

А.В. Кубатко

Научный подход к определению экологического следа, как индикатора устойчивого развития на уровне региональных экономик

В данной статье проанализирован методично-практический подход к определению показателей экологического следа и биологических возможностей на региональном уровне. Рассмотрены вопросы использования природных ресурсов на основе экологического следа, как индикатора устойчивого развития. Проведены расчеты экоследа и биопотенциала для каждой 4-х областей Украины (Волинской, Днепропетровской, Донецкой и Сумской), на основе которых определено, к каким категориям регионов они относятся.

Ключевые слова: устойчивое развитие, индекс человеческого развития, экологический след, биологический потенциал, экологические должники, экологические кредиторы.

На современном этапе развития цивилизации влияние человека на окружающую среду настолько глобально, что природная среда находится на пределе своих биологических возможностей относительно обеспечения условий жизнедеятельности человечества. Антропогенное влияние увеличивается быстрыми темпами, так, что природные системы не успевают восстанавливаться. Такая экологическая нагрузка, оказываемая на природную среду, может быть представлена и охарактеризована индикатором экологического следа.

Экологический след (или экологический отпечаток) был впервые введен в 1992 году канадским экологом В. Рисом и его аспирантом М. Векернагелом. Данный показатель на сегодня является одним из наиболее распространенных индикаторов устойчивости, то есть наблюдается такое использование природных ресурсов, которое не наносит экологического вреда [1]. Кроме того, экологический след дает возможность оценить, как долго мы можем оказывать влияние на окружающую среду, насколько нам хватит природных ресурсов. В узком смысле, эта та площадь биологически продуктивной территории, которая необходима для производства используемых человеком ресурсов и ассимиляции отходов [4].

Расчет экологического следа сводится к определению потоков ресурсов и отходов. После этого указанные потоки переводятся в единицы площади земель, а потом в единицы глобальных гектаров, т.е. единицы, в которых окончательно выражается экологический след. Далее все эти глобальные гектары суммируются, что дает сведения об общем (т.е. общечеловеческом) спросе на необходимые площади земли.

Экологический след – это сумма шести составляющих, а именно:

1. **Растениеводческий след** – площадь, необходимая для производства всей потребляемой сельскохозяйственной продукции растениеводства, включая злаки, плоды, овощи, корнеплоды, орехи, чай, кофе, сахар, маргарин, масло, табак, а также корма, необходимые для выращивания домашней птицы и свиней, которые в

Кубатко Александра Викторовна, аспирант кафедры экономики Сумского государственного университета.

ЧАСТИНА 2 НАУКОВІ ПОВІДОМЛЕННЯ

- дальнейшем превращаются в мясо и потребляются человеком.
2. **Животноводческий след** – площадь, необходимая для выпаса и содержания сельскохозяйственных животных, продукция которых в дальнейшем потребляется человеком. Имеется в виду мясная и молочная продукция крупного рогатого скота, овец, коз.
 3. **Лесной след** – площадь, необходимая для производства и потребления древесины. В состав древесины включаются дрова, древесный уголь, деловая древесина (в т.ч. доски, фанера), бумага, картон.
 4. **Рыбный след** – площадь, необходимая для производства и потребляемых морской рыбы и морепродуктов. В состав морепродуктов включаются все виды морской рыбы, ракообразные, а также рыбная мука и масла, которые используются на корм животным.
 5. **Энергетический след** – площадь, необходимая для производства энергии, включая обеспечение энергоресурсов, утилизацию отходов производства энергии. При расчете энергетического следа наблюдаются региональные различия между значениями следа для развитых и развивающихся стран.
 6. **Строительный след** – площадь территории, необходимая для размещения инфраструктуры под объекты жилья, транспорта, производственных мощностей [1].
- Экологический след можно рассматривать как индикатор устойчивого развития. Поскольку «устойчивое развитие» предполагает такой 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 [2]. 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. Такая зависимость представлена на рис. 1.

