

УДК 631.95

**МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ  
ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

Доктор техн. наук А.С. Сейтказиев

А.И. Мусаев

*На основе данных по почвенно-экологическим условиям сероземно-лучевых засоленных почв, для эффективного использования водных ресурсов в орошаемых зонах разработаны методы улучшения эколого-мелиоративных мероприятий на фоне глубокого рыхления, а также установлены оптимальные нормы промывки исследуемого участка.*

В настоящее время установлена география распространения засоленных почв, изучены составы солей, в зависимости от факторов почвообразования, геохимических и гидрологических условий, технологии режимов орошения. Разработаны ресурсосберегающие направления мелиорации засоленных почв: промывки, дренаж, глубокое рыхление, влияние сорбентов, химической и фитомелиорации земель. На современном этапе актуальность приобретают более экономичные технологии управления массопереносом, воды и солей на орошаемых почвах при мелиоративных и эксплуатационных режимах. Для решения этой проблемы целесообразна разработка комплекса физико-математических задач, которые дадут описание законов их движения и распределения в корнеобитаемом слое почвогрунтов, количественную оценку содержания солей в почве.

Водная мелиорация включает в производственный процесс такие важнейшие компоненты экосистемы, как почва, вода и растения, тесно связанные с потоками воды, энергии и веществ. Деградация почв, разрушение природных ландшафтов, снижение продуктивности мелиорируемых земель, истощение и загрязнение водных экосистем выдвигает экологические аспекты развития водной мелиорации в ряд приоритетных.

На орошаемых землях источником загрязнения зачастую является вода, используемая для поливов из загрязненных водных объектов.

В этой связи при развитии земледелия, необходимо формировать экологически обоснованную стратегию осуществления комплексных мелиораций, состоящих из следующих основных принципов:

- оптимизации влагообеспечения сельскохозяйственных культур при максимальном использовании естественных влагозапасов и минимальных затратах оросительной воды;
- сохранения и воспроизводства плодородия почв;
- предотвращения и устранения существующего загрязнения поверхностных и подземных вод отходами производства;
- рационального научно-обоснованного использования воды для мелиорации;
- обоснования новых технологий безотходных и малоотходных производств, предупреждающих нарушение экологического равновесия в природе.

Изучение почвенных процессов позволяет получить более полное представление о свойствах самой почвы. С одной стороны свойства почвы определяют собой почвенный процесс, с другой – почвенные процессы образуют новые свойства почвы.

Деятельность человека оказывает на окружающую среду мощное техногенное воздействие в частности загрязнением почвы и воды отходами производств и жизнедеятельности, где значительную долю, занимают органические загрязнители. В результате загрязнения почвы и воды органическими веществами подавляется естественная биота, меняются соотношения между отдельными группами микроорганизмов и в целом изменяется направление метаболизма, нарушаются естественные процессы самоочищения. Техногенные и антропогенные нарушения экологического баланса серьезно изменяют санитарное состояние засоленных земель, их почвообразование, ухудшают условия жизнедеятельности людей.

Загрязнение почв в виде засоления происходит в основном вследствие антропогенной деятельности человека, при неправильном ведении работ по улучшению земель, агротехнических и мелиоративных мероприятий. Это происходит в результате игнорирования выполнения взаимосвязанных законов, регулирующих природное равновесие эволюцию почв, а также гидрогелогических, гидрохимических и геохимических взаимодействий при проведении эколого-мелиоративных работ.

На основе данных по почвенно-экологическим условиям серезомно-луговых и темно каштановых карбонатных почв, возникает необходимость регулирования водного режима корнеобитаемого слоя, как главного фактора влаго и солепереноса зоны аэрации почвогрунтов.

Для установления гидрохимических параметров и показателей регулирования водно-солевого, теплового и пищевого режимов почв были проведены специальные исследования на опытных участках по определению величин промывных норм, показателей солеотдачи для 5-ти групп почв в Тасоткельском и Тентекском массивах орошения по механическому составу и фильтрационным способностям [8, 11].

