

## ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОГО КАРКАСА ОРОШАЕМЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ В НИЗОВЬЯХ РЕКИ СЫРДАРЬИ

Н.П. Карпенко<sup>1</sup>, Ж.С. Мустафаев<sup>2</sup>, А.Т. Козыкеева<sup>2</sup>, Ж.Е. Ескермесов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Москва, Россия;

<sup>2</sup>Казахский национальный аграрный университет, г Алматы, Казахстан;

<sup>3</sup>Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

Функционирование орошаемого агроландшафта предполагает наличие постоянного антропогенного, в том числе мелиоративного, воздействия на все его компоненты, которые могут быть различным по интенсивности и продолжительности. Поэтому, чтобы предотвратить возможность возникновения необратимых изменений, важно предвидеть результаты этих воздействий, знать предельно допустимые величины нагрузок, а также уровень устойчивости составляющих агроландшафтов к антропогенному фактору и экологической опасности функционирования орошаемых агроландшафтов.

Экологическая опасность функционирования орошаемых агроландшафтов определяется экологическими требованиями, которые представляют собой комплекс ограничений по природопользованию и условий сохранения окружающей среды в процессе мелиоративной деятельности и дают возможность получить экологически обоснованную величину продуктивности сельскохозяйственных культур, соответствующих затратам солнечной энергии на почвообразовательный процесс [1; 2].

На основе выше приведенных принципов мелиорации сельскохозяйственных земель можно сформировать экологические требования для обеспечения эколого-мелиоративной устойчивости, то есть разработать эколого-мелиоративные мероприятия, обеспечивающие коэффициент эколого-мелиоративной устойчивости гидроагроландшафтов в пределах  $K_{эму} > 0,40$ , что обеспечивается оптимизацией инфраструктуры эколого-мелиоративных каркасов орошаемых агроландшафтов в низовьях реки Сырдарьи [2; 3].

При этом, начальными условиями оценки целесообразности проведения эколого-мелиоративных мероприятий, обеспечивающих коэффициент эколого-мелиоративной устойчивости гидроагроландшафтов является качество воды реки Сырдарьи, являющейся источником орошения сельскохозяйственных культур и регулирования гидрогеохимического режима почвы гидроагроландшафтов.

Для принятия решения о целесообразности использования водных ресурсов реки Сырдарьи для регулирования гидрогеохимического режима почвы гидроагроландшафтов можно использовать методологический подход, разработанный Ж.С. Мустафаевым [2], то есть соотношение концентрации почвенного раствора ( $C_p^n$ ) в зависимости от степени засоления почвы к минерализации речных вод ( $C_o^e$ ):  $K_n^e = C_p^n / C_o^e$ , то есть если  $K_n^e = C_p^n / C_o^e > 1,0$ , тогда речные воды пригодны для регулирования гидрогеохимического режима почвы гидроагроландшафтов, если  $K_n^e = C_p^n / C_o^e < 1,0$ , тогда не пригодны.

В настоящее время минерализация воды реки Сырдарьи в створе Шардара 1,8 г/л, что показывает возможность использования их для регулирования гидрогеохими-

ческого режима от средnezасоленных до сильнозасоленных почв гидроагроландшафтных систем Кызылординской области.

Для оптимизации инфраструктуры эколого-мелиоративных каркасов орошаемых агроландшафтов можно использовать модель коэффициента эколого-мелиоративной устойчивости гидроагроландшафтов ( $K_{эму}$ ), то есть:

$$K_{эму} = \frac{1}{5} (K_{эснз} + K_{эссв} + K_{эсспз} + K_{эссв} + K_{эсосз})$$

где  $K_{эснз}$  - коэффициент эколого-мелиоративной устойчивости незасоленных гидроагроландшафтов;  $K_{эссз}$  - коэффициент эколого-мелиоративной устойчивости слабозасоленных гидроагроландшафтов;  $K_{эсспз}$  - коэффициент эколого-мелиоративной устойчивости средnezасоленных гидроагроландшафтов;  $K_{эссв}$  - коэффициент эколого-мелиоративной устойчивости сильнозасоленных гидроагроландшафтов;  $K_{эсосз}$  - коэффициент эколого-мелиоративной устойчивости очень сильнозасоленных гидроагроландшафтов.

Для оценки эколого-мелиоративной устойчивости почвы гидроагроландшафтных систем по степени засоления можно использовать следующие формулы:

$$K_{эси} = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n f_i \cdot k_3 \cdot k_m \cdot k_d \right) \text{ или } K_{эму} = \frac{1}{n} \left( k_3 \cdot \frac{F_3}{F_0} + k_2 \cdot \frac{F_2}{F_0} + k_m \cdot \frac{F_M}{F_0} \right),$$

где  $f_i$  - площадь  $i$ -ых элементов гидроагроландшафтов (степень засоления, глубина залегания и минерализация грунтовых вод), входящих в ее состав, то есть  $f_i = F_i / F_0$ , здесь  $F_i$  - площадь  $i$ -ых элементов гидроагроландшафтов, га;  $F_0$  - общая площадь агроландшафтов;  $k_3$  - коэффициент, учитывающий экологическую значимость засоленных земель;  $k_2$  - коэффициент, учитывающий экологическую значимость глубины залегания грунтовых вод;  $k_m$  - коэффициент, учитывающий экологическую значимость минерализации грунтовых вод;  $F_3$  - площадь гидроагроландшафтов по степени засоления;  $F_2$  - площадь гидроагроландшафтов по глубине залегания грунтовых вод;  $F_M$  - площадь гидроагроландшафтов по степени минерализации грунтовых вод.