Индекс человеческого развития и экологический след по регионам (2005)

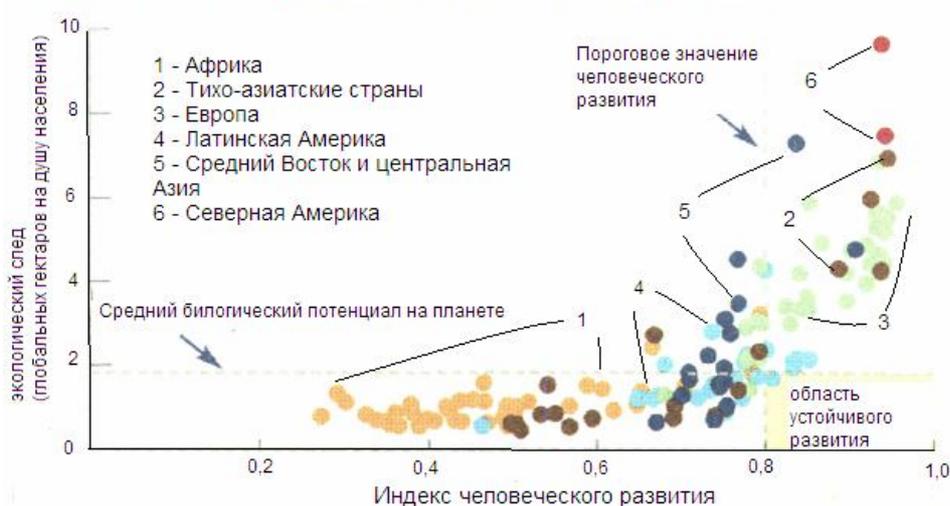


Рис. 1. Индекс человеческого развития (ИЧР) и экологический след [3]

На рисунке 1 видно, что Северная Америка и большинство стран Европы имеют

пороговые значения высокого человеческого развития. Страны Тихо-азиатского региона имеют значения ИЧР, которые соответствуют низкому, среднему и высокому уровням развития. Страны среднего Востока и Центральной Азии имеют значения ИЧР, свидетельствующие среднему и высокому уровням развития. Страны Латинской Америки переходят от значения ИЧР, соответствующего низкому уровню развития человечества до значения ИЧР, соответствующего среднему уровню человеческого развития. Однако на рисунке просматривается их неуверенный переход к пороговым значениям индекса человеческого развития, которые свидетельствуют о высоком уровне развития человечества. А вот страны Африки расположились в зоне низкого развития, лишь незначительное увеличение значения ИЧР позволяет им достичь среднего уровня развития человечества. По данным Организации Объединенных Наций (ООН), значение индекса человеческого развития, которое находится выше значения 0,8, свидетельствует о высоком человеческом развитии. А значение экологического следа меньше 1,8 глобальных гектаров на душу населения приводит к тому, что ресурсы страны нуждаются в возобновлении [3]. Только возобновляемые ресурсы могут добываться в условиях устойчивости в течение длительного периода времени и при условии, что норма добычи не превышает нормы обновления ресурса [1].

Среднее значение экологического следа на душу населения составляет 2,2 глобальных гектаров, или 5,5 акров, в то время, пока только 1,8 глобальных гектаров, или 4,4 акров, биологически продуктивных площадей на душу населения доступно на планете. Это «дефицитное расходование» называется отклонением. Это превышение экологического следа над биологическими возможностями природной среды. Такое отклонение ведет к исчерпанию природных ресурсов, от которых зависит функционирование нашей экономики. На рисунке 2 показаны зависимость глобальных гектаров на душу населения и численность населения.



Рис. 2. Экологический след по регионам (в глобальных гектарах на душу населения) (2005) [3]

На рисунке 2 показано, что среди стран самый «глубокий» экологический след оставляют Северная Америка (Канада и США), страны Европы (Финляндия, Эстония, Швеция), незначительное влияние оказывает Африка. Так, например, США имеет наибольший экологический след, который составляет около 21% мирового биологического потенциала. Жители США используют в среднем 9,4 глобальных

ЧАСТИНА 2 НАУКОВІ ПОВІДОМЛЕННЯ

гектара (или почти 4,5 планеты Земля, если бы все мировое население имело ту же модель потребления), в то время как жители Китая используют 2,1 «глобальных» гектара на человека (одна планета Земля) [6].

