

всем протяжении реки Сырдарьи. Так, в среднем за многолетний год содержание ионов SO_4^{2-} , определяющее класс гидрохимического режима, в створе выше устья реки Келес в 1,67 раза превышает их содержание по створу у кишлака Каль. Из катионной группы содержание Ca^{2+} в створе «выше устья р. Келес» в 2,08 раза, Mg^{2+} в 1,46 раза, $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ в 1,97 раза превышает их содержание по створу у кишлака Каль [7-8].

Таким образом, антропогенное воздействие на минерализацию воды реки Сырдарьи связано главным образом с использованием воды для орошения и регулирующим влиянием водохранилищ, то есть уменьшение стока Сырдарьи привело к ухудшению гидролого-гидрохимического и гидробиологического режимов не только дельтовых озер и низовья реки.

Список использованных источников

1. Мустафаев Ж.С., Пулатов К., Козыкеева А.Т. Мустафаева Л.Ж. Экологическая оценка природных систем в зонах бассейна Аральского моря (Аналитический обзор). - Тараз, 1997.- 80 с.
2. Мустафаев Ж.С., Пулатов К., Козыкеева А.Т. Мустафаева Л.Ж. Пути улучшения природно-экологической ситуации вбассейне Аральского моря (Аналитический обзор). -Тараз, 1997. - 80 с.
3. Козыкеева А.Т. Пути улучшения почвенно-мелиоративной и экологической обстановки в низовьях реки Сырдарьи. Автореферат дисс. к.т.н. -Тараз: 1998. - 22 с.
4. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. Бассейн Аральского моря: прошлое, настоящее и будущее. – Тараз, 2012. -318 с.
5. Бурлибаев М.Ж., Бурлибаева Д.М., Муртазин Е.Ж., Муртазина А.С., Сейтова С.С. Об экологическом аспекте взаимосвязи загрязнения поверхностного стока и здоровья населения в бассейне реки Сырдарьи // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной к 70-летию Института географии АО ЦНЗМО РК // Географические проблемы устойчивого развития: теория и практика. - Алматы, 2008. - С. 354-370.
6. Мукашева А. С., Лопарева Т. Я. Генетическая однородность ионно-солевого состава воды Балхаш-Илейского и Арало-Сырдарьинского бассейнов //Вестник Астраханского государственного технического университета.серия: рыбное хозяйство. - 2013.-№2.-С. 111-115.
7. Козыкеева А.Т., Ескермесов Ж.Е., Кусмухамбетов Н.М., Асатова Е.С. Геоэкологические оценки качества жизни населения в низовьях реки Сырдарьи //Материалы республиканской научно-практической конференции магистрантов, докторантов и молодых ученых на тему «Наука и современность -2015», посвященная реализации Послания Президента РК народу Казахстана «НҰРЛЫ ЖОЛ – ПУТЬ В БУДУЩЕЕ». -Тараз, 2015. - С.
8. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Ескермесов Ж.Е., Кусмуханбетов Н.М. Гидрогеохимические аспекты формирования природно-техногенной системы в низовьях реки Сырдарьи в условиях антропогенной деятельности. Гидрометеорология и экология, 2014. - №3. – С. 103-115.

УДК502/504

ОЦЕНКА «ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СЛЕДА» ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ СИСТЕМЫ КАЗАХСТАНА

К.Б. Койбагарова, К.Ж. Мустафаев

ТОО «НТО Гидротехника и мелиорация», г. Алматы, Казахстан

Методика расчета «экологического следа» подготавливается международной организацией GlobalFootprintNetwork. В общем случае экологический след каждого элемента определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{ki} = C_i / Y_i \cdot f \cdot E_f, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{ki}$ - «экологический след» каждого элемента; C_i - годовое потребление элемента; Y_i - продуктивность земли или выход каждого ее элемента по назначению, например, пастбище, сенокос и другие; f - фактор урожайности (YieldFactor); E_f - эквивалентный фактор (EquivalenctFactor) [2].

Следовательно, «экологический след» определенного элемента вычисляется как годовое потребление этого элемента (C_i), деленное на продуктивность земли (Y_i) и это соотношение умножается на фактор урожайности (f) и фактор эквивалентности (E_f), который составляет следующие величины: пахотные угодья - 2,415, малопригодные пахотные угодья - 1,79, лес - 1,365, пастбища - 0,525, внутренние и морские воды - 0,360, застроенные земли - 2,210 и рыбоводческие территории - 0,400.

