

УДК 502/504

Канд. экон. наук К.Ж. Мустафаев*
Доктор техн. наук З.К. Маймеков**

**«ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СЛЕД» ОСНОВА ДЛЯ ОЦЕНКИ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ ПРИРОДНОЙ СИСТЕМЫ
КАЗАХСТАНА**

*ЭКОЛОГИЯ, СЛЕД, ОЦЕНКА, ЕМКОСТЬ, ПРИРОДА, СИСТЕМА,
СРЕДА, ВОДА*

На основе анализа международного опыта и методологии расчета «экологического следа», произведена оценка экологической емкости, которая необходима для сравнения объемов потребления с возможностями биосферы для их стабильного удовлетворения без нарушения экологической устойчивости.

Основным ресурсом устойчивого развития является природный капитал – экологические «товары» и «услуги», которые предоставляет нам природа: продукты питания, питьевая и техническая вода, условия для отдыха и поддержания здоровья, источники энергии, пространство для строительства жилищ и транспортных магистралей, сырье для промышленности.

Одним из таких показателей устойчивого развития является экологический след (ecological footprint), или футпринт (от англ. foot – нога, print – отпечаток) – «след», который оставляет воздействие на окружающую природную среду отдельного человека, страны, человечества в целом. Экологический след отражает, в какой степени хозяйство конкретного региона соответствует емкости природных экосистем [3].

Экологический след – это условное понятие, отражающее потребление человечеством ресурсов биосферы и измеряется в гектарах биологически продуктивной поверхности планеты, т.е. мера воздействия человека на среду обитания, которая позволяет рассчитать размеры прилегающей территории, необходимой для производства потребляемых нами ресурсов и хранения отходов. Этот термин впервые был введен в 1992 г. канадским

* ТОО «НТО Гидротехника и мелиорация»,

** Кыргызско-Турецкий университет «Манас»

экологом В. Рисом и его аспирантом М. Векернагелом. Данный показатель на сегодня является одним из наиболее распространенных индикаторов устойчивости, т.е. наблюдается такое использование природных ресурсов, которое не наносит экологического вреда [3]. Этот индикатор еще называют «показателем давления на природу». Он помогает установить, сколько земельных и водных ресурсов используется человеком (городом, регионом, бизнес-организацией) для производства, потребления и утилизации, необходимых для его жизнедеятельности товаров и услуг. Такая экологическая нагрузка, оказываемая на природную среду, может быть представлена и охарактеризована индикатором экологического следа.

В современных условиях «экологический след» (ЭС) активно используется для определения экологической устойчивости природной системы. «Экологический след» представляет то научное направление познания, которое отражает на международном уровне взаимоотношение человеческого общества и окружающей среды [2, 3, 4, 8].

Определение этого показателя базируется в основном на информации, предоставляемой Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО), Международным энергетическим агентством (МЭА) и Межправительственным советом, изучающим климатические изменения.

Все ресурсы переводятся в мировые (глобальные) гектары (мга) путем деления общего объема их потребления на среднемировую продуктивность соответствующего типа территории, данные о которой предоставляет ФАО. Таким образом, экологический след учитывает потребление природных ресурсов и загрязнение, полученное в результате этого потребления, независимо от того, на каком континенте, в какой точке планеты эти процессы происходят. Данная особенность футпринта делает его универсальным показателем устойчивого развития, по которому можно сравнивать различные страны и регионы.

Соотношение двух факторов – уровня потребления и численности населения, определяет общемировую тенденцию экологического дефицита.

Методика расчета ЭС подготавливается международной организацией Global Footprint Network, которая постоянно совершенствует и корректирует её. В общем случае экологический след каждого элемента определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{ki} = \frac{C_i}{Y_i} \cdot f \cdot E_f$$
, 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, пастби-

ще, сенокос и другие; f – фактор урожайности (Yield Factor); E_f – эквивалентный фактор (Equivalenct Factor) [4].

Следовательно, экологический след определенного элемента вычисляется как годовое потребление этого элемента (C_i), поделенное на продуктивность земли (Y_i) и это соотношение, умноженное на фактор урожайности (f) и фактор эквивалентности (E_f). Экологический след выражается в условных, так называемых, глобальных гектарах (гга или мга), где каждый соответствует одному гектару биологически продуктивного пространства средней урожайности (табл. 1).