Установление способности почв удерживать доступную растениям воду зависит от определенных ее свойств. Любое дополнительное количество воды в виде осадков или орошения, подъема уровня грунтовых вод (УГВ), превышающее величину наименьшей влагоемкости (НВ), является избыточными и может нарушить гидрогеологический баланс почв. В зависимости от водопроницаемости почв, трансформироваться в заболевание местности, отразится на природном ландшафте, окружающей среде, на эколого-экономической деятельности, а также на плодородии почв, то есть является фактором загрязнения. Для предупреждения и борьбы с переувлажнением важную роль играют гидромелиоративные, почвенно-экологические, факторы геосистем, установлены коэффициенты экологического состояния среды, характеризующие уровень загрязнения при различной степени засоленности почвогрунтов (табл. 1) [6, 9].

Таблица 1

Экологические коэффициенты, характеризующие уровень опасности в расчетном слое почвогрунта

Показатели	Степень засоленности почвогрунта		
	слабая	средняя	сильная
Площадь ( $\omega_{nm}$ ), га	500	500	500
Порозность, в долях	0,47	0,46	0,45
Начальная минерализация, г/дм <sup>3</sup>	2	2,5	3
Вытеснено солей ( $\Delta S$ ), т/га	39	55	116
Уровень грунтовых вод (УГВ), м	3	3	3
Объем воды до УГВ ( $W_{УГВ}$ ), м <sup>3</sup> /га	14100	13800	13500
Промывная норма нетто ( $N_{nm}$ ), м <sup>3</sup> /га	5000	6000	8000
Промывная норма брутто ( $N_{бр}$ ), м <sup>3</sup> /га	6000	7200	9600
Запас солей в ГВ ( $S_{ГВ}$ ), кг/га	28200	34500	40500
Допустимая минерализация в почвенном растворе, $C_M = (\Delta S + S_{ГВ}) / (W_{УГВ} + N_{бр})$ , г/дм <sup>3</sup>	3,34	4,26	6,77
Приток воды из каналов ( $Q$ ), м <sup>3</sup> /сут	0,4	0,4	0,4
Продолжительность промывки, $t = (N_{nm} \cdot \omega_{nm}) / (86400 \cdot \eta \cdot Q \cdot t)$ , сут	85	102	136

Показатели	Степень засоленности почвогрунта		
	слабая	средняя	сильная
Объем транзитных вод сбрасываемых в реку в процессе промывки			
$V_T = (N_{им} \cdot \omega_{им}) / (86400 \cdot Q \cdot t)$	0,85	0,85	0,85
Осадки промывного периода ( $P$ ), м <sup>3</sup> /га	250	300	350
Насыщение влагой в расчетном слое ( $W_H$ ), м <sup>3</sup>	3200	3300	3350
Испарение в процессе промывки ( $E_o$ ), м <sup>3</sup> /га	1000	1200	1600
Доля объема промывных вод поступающих из КДС: $q_k = (N_{им} + P - W_H - E_o) / N_{бр}$	0,175	0,25	0,354
Химизм засоления, хлоридное – (х)	х	х	х
Экологический коэффициент $\mathcal{E} = 1 - \exp(-C_M \cdot V_T \cdot q_k)$	0,39	0,60	0,87
Уровень опасности	мало опасно	умеренно опасно	очень опасно

Решение ряда важных геоэкологических и мелиоративных проблем связано с необходимостью надежного количественного прогноза продуктивности растений при различных климатических условиях и режимах питания. Основными проблемами являются следующее: обоснования решений по рациональному использованию ресурсов биосферы; мероприятия по охране окружающей среды; разработка водосберегающих технологий засоленных и орошаемых земель; совершенствование систем мелиорации земель и др.

Современные достижения новых технологий в экологии, экономической биоэнергетике и агроэкосистемах позволяют на основе системного изучения эколого-мелиоративных характеристик растений, разработать методы полноценного количественного прогноза продуктивности по заданным экологическим факторам [7].

Целью создания условий для улучшения почвообразовательного процесса, обеспечивающих возможность расширенного воспроизводства плодородия почв в процессе геоэкосистем. Для этого необходимо сохранять автоморфный режим почвообразования, грунтовые воды поддерживать на достаточно большой глубине, чтобы предупредить возможность вторичного засоления почв при минимальных затратах поливной воды.

Разработанная рекомендуемая технология позволяет восстановление засоленных и осолонцованных уплотненных почв на основе глубокого ( $P_r = 0,8...1,0$  м) рыхления на фоне временного дренажа глубиной ( $0,8...1,0$  м) и химических мелиорантов.

