

УДК 631.671:631.43:556.01

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕКОНСТРУКЦИИ  
ЗАСОЛЕННЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ НАРУШЕННЫХ ПОЧВ В  
СИСТЕМЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Доктор техн. наук Ж.С. Мустафаев

Канд. техн. наук А.А. Сагаев

Г. Калменова

*На основе законов Природы разработаны новые научные концепции экологически безопасной реконструкции засоленных и техногенных нарушенных почв в системе природопользования.*

Общая площадь, пригодная для орошения в Казахстане составляет 57,547 млн га, из них не требующих мелиорации – 5,403 млн га, требующих средней мелиорации – 10,638, очень сложной мелиорации – 8,79 млн га и условно годные – 32,716 млн га.

Площадь луговых и лугово-сероземных почв, распространенных в речных долинах Казахстана составляют около 1308 тыс. га, пойменных луговых – 629,9 тыс. га, лугово-болотных и болотных – 553,6 тыс. га и луговых и лугово-сероземных засоленных – 2096 тыс. га.

При освоении засоленных почв усиливается геологический круговорот, то есть включается в геохимические процессы ( $\Delta S = S_n - S_{дон}$ , где  $S_n$  – содержание солей в почвенном слое, т/га;  $S_{дон}$  – допустимое содержание солей в почвенном слое для возделывания сельскохозяйственных культур, т/га;  $\Delta S$  – количество солей участвующих в геологическом круговороте, т/га) 145,5 млн т солей, захороненных в почвогрунтах и не участвующих в активном круговороте.

На фоне этих сложных гидрогеохимических условий на территории Казахстана, в связи с обмелением Аральского моря, с его осушенного дна, площадь которого около 35 тыс. км<sup>2</sup>, по расчетом А.А. Турсунова в атмосферу региона поступает в среднем суммарная масса песка, солей и тонкодисперсной пыли 185 млн т в год. В этих условиях Центральная Азия, согласно мнению академика М. Салахетдинова, испытывает двойное опустынивание: одно наступает со стороны высохшего дна Аральского моря, откуда выдуваются ветром и выносятся на орошаемые земли ядовитые соли и тонкодисперсная пыль; второе – происходит на самих орошаемых землях за счет подъема уровня грунтовых вод и вторичного засоления почв.

Таким образом, освоение или реконструкция засоленных и вторичных засоленных земель для создания адаптивных агроландшафтов является мощным фактором воздействия на природную среду, что по своей

силе соизмеримо с геологическими факторами. По существу, под их влиянием в природной системе формируются новые нарушенные природно-техногенные системы, оказывающие сложные воздействия на их экологическое состояние (см. табл. 1).

Таблица 1

Интенсивность выноса веществ и их влияния на экологическое состояние природной системы

Показатель	Категория почвы			
	слабо засоленные	средне засоленные	сильно засоленные	очень сильно засоленные
Площадь ( $F$ ), тыс. га	1000	350	500	150
Содержание солей в почве ( $S_n$ ), т/га	45...75	75...105	105...150	>150
Допустимое содержание солей в почве ( $S_{дон}$ ), т/га	45	45	45	45
$\Delta S = S_n - S_{дон}$	0...30	30...75	75...105	>105
Промывная норма нетто ( $N$ ), м <sup>3</sup> /га	5000	8000	14000	18000
Промывная норма брутто ( $N$ ), м <sup>3</sup> /га	8000	11000	17000	21000
$C_n = 1000 \cdot \Delta S / N$	6,0	6,5	6,4	5,8
$Q$ , м <sup>3</sup> /с	200	200	200	200
Продолжительность промывки ( $t$ ), сут.	120	120	120	120
$V_n = N \cdot F / t \cdot Q$	2,40	1,35	3,37	1,30
$\Delta W$ , м <sup>3</sup> /га	1000	1000	1000	1000
$E$ , м <sup>3</sup> /га	2000	2000	2000	2000
$q_n = (N - \Delta W - E) / N$	0,63	0,73	0,82	0,86
$\Delta \mathcal{E} \approx 1 - \exp(-q_n \cdot C_n \cdot V_n)$	0,999	0,998	0,999	0,998