Общий «экологический след» ($\mathcal{E}C$) определяется как сумма экологических следов всех вычисленных элементов определенной популяции:

$$\mathcal{E}C = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{ki}, \quad (2)$$

Для определения «экологического следа» необходимо рассчитать значение шести его элементов: растениеводческого следа (Cl); пастбищного следа (Gl); рыбохозяйственного следа (Fg); лесохозяйственного следа (F); энергетического следа (E); следа инфраструктуры (I). Для каждого из этих элементов характерен единый принцип расчета: объемы внутреннего потребления переводят в эквивалентную площадь со среднемировой продуктивностью, выраженную в мга, и эта площадь делится на количество населения страны. Затем шесть показателей суммируются, и определяется «экологический след» в расчете на душу населения, который является более наглядным показателем, так как учитывает количество населения, непосредственно осуществляющее внутреннее потребление.

Объем внутреннего потребления (DC) рассчитывается по формуле:

$$DC = DP + Sl + I_m - Ex - S_2, \quad (3)$$

где DP - производство внутри страны; Sl - запасы на начало года; I_m - импорт; Ex - экспорт; S_2 - запасы на конец года.

Следует отметить, что объемы внутреннего потребления при расчете «экологического следа» зарубежными специалистами проводятся по упрощенной формуле $DC = DP + I_m - Ex$, что приводит к некоторому (впрочем, незначительному) искажению данных.

Растениеводческий след (Cl) показывает, какая площадь территории со среднемировой продуктивностью необходима для удовлетворения внутреннего потребления продуктов растениеводства. Общая формула растениеводческого следа имеет вид [2]:

$$Cl = \sum_{i=1}^n (C_i^d / P_i^d), \quad (4)$$

где n - число статей внутреннего потребления продуктов растениеводства; C_i^d - объем внутреннего потребления i -го продукта растениеводства; P_i^w - среднемировая продуктивность i -го продукта растениеводства. Растениеводческий след на душу населения $\overline{Cl} = Cl / N_b$, где N_b - численность населения (табл. 1) [6-8].

Таблица 1 - Растениеводческий след для Республики Казахстан

№	Продукты растениеводства	Внутреннее потребление, кг	Среднемировая продуктивность, кг/мга	Общереспубликанский растениеводческий след, мга
1	Пшеница	2658795300	3211.45	827911.16
2	Рис	405479200	4418.48	31768.93
3	Ячмень	3372627100	2964.94	1137502.65
4	Кукуруза	441152100	5421.68	81368.16
5	Рожь	82936000	2821.06	23398.88
6	Овес	317036000	2438.59	130007.91
7	Гречиха	108304800	971.74	111454.50
8	Картофель	696798531	19386.73	35942.04
9	Зернобобовые	23454000	936.21	25052.10
11	Овощи	1231550892	15330.81	83331.76
12	Соя	50026176	2459.27	20341.90
13	Табак	27484300	1797.18	15293.02
14	Фрукты	252792025	7886.45	32054.00
15	Сахар	612116500	49735.51	12307.43
16	Хлопок	110915100	2179.54	50889.22
17	Растительное масло	402202000	1379.40	231577.49
18	Кормовые травы	1371500000	14877.72	92184.8
19	Чай	46371500	1443.86	32116.34
20	Кофе	9298300	825.44	11264.66
21	Просо	48139000	971.74	43538.97
Общий растениеводческий след $Cl^d = \sum_{i=1}^n C_i^d / P_i^d = 3029305.92$ мга				
Растениеводческий след на душу населения $Cl^d / N_i = 0.182$ мга/чел				

Как видно из таблицы 1, растениеводческий след для Республики Казахстан определен на основе данных потребительской корзины, в которые входит 21 продукт, и общий объем их составляет 3029305.92 мга, и на душу населения: $Cl^d / N_i = 0.182$ мга/чел.

Пастбищный след (Gl) показывает количество гектаров пастбищ со среднемировой продуктивностью, необходимых для удовлетворения внутреннего потребления продуктов животноводства. Общая формула для определения пастбищного следа имеет вид [2]:

$$Gl = \sum_{i=1}^n (G_i^d / P_i^w), \quad (5)$$

где n - число статей внутреннего потребления продуктов животноводства; G_i^d - объем внутреннего потребления i -го продукта животноводства; P_i^w - среднемировая продуктивность i -го продукта животноводства. Расчет пастбищного следа Республики Казахстан приведен в таблице 2.