На основе приведенного методологического подхода произведена оптимизация инфраструктуры эколого-мелиоративных каркасов орошаемых агроландшафтов (гидроагроландшафтов) в низовьях реки Сырдарьи, то есть на примере Тогускенского и Казалинского массива орошения (табл. 1).

Как видно из таблицы 1, поэтапное улучшение эколого-мелиоративного состояния гидроагроландшафтных систем в низовьях реки Сырдарьи показало, что на первом этапе перевод сильнозасоленных почв в средnezасоленные почвы может обеспечить повышение коэффициента эколого-мелиоративной устойчивости гидроагроландшафтов до 0,261-0,323, то есть перевести эколого-мелиоративное состояние почвы от очень неустойчивого состояния в неустойчивое состояние. При втором этапе, когда сильнозасоленные и средnezасоленные почвы переводятся в слабозасоленные почвы, коэффициент эколого-мелиоративной устойчивости гидроагроландшафтов повышается до 0,429-0,440, то есть обеспечивает эколого-мелиоративную устойчивость гидроагроландшафтов близкую к природным условиям низовья реки Сырдарьи. Следует отметить, что в сложившихся условиях улучшение эколого-мелиоративное состояние агроландшафтных систем в низовьях реки Сырдарьи в короткий срок осуществить практически невозможно. Следовательно, для проведения первого этапа тре-

буется минимум пять лет, а второго этапа - десять лет, так как уровень годового повышения коэффициента эколого-мелиоративной устойчивости гидроагрландшафтов принят равным 0,015 на основе рекомендаций Н.Ф. Реймерса с точки зрения обеспечения предельно-допустимой нагрузки природной системы [4].

Таблица 1 - Оптимизация инфраструктуры эколого-мелиоративных каркасов орошаемых агроландшафтов (гидроагроландшафтов) в низовьях реки Сырдарья

Показатели	Степень засоления почвы				$K_{эму}$
	незасоленные	слабо-засоленные	среднее засоленные	сильно-засоленные	
Тогускенский массив					
Существующие инфраструктуры эколого-мелиоративных каркасов					
$f_3$	0.270	0.093	0.538	0.099	
$k_3$	1.00	0.85	0.65	0.35	
$f_3 \cdot k_3$	0.270	0.079	0.350	0.035	
$f_2$	0.384	0.314	0.158	0.144	
$k_2$	0.95	0.85	0.75	0.65	
$f_2 \cdot k_2$	0.364	0.267	0.119	0.094	
$f_M$	0.088	0.119	0.111	0.682	
$k_M$	1.00	0.85	0.75	0.50	
$f_M \cdot k_M$	0.088	0.101	0.083	0.341	
$K_{эси}$	0.240	0.149	0.181	0.157	0.182
Оптимизация инфраструктуры эколого-мелиоративных каркасов (1-этап)					
$f_3$	0.270	0.093	0.637		
$k_3$	1.00	0.85	0.65		
$f_3 \cdot k_3$	0.270	0.079	0.414		
$f_2$	0.384	0.314	0.302		
$k_2$	0.95	0.85	0.75		
$f_2 \cdot k_2$	0.364	0.267	0.227		
$f_M$	0.088	0.119	0.793		
$k_M$	1.00	0.85	0.75		
$f_M \cdot k_M$	0.088	0.101	0.594		
$K_{эси}$	0.240	0.149	0.411		0.267
Оптимизация инфраструктуры эколого-мелиоративных каркасов (2-этап)					
$f_3$	0.270	0.730			
$k_3$	1.00	0.85			
$f_3 \cdot k_3$	0.270	0.621			
$f_2$	0.384	0.616			
$k_2$	0.95	0.85			
$f_2 \cdot k_2$	0.364	0.524			
$f_M$	0.088	0.912			
$k_M$	1.00	0.85			
$f_M \cdot k_M$	0.088	0.775			
$K_{эси}$	0.240	0.640			0.440

