению менее водозатратных методов мелиорации засоленных земель.

Исходя из вышеизложенного, в течение нескольких лет в Лаборатории почвенных исследований и мелиоративных процессов НИИИВП проводятся исследования по водосберегающим технологиям поддержания солевого режима орошаемых почв [6,8]. Описание и результаты этих исследований представлены в таблице 1.

Исходя из закономерностей выщелачивания солей из почвы экспериментально установлено, что солеотдача одних и тех же почв (и удельные затраты воды на единицу снижения засоления) в значительной степени зависит от исходной степени засоления почвы. По опытным данным авторов при промывке по чекам [7] удельные затраты воды на единицу выщелачивания солей возрастают по мере снижения исходного засоления почвы.

Так, по данным указанного исследования [7], они составляют: при сильной степени засоления почвы (более 16 dS/m) 480-500 м³/га на 1 dS/m засоления, при средней степени засоления (8 dS/m) - 800-1000, а при исходно слабой степени засоления почвы (4 dS/m) - 2000-2500 м³/га.

Таблица 1 - Оценка эффективности мероприятий по рассолению почвы (экспериментальные данные авторов)

Характеристика почв	Метод регулирования солевого режима	№ и описание метода/технологии	Показатели эффективности				
			Снижение засоленности почвы ЕСе (dS/m)	Затраты воды на рассоление почвы, тыс. м ³ /га	Удельные затраты воды м ³ на 1 dS/m	Экономия оросительной воды, (% от 1)	Прибавка урожая, % потенциальная (факт)
Сильно и средне засоленные	Промыв-ка по чекам - базовый	1 Наполнение чеков слоем воды и вытеснение солей	4,3 (8,3 -4,0)	4,0	930	0	27
	То же, с применением Биосолвента	2.То же, с опрыскиванием почвы перед заливкой воды	3,0 (8,5-5,5)	2,0	667	28	13
Средне и слабо засоленные	Промывка по бороздам, совмещённая с влагозарядкой	3. Легкие почвы промывка 2 тактами, с чередованием борозд	3,3 (5,1-1,7)	1,75	530	43	14
		4. Плотные почвы (рыхлёные и с Биосолвентом) -1 такт	2,4 (10,2-7,8)	1,4	583	37	15
	В период вегетации хлопчатника, при поливе по бороздам	5.Встречный полив на малоуклонных землях	Прирост за вегетацию 0,1 dS/m	0 (всг. полив)	0	100	36
		6. Обработка борозд препаратом Биосолвент, перед вегетационным поливом хлопчатника	2,8 (6,1-3,3) снижение за вегетацию за счет промывного режима	0 дополнительно (всг. полив)	0	100	22
Детраированные внутри орошенных массивов, сильно засоленные	Опреснение осадками сильно засоленной и уплотненной почвы	7,8. Рыхление почвы осенью + Биосолвент	1 год 6,6 (11,9 – 5,3)	0 (302 мм осадков)	0	100	41
			2 год 3,9 (9,0 -5,1)	0 (174 мм осадков)	0	100	24

Учитывая, дефицит водных ресурсов было проведено исследование по промывке почв заброшенных сильнозасоленных земель при подаче воды по чекам 2000 м³/га. Промывка не обеспечила полноценное вытеснение солей за счет: очень высокого засоления почвы, недостаточной планировки поля, низкой инфильтрации и не работающего дренажа. Однако было выяснено, что при опрыскивании рыхлённой почвы 10% раствором препарата Биосолвент, усиливающего выщелачивание солей, с осадками (194 мм) произошло опреснение почвы, аналогичное промывке по чекам. Этот опыт был повторен в 2021-23 гг. [6]. Кроме того, были исследованы различные варианты технологии рассоления почв при различных степенях исходного засоления почв[8]. В таблице приведены результаты сопоставления различных технологий рассоления почвы (слой 0...70 см) и выполнены анализы по экономии воды, потенциальной и фактической прибавкам урожая хлопчатника.

Все изученные технологии рассоления почвы сопоставляются с базовым вариантом «промывка по чекам» (1). Данные по отдельным опытам, различаются по исходному засолению почвы, количеству воды, технологии её подачи и результатам рассоления почвы. Эффективность рассоляющих мероприятий оценивается по удельным затратам воды для снижения засоления почв, экономии оросительной воды и потенциальной (или фактической) прибавке урожая хлопчатника.

