

УДК 631.413.3

Доктор техн. наук	Ж.С. Мустафаев*
Доктор техн. наук	А.Т. Козыкева*
Докторант PhD	Л.К. Жусупова**

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ ОСВОЕНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

ПРОМЫВКА, ОСВОЕНИЕ, РАССОЛЕНИЕ, СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ, РАСТЕНИЕ, ТРЕБОВАНИЕ, НОРМА

Разработан способ освоения засоленных земель для возделывания сельскохозяйственных культур во временном масштабе в годовых интервалах с рассолением почв до определенного допустимого уровня с подачей промывной нормы, с учетом экологических требований природообустройства с использованием классификации засоленных почв и солеустойчивости растений.

Введение. Важным направлением в повышении продуктивности засоленных земель является разработка системы оперативного управления гидрогеохимическими параметрами почвы с помощью гидротехнических и агротехнических приемов, которые выполняются в процессе их освоения для возделывания сельскохозяйственных культуры в соответствии с их биологическими особенностями.

При экологическом обосновании приемов освоения засоленных земель особое внимание уделяется оперативным агрометеорологическим мероприятиям, направленным на оптимизацию условий произрастания сельскохозяйственных культур, где управление параметрами засоленных почв осуществляется на основе естественной закономерности рассоления – засоления почвы и формирования видового сообщества растительного покрова в условиях ритмического колебания природного процесса во временных и пространственных масштабах.

Освоение засоленных земель для возделывания сельскохозяйственных культур можно рассматривать, как целую фабрику производства, связанную с землей и водной средой. При этом основным объектом воздействия и основным средством производства здесь являются засоленные

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

** Кызылординский государственный университет им Коркыт-Ата

почвы, которые в любом ранге ландшафта выступают в качестве основного связующего и стабилизирующего компонента экосистемы. Одновременно они совместно с растительным покровом служат геохимическим барьером, вследствие того, что почва находится в контакте с атмосферой, литосферой и гидросферой, где протекают биогеохимические реакции и превращения, характеризующиеся наибольшей активностью, многообразием и утонченной сложностью, а также происходит синтез соединений, нигде более не встречающихся. Поэтому главным объектом при освоении засоленных земель всегда является почва, которая служит одновременно ведущим фактором переноса вещества и энергии, а также источников для получения оперативной информации по количественным связям почвенного и растительного покрова, в том числе и относительно трансформации почв, выступает водная среда [1, 2].

Состояние изучения проблемы. Проблема освоения засоленных земель существует уже несколько тысячелетий и становится все более острой в связи с их вовлечением при возделывании сельскохозяйственных культур. Единственным радикальным путем решения проблемы проверенным тысячелетним опытом орошаемого земледелия является промывка с удалением за пределы орошаемого массива с помощью дренажа с учетом почвенно-гидрогеологических условий ландшафта, или промывки сопровождающейся высеваемых растений-галофитов [3, 4]. Вместе с тем следует отметить, что существующие способы освоения засоленных земель не обеспечивают устойчивого выравнивания мелиорируемых и фоновых почв по их продуктивности. Причиной тому служат восходящие токи солевых растворов верхнего слоя почвы в вегетационный период, вследствие которого происходит циклическое засоление, что не обеспечивает экологическую устойчивость осваиваемых земель для возделывания сельскохозяйственных культур.

Цель и методика исследования. Разработка технологии экологически чистого способа освоения засоленных земель для возделывания сельскохозяйственных культур. Это позволит уменьшить количество соли в почве до определенного уровня поэтапно в годовых интервалах, с подачей соответствующей промывной нормы, с последующим возделыванием сельскохозяйственных культур, соответствующей солеустойчивости, которые постоянно обеспечивают уменьшение объема коллекторно-дренажных вод в естественные водоприемники.

Предлагаемый новый концептуальный подход к освоению засоленных земель заключается в ориентации мелиоративной деятельности на

строгий учет закономерных природных процессов и их ритмических колебаний, влиянии изменяющихся климатических факторов и рассмотрении природы как единого организма, которому присуще циклическое движение потоков вещества в большом и малом круговоротах.

