

ПРИБЛИЖЕННАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ОТ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ**Радкевич Мария Викторовна**

*д-р техн. наук, профессор,
Национальный исследовательский университет
«Ташкентский институт инженеров ирригации
и механизации сельского хозяйства»,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: maria7878@mail.ru*

Арипов Ислон Кахрамонович

*базовый докторант,
Гулистанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Гулистан
E-mail: aripov_islom@mail.ru*

Очилдиев Отабек Шодиевич

*PhD, заведующий кафедрой,
Термезский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Термез*

APPROXIMATE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL RISKS FROM SOIL SALINIZATION**Maria Radkevich**

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
National Research University "Tashkent Institute
of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers",
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Islom Aripov

*Basic doctoral student,
Gulistan State University,
Republic of Uzbekistan, Gulistan*

Otabek Ochildiev

*PhD, Head of the Department,
Termez Institute of Engineering and Technology,
Republic of Uzbekistan, Termez*

АННОТАЦИЯ

Загрязнение и изменение качества почв является источником экологического риска для природных экосистем и для хозяйственной деятельности человека. В данной статье сделана попытка предварительной оценки экологического риска от засоления почв в Сырдарьинской области Республики Узбекистан. За основной критерий оценки принят суммарный показатель загрязнения. Выявлено, что вся территория Голодной степи находится в ранге зоны экологического риска с вероятностью 75 %.

ABSTRACT

Pollution and changes in soil quality are a source of environmental risk for natural ecosystems and for human economic activity. This article attempts a preliminary assessment of the environmental risk from soil salinization in the Syrdarya region of the Republic of Uzbekistan. The total pollution indicator is taken as the main evaluation criterion. It was revealed that the entire territory of the Hungry Steppe is in the rank of an ecological risk zone with a probability of 75%.

Ключевые слова: почва, засоление, оценка экологического риска, суммарный показатель загрязнения.

Keywords: soil, salinization, environmental risk assessment, total pollution index.

Введение. Проблема орошения засушливых земель издавна стояла перед человечеством XX в, особенно его вторая половина характеризуется

широким развитием орошаемого земледелия на территории Средней Азии и в т. ч. Голодной степи. Как известно, орошение этих земель вызвало явление

их вторичного засоления, что в свою очередь привело к снижению урожая возделываемых культур, а в некоторых случаях даже выводу части земель из сельскохозяйственного оборота [3, 8, 10, 11].

При оценке солей по степени токсичности по 10-балльной шкале, где 1 балл присваивается соли, имеющей наименьшую токсичность, а 10 – наибольшую, соли группируются следующим образом: Na_2SO_4 - 1; NaHCO_3 - 3; MgSO_4 - 3...5; MgCl_2 - 3...5; NaCl - 5...6; Na_2CO_3 - 10 [9].

В почвах Голодной степи представлены хлоридные, сульфатные и карбонатные соли, в том числе и гипс [2].

По материалам массовых обследований хозяйств, расположенных на засоленных почвах, установлено

снижение урожайности сельскохозяйственных культур, которое ориентировочно составляет [6]:

при слабом засолении от 0 до 33 %;

при среднем засолении - 50 %

при сильном засолении от 67 до 83 %

при очень сильном засолении потери урожая практически равны 100 %.

Таким образом, орошение Голодной степи связано с определенными рисками (экологическим, экономическим, социальным).

Для изучения состояния орошаемых почв Голодной степи Узбекским НИИ Почвоведения и агрохимии в 2002-2008 гг проводились мониторинговые исследования в Сыр-Дарьинской и Джизакской областях [3].