Общий ЭС определяется как сумма экологических следов всех вычисленных элементов определенной популяции:

$$ЭС = \sum_{i=1}^n Э_{ki} \cdot$$

Таблица 1

Фактор урожайности и эквивалентный фактор

№	Показатель	Эквивалентный фактор
1	Пахотные угодья	2,415
2	Малопригодные пахотные угодья	1,79
3	Лес	1,365
4	Пастбища	0,525
5	Внутренние и морские воды	0,360
6	Застроенные земли	2,210
7	Рыбоводческие территория	0,400

Для определения «экологического следа» необходимо рассчитать значения 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:

$$DC = DP + Sl + I_m - Ex - S_2,$$

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 [4]:

$$Cl = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i^d}{P_i^d} \right),$$

где n – число статей внутреннего потребления продуктов растениеводства; C_i^d – объем внутреннего потребления i -го продукта растениеводства; P_i^d – среднемировая продуктивность i -го продукта растениеводства.

Растениеводческий след на душу населения $\overline{Cl} = Cl / N_b$, где N_b – численность населения.

В состав растениеводческого следа входит площадь, необходимая для производства всей потребляемой сельскохозяйственной растениеводческой продукции, включая злаки, плоды, овощи, корнеплоды, орехи, чай, кофе, сахар, маргарин, масло, табак, а также корма, необходимые для выращивания домашней птицы и свиней, которые в дальнейшем превращаются в мясо и потребляются человеком.

На основе информационно-аналитических материалов по балансу ресурсов и использования важнейших видов продукции производственно-технического назначения и потребительских товаров в Республике Казахстан определен растениеводческий след (табл. 2) [1, 7, 9].

Таблица 2

Растениеводческий след Республики Казахстан

Продукты растениеводства	Внутреннее потребление, кг	Среднемировая продуктивность, кг/мга	Общереспубликанский растениеводческий след, мга
Пшеница	2658795300	3211,45	827911,16
Рис	405479200	4418,48	31768,93
Ячмень	3372627100	2964,94	1137502,65

Продукты растениеводства	Внутреннее потребление, кг	Среднемировая продуктивность, кг/мга	Общереспубликанский растениеводческий след, мга
Кукуруза	441152100	5421,68	81368,16
Рожь	82936000	2821,06	23398,88
Овес	317036000	2438,59	130007,91
Гречиха	108304800	971,74	111454,50
Картофель	696798531	19386,73	35942,04
Зернобобовые	23454000	936,21	25052,10
Овощи	1231550892	15330,81	83331,76
Соя	50026176	2459,27	20341,90
Табак	27484300	1797,18	15293,02
Фрукты	252792025	7886,45	32054,00
Сахар	612116500	49735,51	12307,43
Хлопок	110915100	2179,54	50889,22
Растит. масло	402202000	1379,40	231577,49
Кормовые травы	1371500000	14877,72	92184,8
Чай	46371500	1443,86	32116,34
Кофе	9298300	825,44	11264,66
Просо	48139000	971,74	43538,97

Растениеводческий след Республики Казахстан определен на основе данных потребительской корзины, в которую входит 21 продукт. Общий объем их составляет 3029305,92 мга и на душу населения

$$Cl^d / N_i = 0,182 \text{ мга/чел.}$$

Пастбищный след (Gl) показывает количество гектаров пастбищ со среднемировой продуктивностью, необходимое для удовлетворения внутреннего потребления продуктов животноводства. Общая формула для определения пастбищного следа имеет вид [4]:

$$Gl = \sum_{i=1}^n \left(\frac{G_i^d}{P_i^w} \right),$$

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.

Пастбищный или животноводческий след – площадь, необходимая для выпаса и содержания сельскохозяйственных животных, продукция которых в дальнейшем потребляется человеком, т.е. имеется в виду мясная и молочная продукция крупного рогатого скота, овец, коз.

Расчет пастбищного следа Республики Казахстан приведен в табл. 3.