В основу научных исследований положены классические учения о почве, почвообразовательных процессах, почвенном плодородии, процессах засоления В.В. Докучаева, В.И. Вернадского, В.Р. Вильямса, А.Н. Костякова, В.А. Ковды, Б.Г. Розанова; работы по освоению деградированных почв на принципах экологической сбалансированности гидромелиоративных, лесомелиоративных, агро-мелиоративных и других воздействий (Б.М. Кизяев, И.П. Кружилин, В.И. Петров, К.Н. Кулик, Л.В. Кирейчева, В.В. Бородычев, Э.Б. Габунщина, Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева и др.); по рассоляющей и рассолонцовывающей способности растений (Б.П. Строгонов, П.А. Генкель, Г.В. Удовенко, П.П. Бегучев, Б.А. Зимовец, З.Ш. Шамсутдинов, О.А. Лачко, Л.В. Руднева); по эколого-энергетической оценке эффективности земледелия и энергетике почвообразовательных процессов – А.Н. Энгельгард, К.А. Тимирязев, В.Р. Волобуев, К.К. Гедройц, В.М. Володин, В.В. Коренец, Ж.С. Мустафаев и др. [5].

Результаты исследования. В природной системе при освоении засоленных земель, почва и почвообразовательный процесс в целом экологически неустойчив. Поэтому требуется разработка комплекса управляющих мероприятий с целью оптимизации их функционирования, т.е. перевода их в режим динамически устойчивого развития с набором известных по способу, методу, интенсивности и времени коррегирующих воздействий [1, 2].

Формирование и функционирование почвенного и растительного покрова в пустыне и полупустыне характеризуются двумя параметрами, т.е. почвенный покров формируется в процессе влаго- и солепереноса, характеризующего испарительную особенность геохимического барьера, приводящего к процессу засоления. А растительный покров – биомассой и видовым разнообразием на основе закона генетического разнообразия.

Различные виды растений в естественных условиях растут не изолированно друг от друга, а образуют определенные сочетания, характеризующиеся особыми взаимоотношениями друг с другом и с условиями среды. Такая исторически сложившаяся устойчивая совокупность видов на однородном участке территории называется растительным сообществом [6-8].

Широкий набор дикорастущих трав значительно меньше реагирует на изменения природных условий, чем сообщества, состоящие из малого

числа видов. Используя в качестве характеристики устойчивости экосистемы видовое разнообразие сообществ и информационную меру разнообразия Шеннона, можно оценить относительную устойчивость растительного сообщества, в зависимости от степени засоления почвы, на основе количественного состава видов растений (при $P_i = 1/n$) [9, 10]:

$$D = -\sum_{i=1}^n P_i \cdot \ln P_i; P_i N_i / N; N = \sum_{i=1}^n N_i,$$

где n – число видов растений в сообществе; N_i – численность i -го вида; D – устойчивость сообществ; P_i – доля данного вида в сообществе.

При этом устойчивость растительного покрова засоленных земель во многом зависит от солеустойчивости растений, которые определяют структуру экосистемы, т.е. видового разнообразия растительного покрова, который прямо пропорционально зависит от степени засоления почвы, что приводит к изменению равновесия и устойчивости естественных ландшафтов (рис. 1).

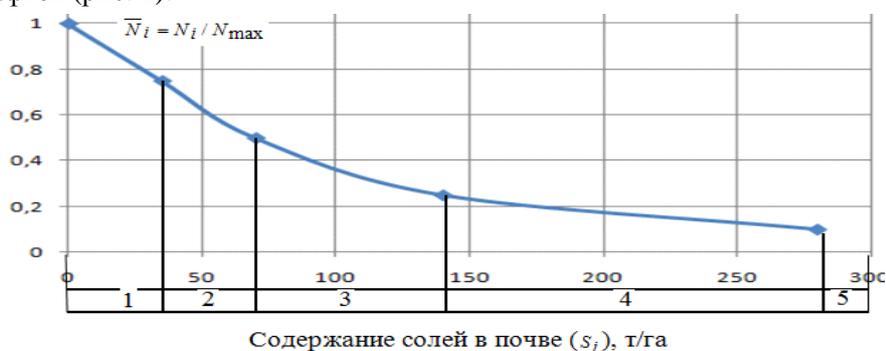


Рис. 1. Распределение видов в биоценозе по численности в зависимости от степени засоления почвы (1 – незасоленные; 2 – слабозасоленные; 3 – среднезасоленные; 4 – сильнозасоленные; 5 – очень сильно засоленные; N_i – численность i -го вида; N_{\max} – максимальная численность видов растений)