Основными методами регулирования гидрохимического режима являются воздействия на уровень грунтовых вод различными мероприятиями

(орошение, промывка, рыхление почв на фоне дренажа). На формирование водно-солевого, теплового и пищевого режимов в расчетном слое почвогрунта непосредственно влияют водно-физические и физико-химические процессы. Это обусловлено тем, что в результате орошения и промывки с применением дренажа резко изменяются условия формирования приходных и расходных элементов водно-солевого баланса, запасов солей, скорости инфильтрации, изменения передвижения влаги, испарения, оттока грунтовых вод и другие. Применение комплекса эколого-мелиоративных мероприятий позволило вытеснить выщелачиваемые токсичные соли из расчетного слоя.

При изучении механизма переноса солей, правильного регулирования водно-солевого и пищевого режимов необходимо определить следующие значения: растворение солей, выщелачивание пород, испарение почв и грунтовых вод, конвективную диффузию, перенос солей с фильтрационным потоком, ионно-солевое равновесие в системе раствор – твердая фаза, вытеснение поровых растворов и т.д. Основными параметрами систематического горизонтального дренажа являются расстояния между дренами, положение уровня грунтовых вод (УГВ) после осушения, напор между дренами, приток грунтовых вод к дрене и коллектору. Приток и сток вод к дрене с двух сторон определяются по формуле [1, 4, 10]

$$Q_0 = 4kh^2l / R, \quad (1)$$

где  $Q_0$  – сток воды к дрене, м<sup>3</sup>;  $k$  – коэффициент фильтрации, м/сут;  $h$  – напор грунтовых вод между дренами, м;  $l$  – длина дрены, м;  $R$  – расстояние между дренами, м.

Приток воды к дрене с гектара за единицу времени определяется по следующему выражению

$$q_0 = \frac{Q_0}{t}, \quad (2)$$

где  $q_0$  – модуль дренажного стока при данном напоре грунтовых вод, м<sup>3</sup>/га;  $t$  – продолжительность промывки, сут.

Тогда при известной величине фактической скорости движения воды в почвогрунте  $V_\phi$ , легко можно определить нетто промывной нормы засоленных почв по следующей формуле [10]

$$N_{\text{ит}} = \frac{Q_0 \cdot V_\phi}{q_0}, \quad (3)$$

где  $N_{нт}$  – промывная норма (нетто), м<sup>3</sup>/га;  $V_{\phi}$  – скорость фильтрации в насыщенных слоях, м/сут.

При разработке эколого-мелиоративных мероприятий учитывались такие факторы как проявление накопления токсичных веществ, последствия накопившихся вредных веществ. Соответственно для каждого вида полива и промывок были разработаны способы предупреждения накопления токсичных веществ. При рассматриваемых видах полива необходимо, прежде всего, учитывать запасы влаги в корнеобитаемом слое, проводить высев определенных культур. Наибольший эффект предлагаемых мероприятий будет достигнут, если эколого-мелиоративные мероприятия проводить на фоне глубокого рыхления.

Для улучшения экологического состояния земель и эффективного использования водных ресурсов в орошаемых зонах, а также с применением гидротермического режима почвы можно установить суммарное водопотребление с минимальными затратами воды и промыть засоленности почвогрунта по следующим промывным формулам

$$N_H = 100H \cdot \gamma \cdot \beta_{HB}, \quad (4)$$

$$N_B = N_T \exp\left(-g \cdot \bar{R}\right), \quad (5)$$

Выравнивая формулы (4) и (5), получим

$$N_{од} = 100 \cdot H \cdot \gamma \cdot \beta_{HB} + N_T \exp\left(-g \cdot \bar{R}\right), \quad (6)$$

где  $N_{од}$  – общая промывная норма, м<sup>3</sup>/га;  $H$  – расчетный слой почвы, м;  $N_H$  – насыщение воды, м<sup>3</sup>/га;  $\gamma$  – плотность почвы, т/м<sup>3</sup>;  $N_T$  – теплые воды для промывки, м<sup>3</sup>/га;  $\beta_{HB}$  – наименьшая влагоемкость почвы, %;  $N_B$  – нормы промывки для вытеснения солей из расчетного слоя, м<sup>3</sup>/га;  $g$  – интенсивность испарения в долях;  $\bar{R}$  – изменение показателя гидротермического режима под влиянием орошения или промывных норм ( $\bar{R} = R/[L(O_c + N_p)]$ ) [2, 9, 12];  $N_p$  – разовая норма промывки в зависимости от механического состава почвогрунтов, м<sup>3</sup>/га.