Таблица 2 - Пастбищный след для Республики Казахстан

№	Продукты растениеводства	Внутреннее потребление, кг	Среднемировая продуктивность, кг/мга	Общереспубликанский растениеводческий след, мга
1	Говядина	245128262.4	1100.0	222843.9
2	Свинина	68369107.2	858.0	73684.3
3	Баранина	85602508.8	821.7	104177.3
4	Мясо птицы	150078528.0	508.2	295313.9
5	Другие виды мяса	110027587.2	821.7	133938.9
5	Шерсть	9232000	16.665	553975.4
6	Кожа	13530600	16.665	811917.2
7	Молоко	529870500	24107.6	21979.4
8	Яйца, шт	2014387354	262.57	511454.1
9	Масло животное	63366489.6	1379.4	45937.7
10	Сметана и сливки	60031411.2	24107.6	2490.1
Общий пастбищный след $Gl^d = \sum_{i=1}^n G_i^d / P_i^d = 26437733$ мга				
Пастбищный след на душу населения $Gl^d / N_i = 0.159$ мга/чел				

Рыбохозяйственный след (F_g) определяет площадь акваторий, обладающих среднемировой продуктивностью, необходимой для производства рыбы и морепродуктов в объемах, соответствующих внутреннему потреблению страны. Отсюда общий рыбохозяйственный след составляет [2]:

$$F_g = F^d / P_f^d, \quad (6)$$

где F^d - объем внутреннего потребления рыбы и рыбопродуктов; P_f^w - среднемировая продуктивность рыбы и рыбопродуктов, а рыбохозяйственный след на душу населения $\overline{F_g} = F_g / N_b$. Расчет рыбохозяйственного следа для Республики Казахстан приведен в таблице 3.

Таблица 3 - Рыбохозяйственный след для Республики Казахстан

п	Продукты растениеводства	Внутреннее потребление, кг	Среднемировая продуктивность, кг/мга	Общереспубликанский растениеводческий след, мга
1	Рыбы и морепродукты	151746067.2	83.77	1311460.8
Общий рыбохозяйственный след $F_g^d = \sum_{i=1}^n F_{gi}^d / P_i^d = 1311460.8$ мга				
Рыбохозяйственный след на душу населения $F_g^d / N_i = 0.079$ мга/чел				

Лесохозяйственный след (F) показывает, какая площадь лесов со среднемировой продуктивностью необходима для удовлетворения внутреннего потребления продуктов лесного хозяйства. Общая формула для расчета лесохозяйственного следа имеет вид [111]:

$$F^d = \sum_{i=1}^n (F_i^d / P_i^w), \quad (7)$$

где n - количество продуктов лесного хозяйства; F^d - внутреннее потребление i -го продукта лесного. Лесохозяйственный след на душу населения $\bar{F} = F / N_b$. Расчет лесохозяйственного следа для Республики Казахстан приведен в таблице 4.

Таблица 4 - Лесохозяйственный след для Республики Казахстан

п	Продукты лесного хозяйства	Внутреннее потребление, м³	Среднемировая продуктивность, м³/мга	Общереспубликанский растениеводческий след, мга
1	Лесоматериалы	1681700	5.6644	236910.3
2	ДВП	24212100		4274433.3
Лесохозяйственный след $F^d = \sum_{i=1}^n F_i^d / P_i^d = 4511343.6$ мга				
Лесохозяйственный след на душу населения $F^d / N_i = 0.271$ мга/чел				

Энергетический след (E) может рассчитываться по двум методикам. Первая предполагает учет структуры энергетического баланса. Внутреннее энергопотребление Республики Казахстан составляет 975.2×10^{12} ккал, удельная теплоемкость дерева - 2150 ккал/кг. Тогда масса дров, которая понадобилась бы для удовлетворения внутренних потребностей Республики Казахстан в энергии при использовании в качестве энергоносителя только дров: $975.2 \times 10^{12} \text{ ккал} / 2150 \text{ ккал/кг} = 453\,581\,395\,348 \text{ кг}$. Средняя плотность дерева составляет 520 кг/м^3 , тогда соответствующий объем древесины равен: $m / \rho_i = 453\,581\,395\,348 \text{ кг} / 520 \text{ кг/м}^3 = 372\,271\,914,13 \text{ м}^3$. При среднемировой продуктивности леса, равной $4.046 \text{ м}^3/\text{мга}$, такой объем потребления древесины эквивалентен энергетическому следу, равному - $m / \rho_i \cdot g = 372\,271\,914,13 \text{ м}^3 / 4.046 \text{ м}^3/\text{мга} = 92\,009\,865.8 \text{ мга}$. Энергетический след на душу населения Республики Казахстан составляет $m / \rho_i \cdot g \cdot N_i = 92\,009\,865.8 \text{ мга} / 16675392 = 5.52 \text{ мга/чел}$.