Как видно на рис. 1, численность видов растений на ландшафтных системах во многом зависит от степени засоления, и видовое разнообразие формируется строго в зависимости от солеустойчивости. В общей форме успех биоорганизмов в борьбе за существование на засоленных землях может достигаться различными путями. Одним из них является свойство приспособляемости организмов к меняющимся условиям внешней среды путем увеличения численности вида, расширения площади его расселения. При этом следует отметить, что в условиях ритмического колебания кли-

мата в природе наблюдается естественный процесс рассоления и засоления, что в определенной степени оказывает влияние на количественный состав и структуру видового растительного покрова засоленных почв. В процессе рассоления почвы в естественных условиях, более солеустойчивые растительные сообщества уступают место более солечувствительным растительным сообществам. Следовательно, при засолении почв, более солечувствительные растительные сообщества уступают место более солеустойчивым растительным сообществам, т.е. по схеме: очень сильнозасоленные – сильнозасоленные – средnezасоленные – слабозасоленные – незасоленные с последующей сменой соответствующих солеустойчивых культур в почвенном покрове: очень устойчивые – устойчивые – среднеустойчивые – среднечувствительные – чувствительные (рис. 2).

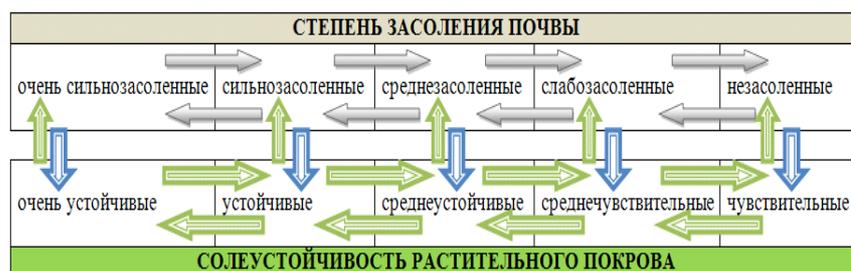


Рис. 2. Схема естественных прямых и обратных связей в почвенно-гидрогеохимическом процессе и растительного сообщества.

На основе закона системы «хищник-жертва» В. Вольтера, в данном случае роль «хищника» при рассолении засоленных почв играют более солечувствительные растительные сообщества, а роль «жертвы» – более солеустойчивые растительные сообщества [11]. При этом согласно закону эволюционно-экологической необратимости – экосистема, потерявшая часть своих элементов или сменившаяся другой в результате дисбаланса компонентов, не может вернуться к первоначальному своему состоянию, если в ходе изменений произошли эволюционные перемены в экологических элементах [11]. Поэтому необходимо учитывать, что при освоении засоленных земель для агроландшафтных систем в естественных ландшафтах происходит необратимый эволюционный процесс в результате сильного снижения количества видов растительного сообщества, с заменой культурными растениями [11].

Согласно этому принципу, для существования любого растительного сообщества, необходима совокупность факторов, каждый из которых имеет некоторые пределы, т.е. те значения факторов, по которым расти-

тельное сообщество толерантно [11]. Отсюда следует, что экологическое обоснование способов освоения засоленных земель необходимо изучать во взаимосвязи с факторами процесса рассоления – засоления почвы в естественных условиях и выявлять наличие обратных связей [12]. Для этого дадим определение и характеристику связей, существующих в природе, т.е. рассмотрим некоторую систему, на выходе которой действует фактор рассоления почвы x . Под воздействием этого фактора система по закону G имеет на выходе какую-либо реакцию y , т.е. $y = xG$. В данном случае связь, которая придает возмущение x на вход системы G , независимо от величины y называется прямой связью регулирования процесса рассоления – засоления почвы. Пусть на систему G действует возмущение x , но в какой-то зависимости от величины на входе системы y : $y = G(x \pm Hy)$ или $y = Gx / (1 \pm GH)$. Система, в которой величина возмущения, действующего на объект, зависит от некоторой величины y на выходе объекта по определенному закону H , называется замкнутой, а связь между выходом и входом такой системы называется обратной связью регулирования процесса рассоления и засоления почвы. Обратная связь может быть как положительной и усилить x , т.е. процесс засоления почвы, так и отрицательной, т.е. уменьшить величину x – рассоления засоленных почв, следовательно, перед величиной GH стоит знак \pm .