Проведение сравнительной оценки способов полива и промывки позволило разработать методы улучшения засоленных и солонцовых земель в экосистеме орошаемого земледелия (табл. 2).

Таблица 2

## Методы улучшения засоленных и солонцовых земель

Технология полива	Эколого-агромелиоративные мероприятия	Вид работ	Проявление процессов накопления токсичных веществ	Последствия накопившихся вредных веществ	Способы предупреждения процессов накопления
По бороздам	Определение оптимальной поливной нормы с наименьшими затратами воды	Проведение бороздкового полива с учетом ресурсосберегающих технологий (длина, ширина, уклон местности, скорость впитывания и др.)	Аккумуляция труднорастворимых солей в течение вегетации	Влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур, ухудшение воднофизических свойств почвы	Применение полива с учетом запасов влаги в расчетном слое
По полосам	Определение оптимальной поливной нормы с наименьшими затратами воды и районирование солеустойчивых культур	Проведение бороздкового полива с учетом ресурсосберегающих технологий (длина, ширина, уклон местности, скорость впитывания и др.), а также солеустойчивость культур	Неполное растворение солей в корнеобитаемом слое	Влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур, ухудшение воднофизических свойств почвы	Применение полива с учетом запасов влаги в расчетном слое и высеv определенных видов культур

Промывка на фоне глубокого рыхления	<p>Определение оптимальной поливной нормы, нейтрализация токсичных солей, повышение плодородия почвы, улучшение водно-физических свойств почвы</p> <p>Установление: вида культур, корнеобитаемого расчетного слоя, величины поливных норм (400...500 м<sup>3</sup>/га.)</p>	<p>Глубокое рыхление (РГ = 0,6...0,8) с применением химических мелиорантов и внесением органических удобрений</p> <p>Выбор культур по биологическим особенностям, установить технические показатели поливных машин</p>	<p>Вынос токсичных солей вместе с питательными веществами</p> <p>В соответствии технологии полива устанавливается химически состав и степень засоленности почвогрунтов в корнеобитаемом слое</p>	<p>Снижение плодородия почвы</p> <p>Отрицательное влияние процесса испарения летнего периода на листовую поверхность растений</p>	<p>Выбор оптимальной технологии глубокого рыхления</p> <p>Выбор дождевальных машин с учетом сложности рельефа, гидрогеологических условий и биологических особенностей районированных с/х культур</p>
-------------------------------------	---	--	--	---	---



При орошении и промывках засоленных почв происходит вынос солей из расчетного слоя. С фильтрационными водами вымываемые из почв соли поступают в грунтовые воды, а затем и в русла рек. Испарение с поверхности грунтовых вод определялось по методу водного баланса и обработка материалов, проведенных в исследовании, показала, что связь испарения грунтовых вод с глубиной залегания их уровня имеет экспоненциальный характер [5].

Интенсивность рассоления во многом зависит от технологических схем промывок и условий солеотдачи почв. Следовательно, трудно рассоляются почвы тяжелого механического состава с низкими коэффициентами фильтрации. В мелиоративной практике известно, что в процессе формирования аридных ландшафтов толща грунтов до глубины 10...20 м и более насыщена воднорастворимыми солями [3].

Анализ водно-солевого баланса орошаемых геосистем (Тасоткельский и Тентекский массивов) показывает, что при существующей технологии мелиоративных мероприятий оптимального опреснения почв трудно достичь необходимого уровня токсичности. Поэтому нужны более совершенные приемы мелиорации на основе новых технических и технологических средств. Научное обоснование и регулирование водно-солевого и пищевого режимов имеет первостепенное значение при проектировании и эксплуатации оросительных и коллекторно-дренажных сетей.