Экологическое состояние природной системы ( $\Delta \mathcal{E}$ ) в районах промывки засоленных почв, предлагается оценивать по следующей формуле [1, 6]:

$$\Delta \mathcal{E} \approx 1 - \exp(-q_n \cdot C_n \cdot V_n),$$

где  $C_n$  – минерализация дренажного или фильтрационного стока ( $C_n = 1000 \cdot \Delta S / N$ ), г/л;  $V_n$  – доля объема транзитных вод, сбрасываемых в реку в процессе промывки ( $V_n = N \cdot F / t \cdot Q$ );  $q_n$  – доля объема промывных норм, поступающих из коллекторно-дренажной системы или грунтовых вод ( $q_n = (N - \Delta W - E) / N$ );  $N$  – промывная норма, м<sup>3</sup>/га;

$F$  – площадь засоленных земель подлежащих промывке, га;  $Q$  – расход реки, м<sup>3</sup>/га;  $t$  – продолжительность промывки, сутки;  $\Delta W$  – объем промывных норм аккумулирующихся в почвенном слое, м<sup>3</sup>/га;  $E$  – потери промывных норм на испарение во время промывки, м<sup>3</sup>/га.

Как видно в табл. 1, при промывке засоленных земель повышенный водообмен в зоне аэрации способствует усилению интенсивности выноса веществ, ионов, элементов и солей из малого биологического круговорота в большой геологический способствующий нарушению экологического равновесия в природных системах. Поступление солей в большой геологической круговорот происходит главным образом за счет инфильтрационных промывных вод и растворенных веществ, поступающих в грунтовые воды или водоисточников из биологического круговорота, в результате в природной системе происходит резкое ухудшение экологической обстановки, так как параметр ( $\Delta \Theta$ ) изменяются от 0 до 1, возрастание коэффициента свидетельствует об ухудшении ситуации [7].

Функционирование гидрогеохимической системы при промывке протекает в циклах большого геологического круговорота и в этих условиях развиваются негативные явления, так как формируются условия почвообразования, типичные для болота (табл. 2).

Таблица 2

Изменение среднемноголетних составляющих водного баланса в условиях промывки засоленных почв

Показатель	Условия функционирования	Категория орошаемых почв		
		средне засоленные	сильно засоленные	очень сильно засоленные
Осадки ( $O_c$ ), мм	-	150	150	150
Оросительная норма ( $O_p$ ), мм	-	900	900	900
Промывная норма ( $N$ ), мм	-	1100	1700	2100
Радиационный баланс деятельной поверхности ( $R$ ), кДж/см <sup>2</sup> год	Природные	230	230	230
	Орошение	243	243	243
	Промывки	243	243	243
Показатель гидротермического режима $\bar{R} = R / L(O_c + N + O_p)$	Природные		2,20...4,00	
	Орошение	0,68	0,68	0,68
Суммарное испарение ( $E$ ), мм	Природные		150	
	Орошение	1000	1000	1000
	Промывки	1100	1100	1100
Поверхностный сток ( $\bar{O}$ ), мм	Природные	0,00	0,00	0,00
	Орошение	100,0	100,0	100,0
	Промывки	100,0	100,0	100,0

Показатель	Условия функционирования	Категория орошаемых почв		
		средне засоленные	сильно засоленные	очень сильно засоленные
Подземный сток ( $\underline{Q}$ ), мм	Природные	0,00	0,00	0,00
	Орошение	110,0	110,0	110,0
	Промывки	110,0	110,0	110,0
Нисходящий поток $g = O_p - E = N - E$ , мм	Природные	0,00	0,00	0,00
	Орошение	110,0	110,0	110,0
	Промывки	110,0	110,0	110,0
Объем впитавшейся в почву воды $B_n = O_p - \bar{O} = N - \bar{O}$ , мм	Природные	0,00	0,00	0,00
	Орошение	950,0	950,0	950,0
	Промывки	800,0	1400,0	1800,0
Объем инфильтрационных вод $D$ , мм	Природные	0,00	0,00	0,00
	Орошение	110,0	110,0	110,0
	Промывки	800,0	1400,0	1800,0
Турбулентный поток тепла ( $P$ ), кДж/см <sup>2</sup> год	-	167,0	167,0	167,0
Показатель использования радиации на испарение ( $P/LE = P/LN$ )	Природные	4,40	4,40	4,40
	Орошение	0,41	0,41	0,41
	Промывки	0,38	0,38	0,38

Закономерные ритмические изменения всех указанных факторов создали естественную общую благоприятную экологическую обстановку в природной системе, то есть годы периодически влажные и сухие способствовали формированию в определенном географическом масштабе самоорганизующуюся экологическую систему. Так как, в природных ритмах заложено важное свойство – стремление каждого показателя вернуться к прежнему состоянию, что, и создает динамическое равновесие гидрогеохимической системы. Однако, орошение и промывка засоленных земель (табл. 2) вызывает глубокое изменение компонентов природных систем, так как сильно увеличивается объем впитавшейся воды в почву, что требует необходимости установить допустимые пределы отклонений их от природных ритмов.