При этом, согласно принципа Ле Шателье-Брауна – при внешнем воздействии, т.е. при рассолении засоленных почв, выводящем систему из состояния устойчивого равновесия, последнее смещается в том направлении, в котором эффект внешнего воздействия ослабляется. В результате структура и состав растительного сообщества изменяется в сторону более солечувствительного растительного сообщества [11].

Таким образом, на основе законов природы и отмечая наличие прямых и обратных связей в почве целесообразно поставить вопрос о саморегулировании и рассматривать почву как объект саморегулирования, и использовать информацию для разработки экологически чистого способа освоения засоленных земель для сельскохозяйственного производства. Этот подход послужил основанием для организации научного поиска и разработки принципиально новых решений теоретического обоснования необходимости и возможности освоению засоленных земель, которые базируются на теоретической экологии, почвоведении, биологии и мелиорации, а также на эволюционных процессах в природной системе (рис. 3).



Рис. 3. Структурная модель теоретического обоснования необходимости и возможности освоения засоленных земель.

При этом, если технология освоения засоленных земель будет основана на их формировании и процессе рассоления почв в природных системах, тогда изменение природного процесса под влиянием природных факторов будет совпадать с направлением и интенсивностью естественного процесса или будет к нему приближаться.

Следовательно, на основе этого принципа освоение засоленных почв должно проводиться поэтапно, с использованием классификации почв от солончаков до сильнозасоленных, от сильнозасоленных до среднезасоленных, от среднезасоленных до слабозасоленных и от слабозасоленных до незасоленных (рис. 4).

Классификация засоленных почв в зависимости от содержания плотного остатка					Показатели	
					S_{max} , т/га	$\frac{V_i}{V_{max}}$
Солончаки					<280.0	0
Сильнозасоленные	Сильнозасоленные				280.0	0.25
Среднезасоленные	Среднезасоленные	Среднезасоленные			140.0	0.75
Слабозасоленные	Слабозасоленные	Слабозасоленные	Слабозасоленные		70.0	0.80
Незасоленные	Незасоленные	Незасоленные	Незасоленные	Незасоленные	35.0	1.00

Рис. 4. Экологическое обоснование технологической схемы освоения засоленных почв.

Таким образом, при экологическом обосновании способов освоения засоленных земель важная роль, принадлежит возделыванию культур, обладающих способностью успешно противостоять вредному воздействию минеральных солей, являющихся компонентами засоленных почв. При этом возделывание солеустойчивых культур с учетом степени засоления почв создает благоприятный агробиологический фон и повышает не только плодородие, а также и продуктивность сельскохозяйственных культур (табл.).

Таблица

Снижение урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от степени засоления почвы, в % от контроля [13]

Культура	Изменение урожайности в зависимости от содержания солей в почве (% к массе сухого веса)				
	0,1 контроль незасоленные	0,3 слабо засоленные	0,6 средне засоленные	0,9 сильно засоленные	1,2 очень сильно засоленные
Хлопчатник	100	94	50	22	6
Озимая пшеница	100	80	39	15	0
Кукуруза на зерно	100	95	46	0	0
Кукуруза на силос	100	98	72	57	35
Люцерна	100	96	73	53	39
Подсолнух	100	98	84	53	46
Картофель	100	90	68	0	0
Помидор	100	98	74	54	34
Горох	100	66	27	0	0
Сладкий перец	100	71	43	39	0
Баклажан	100	92	74	48	32
Свекла	100	95	88	73	66

Как видим, успешное решение проблемы повышения продуктивности засоленных почв, при сельскохозяйственном освоении не представляется возможным без учета отношения культурных растений к их свойствам и возможности реализации ими своего природного потенциала устойчивости к стрессовым факторам среды.

В связи с многообразием и динамичностью гидрогеохимических показателей засоленных земель в процессе их сельскохозяйственного ос-

воения во временном масштабе технология их оптимизации должна быть ориентирована на регулирование и управление жизнедеятельностью видо-вого сообщества растительного покрова.

При решении поставленных задач за основу приняты классические классификации почв по засолению и солеустойчивости сельскохозяйственных культур и их вариации, которые позволяют составить технологические схемы освоения засоленных земель для возделывания сельскохозяйственных культур с учетом предельно-допустимого уровня техногенных нагрузок природной системы (рис. 5).