В связи с выше сказанным следует обратить внимание на биологический потенциал природной среды. Для наглядности приведем рисунок 3.



Рис. 3. Биологический потенциал по регионам (в глобальных гектарах на душу населения) (2005) [3]

Биологический потенциал распределён неравно, причём страны – США, Бразилия, Россия, Китай, Индия, Канада, Аргентина и Австралия – владеют большей половиной всего биологического потенциала Земли. Население и модель потребления делают такие страны, как США, Китай, Индия экологическими должниками, поскольку их экологический след больше, чем биологический потенциал этих стран. Так, у США экослед в 1,8 раз больше биопотенциала, Китай – в 2,3 раза и Индия – в 2,2 раза. Такое «дефицитное расходование» может иметь в дальнейшем тяжелые последствия. Как сказано в [6]: «Сокращение ресурсов и разрушение экосистем приведут к массовой стагнации (стагнация, сопровождаемая инфляцией), из-за чего рухнет ценность инвестиций, в то время как цены на еду и энергию стремительно взлетят».

В связи с этим Всемирный фонд дикой природы предлагает все страны условно разделить на «экологических должников» и «экологических кредиторов» («доноров»). К «должникам» отнесли США, Китай, Индию, весь Аравийский полуостров, страны Западной Европы. Среди «кредиторов» – Канада, Южная Америка, Австралия с Новой Зеландией, большинство стран африканского континента и Россия, которые обладают определенными экологическими резервами. Но это не значит, что их резервные активы управляются эффективно или не находятся под влиянием антропогенных факторов. Однако при нынешней тенденции расходовать природные ресурсы, государств с «экологическим дефицитом» с течением времени станет значительно больше. В докладе исследовательской компании Global Business Network за 2003 год содержится следующее предупреждение: «В связи с сокращением ресурсов в глобальных и локальных масштабах во всем мире может нарастать напряженность... Страны, располагающие ресурсами, могут окружить себя виртуальными крепостями, сохраняя ресурсы для себя. Менее удачливые в то же время начнут борьбу за доступ к продовольствию, чистой воде и энергии. Могут возникнуть самые невероятные

альянсы в связи с тем, что человечество отходит от оборонных приоритетов и вместо религии, идеологии или чести нации его целью становятся ресурсы, необходимые для выживания» [7].

Экологический след человечества впервые превысил общую биоемкость Земли в 80-х годах прошлого столетия, и с этого момента перерасход продолжает увеличиваться. Так, в 2005 году потребление ресурсов превысило биоемкость на 30%. Как сообщает Всемирный фонд дикой природы: «В 2005 году глобальный экологический след составил 17,5 миллиарда глобальных гектаров, или 2,7 глобальных гектара на человека (глобальный гектар представляет собой гектар со средней способностью к производству ресурсов и ассимиляции отходов). В то же время общая площадь продуктивных территорий и акваторий планеты, или биоемкость, составила 13,6 млрд глобальных гектаров, или 2,1 глобальных гектара на человека» [5]. И если не сократить такое интенсивное потребление, к 2050 году человечество будет использовать такое количество природных ресурсов, для производства которых Земли окажется мало, понадобится еще одна планета! Перерасход природных богатств создаст риск не только потери биологического разнообразия, но и нанесения ущерба экосистемам и их способности обеспечивать необходимыми ресурсами жизнь людей [7].

Проанализируем ситуацию с экологическим следом на региональном уровне. Для этого просчитаем экослед по регионам и проследим динамику его развития. Так, рассмотрим Сумской, Донецкий, Волынский и Днепропетровский регионы. Почему выбор пал на эти области? Потому, что сравнение идет на основе уровня экономического развития (индекса ВВП), Сумская и Волынская области имеет низкий уровень ВВП по сравнению с Донецкой и Днепропетровской. Для определения экологического следа указанных областей воспользуемся методикой расчета экологического следа, приведенной в [4], согласно которой

$$EF = \frac{P}{Y_N} \cdot YF \cdot EQF \quad (1)$$

где P – это уровень ВВП в млн. грн;

Y_N – средний показатель создания ВВП

YF – показатель урожайности земли в пределах страны, мировые га/национальные га;

EQF – фактор, показывающий равноценность типов земли по всему миру, глобальные га/мировые га.