Таблица 3

Пастбищный след Республики Казахстан

Продукты животноводства	Внутреннее потребление, кг	Среднемировая продуктивность, кг/мга	Общереспубликанский пастбищный след, мга
Говядина	245128262,4	1100,0	222843,9
Свинина	68369107,2	858,0	73684,3
Баранина	85602508,8	821,7	104177,3
Мясо птицы	150078528,0	508,2	295313,9
Другие виды мяса	110027587,2	821,7	133938,9
Шерсть	9232000	16,665	553975,4
Кожа	13530600	16,665	811917,2
Молоко	529870500	24107,6	21979,4
Яйца, шт.	2014387354	262,57	511454,1
Масло животное	63366489,6	1379,4	45937,7
Сметана и сливки	60031411,2	24107,6	2490,1
Общий пастбищный след 26437733 мга			
Пастбищный след на душу населения 0,159 мга/чел			

Рыбохозяйственный след (Fg) определяет площадь акваторий, обладающих среднемировой продуктивностью, необходимой для производства рыбы и морепродуктов в объемах, соответствующих внутреннему потреблению страны. Отсюда общий рыбохозяйственный след составляет [4]:

$$Fg = F^d / P_f^d,$$

где F^d – объем внутреннего потребления рыбы и рыбопродуктов; P_f^d – среднемировая продуктивность рыбы и рыбопродуктов, а рыбохозяйственный след на душу населения $\overline{Fg} = F^s / N_b$.

Расчет рыбохозяйственного следа Республики Казахстан приведен в табл. 4.

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 [4]:

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

где n – количество продуктов лесного хозяйства; F^d – внутреннее потребление i -го лесного продукта. Лесохозяйственный след на душу населения $\bar{F} = F/N_b$.

Таблица 4

Рыбохозяйственный след Республики Казахстан

Продукт рыбного хозяйства	Внутреннее потребление, кг	Среднемировая продуктивность, кг/мга	Общереспубликанский рыбохозяйственный след, мга
Рыба и морепродукты	151746067,2	83,77	1311460,8
Общий рыбохозяйственный след 1311460,8 мга			
Рыбохозяйственный след на душу населения 0,079 мга/чел			

Расчет лесохозяйственного следа Республики Казахстан приведен в табл. 5.

Таблица 5

Лесохозяйственный след Республики Казахстан

Продукт лесного хозяйства	Внутреннее потребление, м ³	Среднемировая продуктивность, м ³ /мга	Общереспубликанский лесохозяйственный след, мга
Лесоматериалы	1681700	5,6644	236910,3
ДВП	24212100		4274433,3
Лесохозяйственный след на душу населения 4511343,6 мга			
Лесохозяйственный след на душу населения 0,271 мга/чел			

Энергетический след (E) может рассчитываться по двум методикам. Первая предполагает учет структуры энергетического баланса. Согласно второй методике вся потребляемая в стране энергия переводится в объем древесины, необходимой для производства такого количества энергии. Затем этот объем древесины делится на среднемировую продуктивность леса. Таким образом, по данной методике, энергетический след показывает, какая площадь леса со среднемировой продуктивностью понадобилась бы для производства энергии, достаточной для удовлетворения внутренних потребностей страны, если бы в качестве энергоносителя использовались только дрова. Поскольку данные о структуре энергетического баланса в Министерстве статистики и анализа Республики Казахстан определяются как данные внутреннего пользования, была избрана вторая методика. Специалисты отмечают, что при расчете энергетического следа по обоим методикам показатели незначительно отличаются друг от друга [4].

Внутреннее энергопотребление Республики Казахстан составляет $975,2 \cdot 10^{12}$ ккал, удельная теплоемкость дерева – 2150 ккал/кг, тогда масса

дров, которая понадобилась бы для удовлетворения внутренних потребностей страны в энергии при использовании в качестве энергоносителя только дров, составила 453 581 395 348 кг. Средняя плотность дерева составляет 520 кг/м³, тогда соответствующий объем древесины равен 372 271 914,13 м³. При среднемировой продуктивности леса, равной 4,046 м³/мга, объем потребления древесины эквивалентен энергетическому следу, равному 92 009 865,8 мга. Энергетический след на душу населения Республики Казахстан составляет 5,52 мга/чел.

След инфраструктуры (I) всегда равен экологической емкости территории, занятой под объекты инфраструктуры, т.е. жилья, транспорта и производственных мощностей [7].