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВЫ				СОСТАВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ПЕРИОД ОСВОЕНИЯ
Степень засоления почвы	Содержание солей в слое почвы 0-100 см (S_i), т/га	Состояние растений - V_i / V_{max}	Вынос солей из почвы (ΔS_i), т/га	
Очень сильнозасоленные	<280.0	0.00	<140.0	Галофит
Сильнозасоленные	280.0	0.25	140.0	Ячмень, хлопчатник, сахарная свекла, пшеница безостая, пшеница твердая, рожь, спаржа
Среднезасоленные	140.0	0.75	70.0	Пшеница, сорго, овес, сафлор, соя, рапс, канареечник, овсяница
Слабозасоленные	70.0	0.85	35.0	Кукуруза, лен, бобы кормовые, проса, арахис, кунжут, подсолнечник, люцерна, вика, житняк, сладкая кукуруза, капуста.
Незасоленные	35.0	1.00	0.00	

Рис. 5. Процесс поэтапного освоения засоленных земель с учетом экологических требований природопользования.

На основе предложенной технологической схемы должны проводиться поэтапные мероприятия, с использованием классификации засоленных почв и солеустойчивости сельскохозяйственных культур.

При этом каждый этап освоения засоленных земель соответствует определенному состоянию земель по степени засоления почвы и следовательно решаются определенные мелиоративные задачи, относящиеся к этому этапу.

Отличительной чертой предлагаемой схемы освоения засоленных земель от подобных разработок является увязка способа освоения засоленных земель с классификацией засоленных почв и солеустойчивостью сельскохозяйственных культур.

На каждом этапе освоения засоленных земель, во-первых, необходимо определить степень засоления почвы (S_i), во-вторых, уровень ожи-

даемой продуктивности сельскохозяйственных культур с учетом солеустойчивости ($\bar{Y}_i = Y_i / Y_{\max}$, где Y_i – урожайность сельскохозяйственных культур при данной степени засоления почвы, ц/га; Y_{\max} – максимальная урожайность сельскохозяйственных культур при допустимой степени засоления почв, ц/га).

Норма промывки засоленных земель (α) при каждом этапе освоения определяется на основе системы следующих уравнений [14]:

$$Y_i = Y_{\max} \cdot \exp[-k(S_i / S_{\text{doni}} - 1)^b];$$

$$N_i = (\alpha / \beta) \cdot \lg(S_i / S_{\text{doni}}),$$

где α – коэффициент солеотдачи; β – параметр, который зависит от скорости перемешивания; S_{doni} – допустимое содержание солей почвы при этапе освоения засоленных земель, т/га; k – коэффициент солеустойчивости сельскохозяйственных культур; b – параметр уравнения.

Если количество вымываемых солей из почвенного слоя (0...100 см) (ΔS_i) в каждом этапе будет больше, чем их предельно-допустимое значение (ΔS_{don}), которое определяется из уровня техногенной нагрузки природной системы в годовом интервале, тогда данный этап освоения разделяется на несколько подэтапов, т.е. количество подэтапов определяется по формуле: $n = \Delta S_i / \Delta S_{\text{don}}$.

Продолжительность промывки засоленных почв при каждом этапе определяется по формуле

$$t_i = N_i / [(V_o + K_\phi) / 2],$$

где V_o – скорость впитывания воды в почву в конце первого часа; K_ϕ – коэффициент фильтрации.

На основе продолжительности промывки (t_i) засоленных почв и климатических условий осваиваемых территорий можно разработать календарный график промывки почвы и орошения возделываемых сельскохозяйственных культур, т.е. для этого необходимо построить график среднемесячных температур воздуха (рис. б).

При этом период промывки засоленных земель определяется датой перехода температуры воздуха через +5 °С и период проведения орошения сельскохозяйственных культур – датой перехода температуры воздуха че-

рез +10 °С, которые позволяют целенаправленно планировать сроки проведения промывки и возделывания сельскохозяйственных культур.



Рис. 6. График среднемесячных температур воздуха для определения периода проведения промывки и орошения (по данным М Кызылорда).