Показатели	Степень засоления почвы				$K_{эму}$
	незасоленные	слабо-засоленные	среднее засоленные	сильно-засоленные	
<b>Казалинский массив</b>					
<b>Существующие инфраструктуры эколого-мелиоративных каркасов</b>					
$f_3$	0.05	0.237	0.250	0.433	
$k_3$	1.00	0.85	0.65	0.35	
$f_3 \cdot k_3$	0.05	0.201	0.163	0.152	
$f_2$	0.226	0.161	0.480	0.133	
$k_2$	0.95	0.85	0.75	0.65	
$f_2 \cdot k_2$	0.215	0.137	0.360	0.086	
$f_M$	0.092	0.154	0.216	0.548	
$k_M$	1.00	0.85	0.75	0.50	
$f_M \cdot k_M$	0.092	0.131	0.162	0.274	
$K_{эци}$	0.119	0.156	0.228	0.171	0.169
<b>Оптимизация инфраструктуры эколого-мелиоративных каркасов (1-этап)</b>					
$f_3$	0.05	0.237	0.683		
$k_3$	1.00	0.85	0.65		
$f_3 \cdot k_3$	0.05	0.201	0.444		
$f_2$	0.226	0.161	0.613		
$k_2$	0.95	0.85	0.75		
$f_2 \cdot k_2$	0.215	0.137	0.460		
$f_M$	0.092	0.154	0.764		
$k_M$	1.00	0.85	0.75		
$f_M \cdot k_M$	0.092	0.131	0.573		
$K_{эци}$	0.119	0.156	0.694		0.323
<b>Оптимизация инфраструктуры эколого-мелиоративных каркасов (2-этап)</b>					
$f_3$	0.05	0.92			
$k_3$	1.00	0.85			
$f_3 \cdot k_3$	0.05	0.782			
$f_2$	0.226	0.774			
$k_2$	0.95	0.85			
$f_2 \cdot k_2$	0.215	0.658			
$f_M$	0.092	0.918			
$k_M$	1.00	0.85			
$f_M \cdot k_M$	0.092	0.780			
$K_{эци}$	0.119	0.740			0.430

**Список использованных источников**

1. Карпенко Н.П., Мустафаев Ж.С., Ескермесов Ж.Е. Анализ экологической ситуации и комплексная мелиоративная оценка состояния орошаемых агроландшафтов в низовьях реки Сырдарьи // Природообустройство, 2015.- №2.- С.8-12.
2. Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д. Адаптивно-ландшафтные мелиорации земель в Казахстане.- Тараз, 2012.- 538 с.

3. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. Бассейн Аральского моря: прошлое, настоящее и будущее.- Тараз, 2012.-318 с.

4. Реймерс Н.Ф. Экология. Теория, законы, правила, принципы и гипотезы.-М.: Россия молодая, 1994.- 367 с.

УДК 631.61

## **РЕЗУЛЬТАТЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЁННОЙ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПОЧВЫ С ПОМОЩЬЮ КОМБИНИРОВАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ КАРБОНАТНОГО САПРОПЕЛЯ И УГЛЕВОДОДОКИСЛЯЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ**

**Л.В. Кирейчева<sup>1</sup>, А.В. Ильинский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Москва, Россия

<sup>2</sup>Мещерский филиал ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Рязань, Россия

Нефте- и нефтепродуктопроводные системы можно оценить как комплекс взрывопожарных объектов, представляющий постоянную угрозу населению и окружающей среде, что определяется физико-химическими свойствами транспортируемых углеводородов, а также сложившимися в настоящее время особенностями эксплуатации данного вида транспорта [1, 2]. Одним из характерных и наиболее опасных по своим последствиям видов чрезвычайных ситуаций в данном случае являются аварийные разливы нефти и нефтепродуктов, влекущие ущерб здоровью людей и окружающей природной среде, приводящие нередко к человеческим жертвам, а также к значительным материальным и финансовым потерям, нарушению условий жизнедеятельности людей, производственной деятельности предприятий и выбытию земель из сельскохозяйственного оборота [3, 4]. При попадании нефти и других токсических веществ в почву происходят глубокие изменения химических, физических, микробиологических свойств почвы, а иногда и существенная перестройка всего почвенного профиля [3, 5, 6]. В этой связи, высокий научный интерес и актуальное практическое значение в настоящее время для подверженных загрязнению нефтью и продуктами её переработки почв земель сельскохозяйственного назначения юга центрального Нечерноземья России приобретает разработка инновационных приёмов очистки, основанных на интенсификации процессов биодеструкции поллютантов [7, 8].

Биологический метод очистки является наиболее экологически чистым. Область его применения лимитируется следующими факторами: содержанием и химическим составом нефтепродуктов, глубиной их проникновения в почву, активностью углеводородоокисляющих микроорганизмов, а также температурой, кислотностью, влажностью, обеспеченностью элементами минерального питания, физико-химическими свойствами очищаемой почвы, включая степень аэрации [9, 10, 11, 12]. Основными биодеструкторами нефтепродуктов являются аэробные хемогетеротрофные бактерии родов: *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Micrococcus*, *Nocardia* и др., а также микроскопические грибы родов: *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Aureobasidium* [13, 14]. В процессе утилизации нефтепродуктов особенно активны бактерии рода *Pseudomonas*, поскольку они одинаково легко используют моноциклические ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилол), альдегиды (формальдегид, ацетальдегид), спирты (метанол, глицерин) и другие более сложные соединения [15]. К настоящему времени разработано большое количество отечественных и зарубежных биопрепаратов на основе углеводородоокисляющих микроорганизмов [9, 11]. Большой популярностью пользуются мик-