Некоторые результаты этих исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Содержание водорастворимых солей в почвах Голодной степи (средневзвешенные величины за годы проведения мониторинга) [3]

№ п/п	Хозяйство, район, почва	Общие запасы солей, т/га		Степень засоления
		По плотному остатку	По хлору	
Сыр-Дарьинская область				
1	Им. Узакова, Сардобинский, Сероземно-луговая	355,88	11,72	Сильно засоленные
2	Им. У.Носира Ак-алтинский, Сероземно-луговая	208,6	14,98	Сильно засоленные
3	Им. С. Сиддикова, Ак-алтинский, Лугово-сероземная	341,6	7,0	Очень сильно засоленные
4	«Пахтакор» Хавастский, луговая	377,86	26,04	Очень сильно засоленные
Джизакская область				
5	Ташкент Мирзачульский Сероземно-луговая	130,06	10,64	Среднезасоленные
6	«Казахстан» Арнасайский Сероземно-луговая	196,56	15,82	Сильно засоленные
7	Им. Х. Алимджана Зафарабадский Лугово-сероземная	373,94	6,02	Сильно засоленные
8	«Андижан» Зарбдорский Лугово-сероземная	136,78	8,26	Среднезасоленные

Видно, что почвы имеют высокую степень засоления. Как известно, любые загрязнения окружающей среды сопряжены с экологическими и геоэкологическими рисками для окружающей среды и хозяйственной деятельности человека. Исследований, посвященных количественной оценке экологических рисков, связанных с засолением почв, практически не проводится. Поэтому целью данной статьи является

проведение предварительной оценки экологического риска от засоления почв в Сырдарьинской области, что послужит базой для дальнейших исследований в этом направлении, и в конечном виде будет служить инструментом для оценки и обоснования мелиоративных мероприятий.

Методы исследования

В настоящее время не существует приемлемой оценки риска мелиоративных мероприятий.

Рассмотрим возможный путь решения этой проблемы. Геоэкологический риск зависит от пространственных и временных характеристик среды. Под статистическим геоэкологическим риском понимается риск, возникающий при случайном выборе места хозяйственной деятельности, без учета конкретных геоэкологических характеристик района, которые изменяются в пространстве и во времени.

Этот случай соответствует хозяйственно-экономической деятельности, осуществляемой на орошаемых территориях, где выбор места в значительной степени определяется не экологическими факторами, а экономическими.

В качестве подхода к оценке рисков предложены расчеты возможных ущербов [13]. Для расчета ущербов часто используется «Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба» [5]. К сожалению, при обосновании гидромелиоративного воздействия данная методика неприменима т.к. в ней не предусмотрен учет затрат на проведение технических мероприятий, необходимых для предотвращения ущербов.

Поскольку в принципе риск при реализации гидромелиоративных мероприятий в той или иной степени неизбежен, необходимо установить его допустимые границы, т.е. численные значения риска, при которых хотя и возможны локальные негативные экологические явления, но устойчивость окружающей среды в целом еще не нарушена. Величина приемлемого экологического риска устанавливается экспертным путем или на основе имитационных прогнозов. Возможный риск R не должен превышать приемлемого риска $R_{\text{прим}}$:

$$R < R_{\text{прим}} \quad (1)$$

В общем случае можно рассматривать состояние геосистемы как:

- Экологически безопасное или устойчивое при $R < R_{\text{прим}}$;
- Экологически опасное или неустойчивое при $R \geq R_{\text{прим}}$;
- Экологически кризисное при $R \gg R_{\text{прим}}$.

В ближайшую задачу исследований авторов входит установление величины приемлемого риска, что позволит перейти к определению ущербов, наносимых гидромелиоративными мероприятиями.

Риск R ущерба от проявления негативных процессов может рассчитываться по формуле [12, 13]:

$$R = P_{\text{неблаг}} \cdot U_{\text{ущерб}} \quad (2)$$

где $U_{\text{ущерб}}$ – ущерб (экологический, материальный, социальный);

$P_{\text{неблаг}}$ – вероятность развития неблагоприятных процессов

$$P_{\text{неблаг}_i} = \frac{N_i}{N} \quad (3)$$

где N_i – число точек пробоотбора, попавших в опасные градации;

N – общее число точек пробоотбора на выбранной территории.

Ущерб $U_{\text{ущерб}}$, наносимый орошаемой территории рядом солей, будем определять через суммарный показатель загрязнения Z_y .

Тогда статистический геоэкологический риск территории вычисляется выражением, определяющим математическое ожидание риска территории:

$$R = \sum_{i=1}^m P_i z_{y_i} \quad (4)$$

Дифференциальный риск для конкретной части территории (например, Голодная степь):

$$R_d = P \cdot Z_y \quad (5)$$

Поскольку при реализации гидромелиоративных мероприятий риск в принципе неизбежен, необходимо установить его допустимые границы, т.е. численное значение риска, при котором устойчивость окружающей среды не нарушена (приемлемый риск). Тогда $R < R_{\text{прим}}$ [7].