При освоении засоленных земель после проведения промывки, за счет энергетических ресурсов, т.е. транспирации и физического испарения с поверхности почвы за вегетационный период, создается исходящий поток влаги, способствующий возвращению солей в верхний слой почвы. Чтобы не допустить этого гидрогеохимического процесса требуется возделывание сельскохозяйственных культур с учетом их солеустойчивости и определения нормы водопотребления с целью сохранения проектируемого почвообразовательного процесса предусмотренного в каждом этапе освоения засоленных земель.

При этом процесс теплообмена на основе закона сохранения энергии в конкретном географическом районе за известный промежуток времени характеризуется балансом перехода и расхода энергии: $R = LE + B + S$, где LE – затраты тепла на суммарное испарение; R – радиационный баланс; L – скрытая теплота парообразования; S – теплообмен между поверхностью почвы и атмосферой; B – теплообмен между почвенным слоем и подстилающими слоями почвообразующей породы; E – суммарное испарение [15]. В условиях орошения величины B и S близки к нулю, тогда баланс прихода и расхода энергии принимают $R = LE$ или $E = R / L$.

Гидротермический коэффициент («радиационный индекс сухости») это отношение радиационного баланса к затратам тепла на испарение выпавших осадков. Он выражается формулой $\bar{R} = R / LO_c$ (где O_c – атмосферные осадки), т.е. это один из наиболее подходящих для современной практики проектирования критерий оценки почвенно-

мелиоративных условий и потребностей почвообразовательного процесса в водных мелиорациях [1].

Для определения изменчивости теплоэнергетического ресурса осваиваемых засоленных земель можно использовать сумму температур воздуха, накопленных за вегетационный период сельскохозяйственными культурами, на основе их определить радиационный баланс (R_i) за i -ый год по следующей зависимости [16]: $R_i = 13,93 + 0,0079 \cdot \sum t$, где $\sum t$ – интегральная сумма температуры воздуха за вегетационный период в i -том году в °С. При этом радиационный баланс осваиваемых засоленных земель (R_{pi}) расчетной обеспеченности в фиктивном году (P_i) будет равен: $R_{pi} = R_i(0,010 \cdot P_i + 0,484)$.

Для определения радиационного баланса (R_{pi}) внутри вегетационного распределения можно использовать отношение интегральной суммы температуры воздуха за месяц ($\sum t_m$) к интегральной сумме температуры воздуха за вегетационный период ($\sum t$), то есть $K_{ii} = \sum t_m / \sum t$, где K_{ii} – температурный коэффициент вегетационного периода i -го месяца. При этом дефицит водопотребления сельскохозяйственных культур в заданном значении гидротермического коэффициента (\bar{R}_i) можно определить по формуле: $\Delta E_i = (R_{pi} K_{ii} / \bar{R}_i L) - O_{ci}$.

Таким образом, дефицит водопотребности сельскохозяйственных культур при освоении засоленных земель, при соответствующей технологической схеме рассоления почвы определяется с учетом почвенно-мелиоративного состояния промытых земель, что позволяет управлять гидрогеохимическими процессами в почвенной системе (рис. 7).

Предлагаемая технология мобильного управления агробиоценозами при освоении засоленных земель предназначена для хозяйств-землепользователей и реализуется на отдельных полях, формируясь в конкретизированную ландшафтно-мелиоративную адаптивную систему земледелия.

Разработка комплексов агро-мелиоративных мероприятий при освоении засоленных земель для возделывания сельскохозяйственных культур проводится при соблюдении следующих принципов:

- возможное приближение к оптимальному значению основных показателей среды почвообразовательного процесса и произрастания

сельскохозяйственных культур в соответствии с их биологическими особенностями;

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВЫ				ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЙ КОЭФФИЦИЕНТ (\bar{R}_i) АГРОЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ
Степень засоления почвы	Содержание солей в слое почвы 0-100 см (S_i), т/га	Состояние растений - V_i / V_{max}	Вынос солей из почвы (ΔS_i), т/га	
Очень сильнозасоленные	<280.0	0.00	<140.0	$\bar{R}_i \rightarrow 0.60$
Сильнозасоленные	280.0	0.25	140.0	$\bar{R}_i \rightarrow 0.70$
Среднезасоленные	140.0	0.75	70.0	$\bar{R}_i \rightarrow 0.80$
Слабозасоленные	70.0	0.85	35.0	$\bar{R}_i \rightarrow 0.90$
Незасоленные	35.0	1.00	0.00	$\bar{R}_i \rightarrow 1.0$

Рис. 7. Технологическая схема комплексного освоения засоленных земель для возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающая поэтапное восстановление экологической устойчивости и стабильности агроландшафтов.