Новым техническим средством почвенно-экологических условий является горизонтальный дренаж на фоне глубокого рыхления. Он обеспечивает значительное ускорение процесса рассоления почвы. Предлагаемая технология выполняется следующим способом. Производится вспашка, планировка, и следом идет одностоечное рыхление. Передвижения агрегата должно производиться параллельно разрыхленной полосе. Колесо трактора проходит при этом по разрыхленной полосе на расстоянии, обеспечивающем перекрытие разрыхленной зоны. Мелиоративная практика показывает, что вспашка с рыхлением ускоряет в 2,5...3 раза промывной сезон, и сохраняет плодородие почвы от выноса всяких минеральных и органических веществ, а также способствует быстрому движению растворимых концентраций вредных солей в расчетном слое [9].

Одной из задач при расчете баланса грунтовых вод орошаемых геосистем является определения питания и параметров водоносного пласта. Величины питания и параметры водоносного пласта представляют

собой главнейшие исходные показатели необходимые для составления прогнозов уровня и подсчета баланса грунтовых вод.

В результате исследований мощность водоносного горизонта в любом сечении в период работы дрен может быть рекомендована следующим уравнениям [3]

$$h_x = \sqrt{h_0^2 + \frac{g}{k}(2R - x)x} . \quad (7)$$

Эффективность промывок засоленных почв находится в прямой зависимости от подготовки почвы и особенно от глубины и способа вспашки. Промывная норма засоленных почв является одним из основных почвенно-экологических и агротехнических мероприятий, обеспечивающих повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Поэтому, оптимальное установление нормы, тактности промывных поливов и способы подготовки почвы к проведению промывных поливов на засоленных землях имеют большое практическое значение в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и улучшении экологического состояния орошаемых геосистем.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель. – М.: 1990. – 60 с.
2. Ахмеджанов Т.К., Сейткадиев А.С., Чакеев У.Н. Возможность использования солнечной радиации при орошении теплообменными водами // Вестник НАН РК. – Алматы. – 2004. – №2. – С. 70-76.
3. Гордеева П.В. и др. Руководство к практическим занятиям по гидрогеологии – М.: Высшая школа, 1981.
4. Жапарова С.Б. Экологическая оценка методов улучшения засоленных земель в экосистеме Северного Казахстана: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати. – Тараз, 2007. – 20 с.
5. Рабочев И.С. Технические и биологические аспекты мелиорации и повышения плодородия пустынных почв: Тез. докл. / V съезд всесоюзного общества почвоведов. – Минск.: 1977. – С.125-127.
6. Руководство по гигиене атмосферного воздуха. – М.: Медицина, 1976. – 416 с.
7. Свентицкий И.И. Методика системного изучения зависимости продуктивности растений от экологических условий. // Вест. с-х наук. – 1980. – №9 (288). – С. 74-80.

8. Сейтказиев А.С. Математическая модель промывки засоленных земель геосистем (на казахском языке) // Вестник ТарГУ им. М.Х. Дулати. – 2006. – №3 (23). – С. 64-68.
9. Сейтказиев А.С. Обоснование водно-солевого режима засоленных почв геосистем Юго-Востока Казахстана: Автореф. дис. ... доктор техн. наук / Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати. – Тараз, 2003. – 50 с.
10. Сейтказиев А.С. Определение промывных нормы // Наука и образование Южного-Казахстана. – 2000. – №21. – С. 20-22.
11. Сейтказиев А.С., Байзакова А.Е. Метод определения промывных норм засоленных почв // Поиск. – 2005. – №3. – С. 199-202.
12. Сейтказиев А.С., Байзакова А.Е. Режим грунтовых вод, приуроченных к бассейнам рек. // Вопросы мелиорации. – М. – 2003. – № 5-6. – С. 93-98.

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Тараз

#### **ТҰЗДАНҒАН ЖЕРЛЕРДІҢ ӨНІМДІЛІГІН ЖАҚСАРТУДЫҢ ӘДІСТЕРІ**

Техн. ғылымд. докторы    Ә.С. Сейітқазиев  
А.И. Мұсаев

*Тұзданған сұрғылтты-шалғынды топырақтың экологиялық мәліметтері негізінде, су-тұз алмасулары реттеліп, сугармалы аймақтардағы су қорларын үнемді пайдалану үшін, терең қопсыту арқылы, экологиялық-мелиоративтік шараларды жақсартудың әдістері дайындалды сондай-ақ, зерттеу танабының тиімді шаю мөлшерлері анықталады.*