На долю населенных пунктов приходится 20 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:

$I = 31734200 \cdot 2,415 \cdot 0,7875 = 63352498,2$ мга. След инфраструктуры на душу населения Республики Казахстан составляет $\bar{I} = 63352498,2$ мга/16675392 = 3,52 мга/чел.

«Экологический след» на душу населения рассчитывается по формуле:

$$EF = \bar{Cl} + \bar{Gl} + \bar{F}_g + \bar{F} + \bar{E} + \bar{I}.$$

Таким образом, общий экологический след на душу населения Республики Казахстан составляет 9,731 мга/чел.

Экологический след можно рассматривать как индикатор устойчивого развития. «Устойчивое развитие» предполагает подход по использованию окружающей среды и природных ресурсов, позволяющий нынешнему поколению обеспечить соответствующий уровень жизни и одновременно защитить ключевые экологические системы планеты, которые являются важными для выживания человека и достойной жизни будущих поколений [5]. Таким образом, устойчивое развитие может быть определено с помощью экологического следа как меры людского спроса на природные ресурсы и индекса человеческого развития, как индикатора социально-экономического развития.

Индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП) – интегральный показатель, рассчитываемый ежегодно для сравнения стран и измерения уровня жизни, грамотности, образованности и долголетия как основ-

ных характеристик человеческого потенциала исследуемой территории (табл. 6) [6].

Таблица 6

Индекс человеческого развития в разрезе областей Казахстана

Область	Индекс человеческого развития
Акмолинская	0,746
Актюбинская	0,785
Алматинская	0,733
Атырауская	0,853
Восточно-Казахстанская	0,757
Жамбылская	0,723
Западно-Казахстанская	0,797
Карагандинская	0,775
Костанайская	0,755
Кызылординская	0,765
Мангистауская	0,836
Павлодарская	0,784
Северо-Казахстанская	0,738
Южно-Казахстанская	0,742
Республика Казахстан	0,781

Республика Казахстан по индексу человеческого развития находится на уровне России и Малайзии. Самый низкий уровень индекса человеческого развития в Жамбылской области – 0,723 и самый высокий в Атырауской и Мангистауской – 0,853 и 0,836 соответственно.

Однако, индекс человеческого развития, рассчитанный по трем выше перечисленным показателям, не дает полного представления человеческого прогресса. Поэтому необходимо использовать другие показатели, для того, чтобы анализировать и прогнозировать состояние развития человеческого потенциала в том или ином регионе. Кроме того, существует проблема несовместимости статистических данных, поскольку в том или ином регионе возможно отсутствие статистических показателей, необходимых для расчета индекса человеческого потенциала по определенной методике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баланс ресурсов и использования важнейших видов сырья, продукции производственно-технического назначения и потребительских товаров по Республике Казахстан (статистический сборник). – Астана: 2008. – 120 с.
2. 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.

3. Мельник Л.Г., Хенс Л. Социально-экономический потенциал устойчивого развития: учебник. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2007. – 1120 с.
4. 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.
5. Мустафаев Ж.С. Методологические основы экологической оценки ёмкости природных систем. – Тараз: 2014. – 316 с.
6. Отчет о человеческом развитии – Казахстан 2003. – Алматы: 2003. – 123 с.
7. Охрана окружающей среды и устойчивости развития Казахстана (статистический сборник). – Астана: 2008. – 270 с.
8. Ружевичюс Юозас Экологический след как новый количественный индикатор устойчивого развития. – 2010. – 9 с.
9. Сельское, лесное и рыбное хозяйство в Республике Казахстан (статистический сборник). – Астана, 2008. – 230 с.

Поступила 31.03.2015

Экон. ғылымд. канд. Қ.Ж. Мұстафаев
Техн. ғылымд. докторы З.К. Маймеков

**ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАБИҒИ ЖҮЙЕСІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ
СИЫМДЫЛЫҒЫН «ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ІЗДІҢ» НЕГІЗІНДЕ
БАҒАЛАУ**

«Экологиялық ізді» есептеудің халықарарлық тәжірбесіне талдау жүргізу арқылы және оны есептеудің әдістемесін пайдалану арқылы, тұтыну көлемін салыстыруға арналған экономикалық сыйымдылықты есептеудің қажеттілігі, экологиялық орнытылығын бұзбас үшін тұрақты қамтамасыз етуге биокеңістіктің мүмкіншілігі бағаланған.