Из таблицы видно, что по сравнению промывкой по чекам, наибольшую экономию воды и прибавку урожая дают две технологии «управления солевым режимом в вегетацию»: 5 - встречный полив по бороздам и 6 - полив с применением препарата Биосолвента, усилителя выщелачивания солей. Оба эти варианта обеспечивают благоприятный солевой режим почвы, не затрачивая дополнительных объёмов воды для выщелачивания солей. Встречный полив обеспечивает равномерность солевого фона и снижает сезонную аккумуляцию солей на поле. Применение Биосолвента при вегетационном поливе по бороздам создаёт промывной режим орошения практически без дополнительных затрат воды, только за счёт усиления процесса выщелачивания солей. Фактические прибавки урожая хлопчатника в этих технологиях составляют: 36% - на встречном поливе и 22% - в опыте с Биосолвентом.

Биосолвент - это отечественный доступный для использования препарат, создан в Академии наук Узбекистана на основе органической кислоты. Препарат является аналогом зарубежного химического препарата Сперсал, также ранее испытанного в Узбекистане. Технология его применения в период вегетации хлопчатника для снижения засоления почв (и потерь урожая), является своего рода «ноу-хау» для создания промывного режима орошения на засоленных почвах фактически без дополнительных затрат на воду.

Большая перспектива экономии воды подтверждена двухлетними исследованиями по возможности опреснения почв атмосферными осадками при одновременном глубоком рыхлении почв и применении Биосолвента [7,8]. В зависимости от количества, выпавших атмосферных осадков опреснение почв составило: 6,6 dS/m при 302 мм осадков и 3,9 dS/m, при 174 мм. Малозатратная

технология использования атмосферных осадков по фону глубокого рыхления, является перспективной для опреснения почв при дефиците водных ресурсов.

Сопоставление промывки по чекам и по бороздам позволяет сделать следующее заключение:

1. Если достаточно воды и обеспечено водоотведение промывных вод, то проведение промывки сильнозасоленных почв по чекам предпочтительнее (вариант-1); при дефиците водных ресурсов или невозможности обеспечения оттока промывных вод промывка земель малым объёмом воды ($2000 \text{ м}^3/\text{га}$), которая лишь заполняют зону аэрации и не приводит к вытеснению солей менее эффективна, чем промывка с подачей воды в 2-3 такта по бороздам.

2. Если воды недостаточно, то за счёт усиления выщелачивания солей Биосолвентом водоподачу можно сократить примерно на 30%, но при этом рассоление почвы будет меньше, как и прибавка урожая (вариант-2).

3. Если почвы легкие по мехсоставу, то промывка по бороздам в 2 такта с чередованием борозд может обеспечить экономию воды до 48% (вариант-3) прибавка урожая составит 14% за счёт толерантности хлопчатника к солям.

4. Промывка плотных средnezасоленных почв по бороздам с применением глубокого рыхления и Биосолвента на почвах с низкой солеотдачей (опыт 5) оказалась недостаточно эффективной по рассолению почвы. Объёмная масса почв в верхнем горизонте превышает $1,7 \text{ г}/\text{см}^3$, а в нижнем полуметре - $1,5 \text{ г}/\text{см}^3$. При подаче воды $1400 \text{ м}^3/\text{га}$ засоление почвы снизилось всего на $2,4 \text{ dS}/\text{m}$ (с $10,2$ до $7,8 \text{ dS}/\text{m}$). Причины: относительно высокая исходная степень засоления почвы, а также «прокатывание» воды по ложу борозды (при проверке влияния рыхления на инфильтрацию воды изменения в данном типе почв были незначительными). Вариант показал экономию воды - 51%, но малую потенциальную прибавку урожайности хлопчатника - 19%. Однако было достигнуто снижение содержания токсичных солей в почве до 60%. В этих условиях возможно надо было бы проводить промывку по чекам с использованием глубокого рыхления и Биосолвента, так как при промывке по бороздам оказалось недостаточно гидравлического напора для вытеснения солей.