С точки зрения принимающего решения по гидромелиоративным мероприятиям приемлемым будет риск, при котором мелиоративные работы возможны (и оправданы).

Для определения приемлемого риска суммарный показатель загрязнения Z_y ранжируется по категориям (табл. 2).

Таблица 2.

Категории суммарного показателя загрязнения почвы Z_y [14]

Z_y	Категории
$-3 \leq Z_y < -1$	Природный фон
$-1 \leq Z_y < 0$	Техногенный фон
$0 \leq Z_y \leq 2$	Экологическая норма
$2 < Z_y \leq 4$	Экологический риск
$4 < Z_y \leq 8$	Компенсированный риск
$8 < Z_y < 16$	Некомпенсированный риск
$Z_y \geq 16$	Бедствие

Суммарный показатель загрязнения определяется по формуле [4]

$$Z_y = \sum_{i=1}^n K_i - (n-1) \quad (6)$$

где K_i – коэффициент, определяемый как $K_i = \frac{C}{ПДК}$;

C – измеренная концентрация загрязняющего вещества;

$ПДК$ – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества;

n – количество загрязнителей

Начало первой градации $Z_y = -3$ соответствует минимально возможному фону при $K_i = 0,06$ для 16 загрязняющих веществ, по своей концентрации не превышающих 1/16 части ПДК.

Поскольку ПДК солей в почвах не установлены, воспользуемся градацией засоленных почв с точки зрения возможности проведения мелиоративных мероприятий (табл. 3).

Таблица 3.

Градация засоленных почв [1, 3, 15]

Кадастровая группа	Степень засоления	Общее содержание солей	Содержание хлора, т/га	Мелиоративное состояние
I	незасоленные	0...50	0...1,4	очень хорошее
II	слабозасоленные	50...100	1,4...4,9	хорошее
III	среднезасоленные	100...200	4,9...9,8	среднее
IV	сильнозасоленные	200...300	9,8...19,6	ниже среднего
V	очень сильно засоленные	>300	>19,6	плохое

Основываясь на данных, приведенных в таблице, в качестве допустимого (безопасного) содержания солей (ПБ) можно рекомендовать $ПБ_{пл.ост.} = 150$ т/га; $ПБ_{Cl} = 7,4$ т/га (мелиоративное состояние среднее).

Тогда K_i определяется по формуле

$$K_i = \frac{C}{ПБ} \quad (7)$$

Результаты исследования

В качестве примера произведем расчет риска мелиоративных работ на основе результатов мониторингового обследования состояния орошаемых земель Голодной степи 2003-2008 гг (табл. 1).

Принимаем следующие исходные данные:

$N = 8$ – общее количество обследованных хозяйств

$N_i = 6$ – число хозяйств, земли которых попали в опасные градации (сильно- и очень сильнозасоленные почвы)

$n = 2$ – количество загрязнителей (I – плотный остаток, II – содержание хлора)

$ПБ_{пл.ост.} = 150$ т/га

$ПБ_{Cl} = 7,4$ т/га

C – измеренное содержание солей (табл. 1)

Результаты подсчетов K_i и Z_y по 8 хозяйствам приведены в табл. 4.

Таблица 4.

Результаты расчета суммарных показателей загрязнения почв по содержанию солей

№ хозяйства	По общему солесодержанию К	По хлору K_{Cl}	Z_y
1	2,373	1,584	3,957
2	1,391	2,024	3,415
3	2,277	0,946	3,223
4	2,519	3,52	6,039
5	0,867	1,438	2,305
6	1,310	2,138	3,448
7	2,493	0,814	3,307
8	0,912	1,116	2,028

$$Z_y^{cp} = 3,465$$

Статистический геоэкологический риск

$$R = P \cdot Z_y^{cp} = 0,75 \cdot 3,465 = 2,599$$

Вероятность неблагоприятного события (сильного засоления)

$$P = \frac{N_i}{N} = \frac{6}{8} = 0,75$$

Обращаясь к табл. 3, приходим к выводу, что вся территория Голодной степи находится в ранге зоны экологического риска с вероятностью 75 %.