След инфраструктуры (I) всегда равен экологической емкости территории, занятой под объекты инфраструктуры, то есть жилья, транспорта и производственных мощностей [8]. На долю населенных пунктов приходится 20.0 млн. га - 7.4 %; земли промышленности, транспорта, связи, обороны и иного несельскохозяйственного назначения занимают 11.7342 млн. га - 4.1 %. При этом, след инфраструктуры можно определить по формуле: $I = 31734200 \times 2.415 \times 0.7875 = 63352498.2 \text{ мга}$. След инфраструктуры на душу населения Республики Казахстан составляет $\bar{I} = 63352498.2 \text{ мга} / 16675392 = 3.52 \text{ мга/чел}$.

«Экологический след» на душу населения рассчитывается по формуле:

$$EF = \bar{Cl} + \bar{Gl} + \bar{F_g} + \bar{F} + \bar{E} + \bar{I} . \quad (8)$$

На основе полученных данных (табл. 1-4) построена гистограмма экологического следа на душу населения Республики Казахстан [5] и определено, что общий «экологический след» на душу населения Республики Казахстан составляет 9.731 мга/чел.

Список использованных источников

1. Мельник Л.Г., Хенс Л. Социально-экономический потенциал устойчивого развития: учебник. - Сумы: ИТД «Университетская книга», 2007. - 1120 с.
2. Мозговая О. С. Применение концепции «Экологический след» для расчета резервов экологической емкости с целью определения рекреационной нагрузки в национальных парках Беларуси // Журнал международного права и международных отношений, 2007. - №2. - С.85-93.
3. Ружевич Ю. Экологический след как новый количественный индикатор устойчивого развития. - 2010 - 9 с.
4. Кубатко А. В. Научный подход к определению экологического следа, как индикатора устойчивого развития на уровне региональных экономик // Механізм регулювання економіки, 2009. - №1. - С.194-202.
5. Мустафаев Ж.С. Методологические основы экологической оценки емкости природных систем. - Тараз, 2014. - 316 с.
6. Баланс ресурсы и использования важнейших видов сырья, продукции производственно-технического назначения и потребительских товаров по Республике Казахстан (статистический сборник). - Астана, 2008. - 120 с.
7. Сельское, лесное и рыбное хозяйство в Республике Казахстан (статистический сборник). - Астана, 2008. - 230 с.
8. Охрана окружающей среды и устойчивости развития Казахстана (статистический сборник). - Астана, 2008. - 270 с.

УДК 528.94:55

ЭРОЗИЯ СКЛОНОВ - ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛЫХ РЕК

Н. В. Коломийцев, Б. И. Корженевский

ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова», г. Москва, Россия

При оценке негативного воздействия плоскостной эрозии главное внимание уделяется потерям плодородия почв и, как следствие, потери урожая. При этом часто игнорируются другие последствия, такие, как заиление и загрязнение водоемов, нарушение структуры и снижение устойчивости ландшафта к негативным воздействиям и др. Миграция загрязняющих веществ и поступление их в водные объекты приводят к загрязнению последних различными химическими элементами и соединениями.

Несмотря на то, что для ряда территорий существует достаточно много экспериментальных данных о смыве почв по типам рельефа [1], немало объектов, для которых эти данные отсутствуют. В этом случае следует использовать морфометрические показатели рельефа в количественном выражении. Для этого составляются шкалы балльной оценки каждого показателя. Степень проявления эрозии определяется по следующим шести группам: 1 – очень слабая, 2 – слабая, 3 – умеренная, 4 – значительная, 5 – сильная и 6 – катастрофическая [2]. Также можно использовать логико-графическую схему эволюции склонов в ходе эволюционно-аккумулятивных процессов [3], которая показывает, что форма склонов является отражением этих про-