5. Приведенные материалы могут служить ориентиром для выбора технологии регулирования солевого режима почвы в различных условиях и ситуациях, с учетом степени засоления почвы, нехватки воды, уплотнения почвы, отсутствия дренажа и др.

В условиях неизбежного перехода на экономное использование ограниченных водных ресурсов как для орошения, так и для мелиорации засоленных земель, изучение международных подходов к управлению солевым режимом орошаемых почв в сочетании с анализом экспериментальных данных, проведённых в конкретных местных условиях с применением разных технологий опреснения почвы, позволяет шире взглянуть на проблему.

Необходимо обоснованно выбирать меры поддержания солевого режима почвы, исходя их экономических и ресурсных возможностей. Также наиважнейшим фактором является наличие информации о степени засоления

почвы и ее физических свойствах (инфильтрация, плотность сложения, наличие гипсовых слоёв) на конкретном поле. Несмотря на многие новейшие достижения, препараты и технологии вода является главным ресурсом и без неё в аридной зоне невозможно вести сельское хозяйство, в том числе и мелиоративные работы по снижению засоления почв.

Список использованных источников

1. Ayers, R.S. and Westcott, D.W. (1989) Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1, Rome. M-56 ISBN 92-5-102263-1 <https://www.fao.org/3/t0234e/T0234E00.htm>.
2. Hamdy A. Saline irrigation management for a sustainable use. In: Katerji N. (ed.), Hamdy A. (ed.), van Hoorn I.W. (ed.), Mastrorilli M. (ed.). Mediterranean crop responses to water and soil salinity: Eco-physiological and agronomic analyses. Bari: CIHEAM, 2002. p. 185-230. (Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches; n. 36). <http://om.ciheam.org/om/pdf/b36/05002178.pdf>.
3. Oster, J.D., 1994. "Irrigation with poor quality water," Agricultural Water Management, Elsevier, vol. 25(3), pages 271-297, July. <https://ideas.repec.org/a/eee/agiwat/v25y1994i3p271-297.html>.
4. Schleiff, Uwe. (2005). Research Aspects for Crop Salt Tolerance under Irrigation with Special Reference to Root Environment. Landbauforschung Volkenrode. FAL-TI. 83-94. https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dk036250.pdf.
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 Sadiyev, J P A Lamers and D T Kodirov. (2022) Desalination 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. Широкова, Ю.И. Эффективность промывных поливов / Ю.И. Широкова, Г. Полуашова, К. Ражабов, Р. Кошкев // Исследования в сфере ирригации и дренажа, Центральноазиатская международная научно-практическая конференция, посвященная 15-летию со дня создания Межгосударственной координационной Водохозяйственной Комиссии Центральной Азии (МКВК)», Алматы (Казахстан) 23-28 апреля 2007 г. http://www.icw-araal.uz/15years/pdf/shirokova_et_all_ru.pdf.
8. Широкова, Ю.И. Экономическая и экологическая оценка эффективности промывки засоленных почв при различных технологиях / Ю.И. Широкова, Г.К. Палуашова, Ф.Ф. Садиев, Д.Т. Кодиров // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2023. - № 1(89). - С. 7-17.

References

1. Ayers, R.S. and Westcott, D.W. (1989) Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1, Rome. M-56 ISBN 92-5-102263-1 <https://www.fao.org/3/t0234e/T0234E00.htm>.
2. Hamdy A. Saline irrigation management for a sustainable use. In : Katerji N. (ed.), Hamdy A. (ed.), van Hoorn I.W. (ed.), Mastrorilli M. (ed.). Mediterranean crop responses to water and soil salinity: Eco-physiological and agronomic analyses. Bari: CIHEAM, 2002. p. 185-230. (Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches; n. 36). <http://om.ciheam.org/om/pdf/b36/05002178.pdf>.
3. Oster, J.D., 1994. "Irrigation with poor quality water," Agricultural Water Management, Elsevier, vol. 25(3), pages 271-297, July. <https://ideas.repec.org/a/eee/agiwat/v25y1994i3p271-297.html>.
4. Schleiff, Uwe. (2005). Research Aspects for Crop Salt Tolerance under Irrigation with Special Reference to Root Environment. Landbauforschung Volkenrode. FAL-TI. 83-94. https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dk036250.pdf.

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