- рекомендуемые мероприятия должны соответствовать требованиям охраны окружающей среды и среды обитания человека;
- выполнение мероприятий должно осуществляться хозяйствами-землепользователями с необходимой временной цикличностью в промежутках между основными этапами гидро- и агротехнических работ;
- экономическая эффективность мероприятий определяется полнотой и качеством проведения работ в составе каждого комплекса, рекомендованного для хозяйств-землепользователей.

Таким образом, разработка способа освоения засоленных земель, обеспечивает принятие оперативных и обоснованных решений и сохраняет экологическую устойчивость окружающей среды и среды обитания человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Будыко М.И. Глобальная экология. – М.: Мысль, 1977. – 327 с.
2. Вернадский В.И. Научная мысль как планетарное явление – М.: Наука, 1991. – 271 с.
3. Горбачев Р.М. Разработка вопросов эффективности переустройства ГМС в нижнем течении р. Амударья. – Ташкент: САНИИРИ, НТО, 1970. – 54 с.
4. Грамматикати О.Г. Концепция мелиоративных севооборотов на засоленных землях // Мелиорация и водное хозяйство. – 1993. – №1. – С. 29-30.
5. Дедова Э.Б. Повышение природно-ресурсного потенциала деградированных сельскохозяйственных угодий Калмыкии средствами комплексной мелиорации: Автореф. дис. ... доктора сельскохозяйственных наук. – М., 2012. – 45 с.

6. Клод Элвуд Шеннон // Компьютерные вести. 1998. № 21. – [<http://kv.minsk.by/index1998211801.htm>; <http://book.kbsu.ru/theory/chapter3/shannon.html>].
7. Ковда В.А. Проблемы борьбы с опустыниванием и засолением орошаемых почв – М.: Колос, 1984. – 304 с.
8. Количественные методы в мелиорации засоленных почв. – Алма-Ата, 1974. – 174 с.
9. Левич А.П. Структура экологических сообществ. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 181 с.
10. Мустафаев Ж.С. Методологические и экологические принципы мелиорации сельскохозяйственных земель – Тараз, 2004. – 306 с.
11. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Мустафаев К.Ж., Абдешев К.Б. Моделирование засоления и рассоления почвы. – Тараз. – 2013. – 204 с.
12. Никольский Ю.Н., Шабанов В.В. Расчет проектной урожайности в зависимости от водного режима мелиорируемых земель // Гидротехника и мелиорация. – 1986. – №9. – С. 52-56.
13. Одум Ю. Экология / Под ред. академика В.Е. Соколова. – М.: Мир, 1986. – Т. 2. – 376 с.
14. Реймерс Н. Ф. Экология (теории, законы, правила принципы и гипотезы) – М.: Журнал «Россия Молодая», 1994. – 367 с.
15. Сукачев В.Н. Растительные сообщества (введение в фитосоциологию). – Л-М.: Книга, 1928. – 232 с.
16. Телицын В.Л. Концептуальная модель мелиорируемых земель // Мелиорация и водное хозяйство. – 1995. – №4. – С. 21-23.

Поступила 11.06.2015

Техн. ғылымд. докторы	Ж.С. Мұстафаев
Техн. ғылымд. докторы	Ә.Т. Қозыкева
Докторант PhD	Л.К. Жүсіпова

ТҰЗДАНҒАН ЖЕРЛЕРДІ ИГЕРУДІҢ ӘДІСІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-БИОЛОГИЯЛЫҚ ТҰРҒЫДА НЕГІЗДЕУ

Ауылиаруашылық дақылдарын өсіру үшін тұзданған жерлерді игерудің, уақыт масштабының жылдық аралығында белгілі мүмкішілік деңгейіндегі шаю мөлшері тұзданған топыраққа беру арқылы шаюға негізделген әдісі құрылған, ал ол тұзданған топырақты топастыру және өсімдіктердің тұзға төзімділігіне пайдалана отырып, табиғаты үйлестірудің экологиялық сұраныстарына қамтамасыз етуге бағытталған.