При промывке засоленных почв возникают в основном два типа экологических проблем, то есть, во-первых, сохранить направленность почвообразовательного процесса, во-вторых, при утилизации коллекторно-дренажных вод обеспечить экологическую устойчивость геосистемы.

Сложность и разнообразие природных условий формирования засоленных почв требует необходимости надежного обоснования технологии их промывки в экологическом аспекте. Как известно, на практике промывка засоленных почв требует большого объема воды, которая осуществляется с «жестким» принципом управления природой с высокой интенсивностью подачи воды за короткой промежуток времени, зачастую сопровождаясь нежелательным характером изменения природной среды. «Жесткое» техническое управление природными процессами чревато цеп-

ными природными реакциями, значительная часть которых оказывается экологически, социально и экономически неприемлемыми в длительном интервале времени. Действительно правила «жесткого» управления при промывке засоленных почв, прежде всего связано с грубым «хирургическим» вмешательством в жизнь природных систем, что вызывает действие закона внутреннего динамического равновесия и значительное увеличение энергетических затрат на поддержание природных процессов в равновесии. Так как, любое местное преобразование природы, к которым относиться промывка засоленных почв вызывает в глобальной совокупности биосферы и в ее отдельных звенья ответные реакции, приводящие к относительной неизменности эколого-экономического потенциала, увеличение которого возможно лишь путем значительного возрастания энергетических и материальных вложений.

Поэтому, при промывке засоленных почв нельзя переходить некоторые пределы, позволяющие природным системам сохранить свойство самоподдержания, то есть самоорганизации и саморегуляции. В природе процесс самоподдержания и саморегуляции поддерживается двумя механизмами – соотношением экологических компонентов внутри системы и взаимодействием подсистем, что полностью временно нарушается при промывке засоленных почв. Так как несоответствие «целей» естественно-системной регуляции и целей промывки ориентированные по принципу «жесткого» управление природными процессами может привести к деструкции природного образования.

В проведении промывки засоленных почв техническое воздействие имеет тенденцию превращаться в перманентные и все более усиливающиеся, вплоть до полной замены саморегуляции природных систем техногенным регулированием. Эти природные процессы происходят в условиях: несоответствия интенсивности подачи воды при промывке засоленных почв ( $V_t^n$ ):

$$V_t^n = N / t,$$

с интенсивностью впитывания воды в почву ( $V_t^e$ ):

$$V_t^e = (V_o - K_\phi) \cdot \exp(-K_e \cdot t) - K_\phi,$$

то есть  $V_t^n \gg V_t^e$ , причем во временном масштабе постоянно будет увеличиваться ( $N$  – расчетная промывная норма;  $t$  – продолжительность промывки;  $K_\phi$  – коэффициент фильтрации;  $V_o$  – скорость впитывания в конце первого часа;  $K_e$  – коэффициент пропорциональности, который зависит от свойств почвы).

Поэтому, с экологических позиций, промывку засоленных почв необходимо проводить на основе «мягкого» управления природными системами. В отличие от «жесткого», «мягкое» управление основано на улучшении бывшей естественной продуктивности экологических систем

или повышения плодородия почвы путем целенаправленной и основанной на использовании объективных законов Природы.

Практика и опыт освоения засоленных земель, а также основные направления системы природопользования в области мелиорации сельскохозяйственных земель свидетельствует, о возможности выщелачивания солей из почвы на новый качественный уровень, при котором будет достигнуто гибкая высокоэффективная технология промывки с неукоснительным и последовательным соблюдением принципов рационального и сбалансированного использования природных ресурсов. Так как, эколого-мелиоративное состояние ландшафта находится в прямой зависимости от соблюдения принципов управления природными процессами путем сохранения природных ритмов гидрогеохимических потоков, определяющих устойчивость природной системы.

Модель эволюционного гидрогеохимического процесса природной системы, описывающая массоперенос в осадочных формациях в течение геологического времени происходит по механизму молекулярной диффузии через водную фазу, то есть  $dS = -\alpha \cdot S \cdot dg$ , а именно определенной порцией инфильтрирующихся вод ( $dg$ ). Из почвенного слоя выносятся часть растворенных солей ( $dS$ ) пропорциональная количеству их твердой фазы, заключенная в пределах этого слоя ( $\alpha$  - коэффициент солеотдачи):  $S_i = S \cdot \exp(-\alpha \cdot g)$ .