Заключение

Принятые в РУз Концепция развития водного хозяйства на 2020-2030 годы предусматривает сокращение площади орошаемых полей, повышение доли территорий, орошаемых с помощью водосберегающих технологий (в том числе капельного орошения), а также сокращение общей площади засоленных земель на 213 тыс.га (из 1935 га), в т.ч. средне- и сильнозасоленных на 177 тыс га.

Однако достижение этих целей невозможно без предварительной всесторонней оценки рисков и планирования мероприятий на основе полученных результатов.

Предварительная оценка геоэкологических рисков в Сырдарьинской области показывает, что существует высокая вероятность экологического риска для всей территории Голодной степи. Такой результат свидетельствует о том, что проводимые в настоящее время мелиоративные мероприятия не дают ожидаемого эффекта, приводя к вторичному засолению почв и повышению существующей степени засоления.

Задачей дальнейших исследований должна быть оценка экологических рисков, возникающих при применении водосберегающих технологий орошения.

Список литературы:

1. Арипов И. Сирдарё вилояти фермер хўжаликларида тупроқ шўрланишини ўрганиш (Оқолтин тумани мисолида). Магистрлик диссертацияси. Тошкент: ТИКСММИ, 2018. - 60 б.
2. Ахмедов А.У., Гафурова Л.А. Оценка современного почвенно-мелиоративного состояния почв Голодной степи // Вып. 3. 2019. № 4 (90).
3. Ахмедов А.У., Номозов Х.К., Холбоев Б.Э., Тошпулатов С.И., Корахонов А.Х. Проблемы засоления и мелиорации земель Узбекистана (на примере голодной степи) // Почвоведение и агрохимия. 2017. № 2. С. 53-61.
4. Базарский О.В., Кочетова Ж.Ю. Энтропия абиотических геосфер и модель для оценки и прогноза их состояния // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера» 2021, т. 13, № 1-2. С. 9-14.
5. Вершков Л.В., Яковлев А.С. и др. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба книга. М.: Госкомитет РФ по охране окружающей среды, 1999.
6. Гулиев А.Г. Засоление – глобальная экологическая проблема в орошаемом земледелии // Пермский аграрный вестник № 4 (8) 2014. С. 32-43.
7. Исаева С.Д. Методология обоснования мелиорации с учетом экологической устойчивости геосистем. Дисс..... д.т.н. Москва: Российская академия сельскохозяйственных наук, 2004. - 323 с.
8. Кузиев Р.К., Гафурова Л.А., Абдрахмонов Т.А. Почвенные ресурсы Узбекистана и вопросы продовольственной безопасности. Глава из книги // Земельные ресурсы и продовольственная безопасность Центральной Азии и Закавказья. Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций. Рим, 2016. С. 75-128.
9. Манжина С.А. К вопросу выявления химизма и степени засоления почв: российские и зарубежные практики // Мелиорация и гидротехника. 2021. Т. 11, № 3. С. 163–181.
10. Панкова Е.И. Дистанционный мониторинг засоления орошаемых почв хлопкосеющей зоны // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2014. Вып. 74. С. 20-31
11. Панкова Е.И. Засоление орошаемых почв среднеазиатского региона: старые и новые проблемы // Аридные экосистемы, 2016, том 22, № 4 (69), с. 21-29.
12. Рагозин А.Л. Общие положения оценки и управления риском // Геоэкология. 1999. № 5. С. 417-429.
13. Рюмина Е.В. Экономический анализ ущерба от экологических нарушений. М.: Наука, 2009.- 331 с.
14. Фонова С.И. Научно-методический аппарат оценки геоэкологического риска загрязнения тяжелыми металлами в зоне автодорог первой категории. Дисс.... к.т.н. Воронеж: Воронежский гос. ун-т, 2017. - 135 с.
15. Eltazarov S. Soil salinity assessment in Syrdarya Province, Uzbekistan. Master Thesis report MES-2016-08. Wageningen, The Netherlands. 2016.