По экологическим аспектам вынос элементов, ионов и веществ из малого круговорота в большой геологический должны быть близко к природному, то есть дополнительный приход воды и солей в гидрогеохимический поток при промывки засоленных земель не должен превышать естественный отток и искусственную дренированность:

$$g \cdot C_g \pm p \cdot C_p \leq Q \cdot C_o + D \cdot C_d,$$

где  $Q$  – отток подземных вод;  $\pm p$  – вертикальный водообмен между водоносными горизонтами через водоразделные слои;  $\pm g$  – вертикальный водообмен между почвой и подземными водами;  $D$  – дренажный сток;  $C_g$  – минерализация инфильтрационных вод, г/л;  $C_p$  – минерализация напорных вод водоносных горизонтов, г/л;  $C_o$  – минерализация подземных вод, г/л;  $C_d$  – минерализация дренажных вод, г/л.

При этом, интенсивность геологического круговорота воды и химических веществ –  $Q \cdot C_o + D \cdot C_d$  должна определяться с учетом использования закономерностей ритмических колебательных изменений всех природных факторов, определяющих гидрогеохимический режим природных системы. В связи с этим, закономерности формирования природной гидрогеохимической системы, включающей химический режим водных растворов зоны активных изменений при реконструкции засоленных земель должны рассматриваться как объект управления природными систе-

мами в условиях хозяйственной деятельности человека. Следовательно, главным условием при промывке засоленных земель на фоне реконструкции техногенных нарушенных природных систем должно быть сохранение их стабильности, не допущение разрушений естественного хода эволюции, приводящее к неожиданным катастрофическим перестройкам среды обитания человека.

Закономерности формирования ритмических колебаний природных факторов и накопленный опыт антропогенного воздействия на них позволяют подойти к качественной оценке допустимых изменений гидрогеохимического режима и к критериям, интегрально отражающим влияние промывки засоленных земель действующих факторов природной системы. Для этих целей можно использовать режим функционирования Аральского моря в условиях антропогенной деятельности человека, где за исторически короткое время произошли изменения от экологически благоприятного состояния до катастрофического [5, 8].

По данным Н.И. Парфеновой и Н.М. Решеткина [2] ритмические изменения водного стока в Аральском море с 1925 до 1955 годы характеризовались амплитудами  $15...18 \text{ км}^3$  с повторяемостью ритмов через  $8...10$  лет, с амплитудой в  $5...6 \text{ км}^3$  примерно через 3 года. Более резкие колебания стока, до  $10...20 \text{ км}^3$ , были с 1945 по 1955 годы, в связи с увеличением водозабора с 1900 по 1940 годам от  $10...15$  до  $20...26 \text{ км}^3$ , а с 1941 по 1951 годы до  $32 \text{ км}^3$ , с 1951 по 1960 годы до  $40 \text{ км}^3$ . Это оказалось «предельной» величиной, так как с этого времени начались уже невосстановимые природные ритмы понижения уровня Аральского моря.

На основе этих ритмических изменений, которые происходили в Аральском море в условиях антропогенной деятельности человека и с учетом опыта орошаемого земледелия в Центральной Азии Н.И. Прафенова и Н.М. Решеткина [2], считают возможным на данном этапе  $30...40$  – летние природные ритмы принять за предел допустимых антропогенных воздействий, за ту «черту», после которой развивается экологический кризис, что соответствуют  $30...35$  процентному изменению свойств компонентов природной системы. То есть коэффициент техногенных нагрузок природной системы ( $K_m$ ), характеризующих отклонение от естественного фона должен быть в пределах  $0,30...0,35$ .

Таким образом, основным критерием экологически допустимого типа является отклонение выноса веществ и питательных элементов при промывке засоленных земель -  $C_n \cdot N$  не более чем на  $30...35$  % амплитуды природных  $30...40$  летних ритмов, то есть техногенные нагрузки на природную систему должны обеспечить следующие условия:

- при промывке засоленные почвы, когда водоприемниками является река:

$$C_n \cdot N / t \leq Q \cdot T \cdot C_p \cdot K_m ;$$

- при промывке засоленные почвы, когда водоприемниками является бессточное озеро:

$$C_n \cdot N \leq W \cdot C_o \cdot K_m;$$

- при промывке засоленные почвы, когда водоприемниками являются пониженные местности или сухое дно бывших озер:

$$C_n \cdot N \leq F \cdot h_{cp} \cdot C_n \cdot K_m,$$

где  $C_p$  – минерализация речных вод;  $t$  - продолжительность промывки засоленных почв;  $T$  - ожидаемая продолжительность сброса коллекторно-дренажных вод в водоприемник;  $W$  - объем бессточных озер;  $C_o$  - минерализация воды в бессточных озерах;  $F$  - площадь пониженной местности или сухое дно бывших озер;  $h_{cp}$  - средняя глубина пониженной местности.

Таким образом, освоение засоленных и восстановление техногенных нарушенных почв природных систем с ориентацией на наукоемкие, ресурсосберегающие, безотходные технологии в перспективе определяют стратегию реконструкции окружающей среды как среды обитания человека на этапе глубокого экологического кризиса. Однако следует отметить, сбалансированное природопользование не может быть достигнуто только путем реконструкции природной системы, а в первую очередь требуется реконструкция мышления и деятельности всего человечества. В этом аспекте, речь может пойти о новом самоопределении человечества, соответствующему тому факту, что человек стал не только крупнейшей геологической силой на планете Земли (на что указывал еще В.И. Вернадский), но одновременно и творцом самого себя, своей среды обитания. Хотим мы этого или нет, сознаем или не осознаем, но в результате освоения засоленных и восстановления техногенных нарушенных земель, количество выщелачиваемых солей возрастает до 7,5 млрд т в год (в природном состоянии составляет 1,9 млрд т) [2], почти в два раза больше чем выбросы в атмосферу всеми вулканами Земли за каждые 20 лет [4].

Поэтому, соответственно понятию философии востока, любая наша деятельность сопровождается возникновением в окружающем нас пространстве двух противоположностей: Янь – начало добра и справедливости и Инь - начало зла и обид, которые являются фундаментальными категориями Тонкого Мира, лежащими в основе его развития и эволюции. На основе этих понятий философии востока для экологически безопасного управления природной системой необходимо разработать комплекс технологий освоения засоленных и восстановления техногенных нарушенных земель на новых физических принципах - «не переделывать Природу, не брать от нее без счета и возврата, а вписываться своей деятельностью в ее законы и соответственно им организовать свою жизнь, все глубже постигая эти законы». Для этого даны человечеству Разум, Воля и Право выбора, которые позволяют нам, как многим представителям ушедших цивилизаций, пользоваться возможностями Единого Информационного Поля Космоса [3].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. О методике экологической оценки природной среды // Проблемы гидротехники и мелиорации земель в Казахстане // Сб. науч. тр. - Алматы, 1997. – С. 128–133.
2. Парфенова Н.И., Решеткина Н.М. Экологические принципы регулирования гидрогеохимического режима орошаемых земель. – СПб: Гидрометеоиздат, 1995. – 358 с.
3. Тихоплав В.Ю., Тихоплав Т.С. Физика веры. – СПб.: ИД «ВЕСЬ», 2002. – 256 с.
4. Турсунов А.А. От Арала до Лобнора, Алматы: Каганат. – 2002. - 384 с.
5. Филип П. Миклин Высыхание Аральского моря: водохозяйственная катастрофа // Мелиорация и водное хозяйство. - 1990, №5.-С.16-19.
6. Хачатурьян В.Х. Обоснование сельскохозяйственных мелиорации с экологических позиций // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1990, №5. – С. 43–48.
7. Хачатурьян В.Х. Оценка экологической ситуации // Мелиорация и водное хозяйство. – 1990, №6. – С. 17–21.
8. Хачатурьян В.Х., Айдаров И.П. Концепция улучшения экологической и мелиоративной ситуации в бассейне Аральского моря // Мелиорация и водное хозяйство. – 1990, №12. – С. 5–12; 1991, №1. – С. 2–9.

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати  
Кызылординский государственный университети им. Коркыт-Ата

### **ТАБИҒИ ҚОРДЫ ПАЙДАЛАНУ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ТҰЗДАНҒАН ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ БҰЗЫЛҒАН ТОПЫРАҚТЫ ҚАЙТА КҰРУДЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕСІ**

Техн. ғылымд. докторы Ж.С. Мұстафаев

Техн. ғылымд. канд. А.А. Сагаев

Г. Қалменова

*Табиғи қорды пайдалану жүйесіндегі тұзданған және техникалық бұзылған топырақты қайта құрудың экологиялық қауіпсіз қағидасын табиғаттың заңдылығының негізінде құру жолы көрсетілген.*