Данные для расчетов экологического следа представлены в таблице 1.

Средний показатель создания ВВП можем найти, зная величину реального ВВП по Украине за 2001 г. и общую площадь всех земель. Таким образом, получаем

$$Y_N = \frac{183296}{60354,8} = 3,04 \text{ тыс. грн на гектар. Далее, в расчетах данного показателя будет}$$

изменяться только числитель (табл. 1 (уровень реального ВВП по Украине по годам)).

Показатель урожайности земли, например, для Венгрии в среднем составляет 2, для Новой Зеландии в среднем – 2,25, а для Украины – 2,7 (экспертная оценка). Таким

образом, $YF = \frac{1}{2,7}$.

ЧАСТИНА 2 НАУКОВІ ПОВІДОМЛЕННЯ

Таблица 1 – Данные для расчета экологического следа

	Общая площадь, тыс. га	Население, тыс. чел.	Реальный ВВП, млн грн (в ценах 2001 года)
2001			
Волынская	2014	1060,7	2872
Днепропетровская	2014,4	3567,5	16340
Донецкая	2652	4841,1	22863
Сумская	2383,2	1,261	4121
УКРАИНА	60354,8	-	183296
2004			
Волынская	2014	1048	4320
Днепропетровская	2014,4	3502	25986,1
Донецкая	2652	4672	39461,1
Сумская	2383,2	1261	5228,2
УКРАИНА	60354,8	-	298541
2007			
Волынская	2014	1033,7	5049,4
Днепропетровская	2014,4	3422,9	32363
Донецкая	2652	4580	44694
Сумская	2383,2	1211,4	5931
УКРАИНА	60354,8	-	344417

Фактор, показывающий равноценность типов земель по всему миру берется на уровне 2,64 [3].

Теперь подставляем значения в формулу (1) и получаем:

2001 год

$$\text{Волынская область: } EF_V = \frac{2872}{3,04} \cdot \frac{1}{2,7} \cdot 2,64 = 923,74 \text{ тыс. глобальных гектаров.}$$

Экологический след на одного жителя составляет $\frac{923,74}{1060,7} = 0,87$ глобальных гектаров.

$$\text{Днепропетровская область: } EF_{Dn} = \frac{16340}{3,04} \cdot \frac{1}{2,7} \cdot 2,64 = 5255,56 \text{ тыс.}$$

глобальных гектаров.

$$\frac{5255,56}{3567,5} = 1,47 \text{ глобальных гектаров на одного человека.}$$

$$\text{Донецкая область: } EF_D = \frac{22863}{3,04} \cdot \frac{1}{2,7} \cdot 2,64 = 7353,6 \text{ тыс. глобальных гектаров.}$$

$$\frac{7353,6}{4841,1} = 1,51 \text{ глобальных гектаров на одного человека.}$$

$$\text{Сумская область: } EF_S = \frac{4121}{3,04} \cdot \frac{1}{2,7} \cdot 2,64 = 1325,47 \text{ тыс. глобальных гектаров.}$$

$$\frac{1325,47}{1318,8} 1,0 \text{ глобальных гектаров на одного человека.}$$

Таким же образом просчитаем экологический след для 2004 и для 2007 гг., используя таблицу 1.

Полученные данные представим в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Экологический след по областям

Область	2001 г.		2004 г.		2007 г.	
	экослед, тыс.гл.га	экослед на чел., гл.га	экослед, тыс.гл.га	экослед на чел., гл.га	экослед, тыс.гл.га	экослед на чел., гл.га
Волынская	923,74	0,87	853,95	0,81	865,2	0,83
Днепропетровская	5255,56	1,47	5136,76	1,46	5545,2	1,62
Донецкая	7353,6	1,51	7800	1,66	7658	1,67
Сумская	1325,47	1,0	1073	0,85	1016,2	0,83

Полученные значения экологического следа показывают, сколько глобальных гектаров нужно для производства ВВП по областям и сколько в среднем глобальных гектаров приходится на одного человека, чтобы создать ВВП на душу населения. Значения по областям существенно различаются. На протяжении всех расчетов самое низкое значение экоследа наблюдается в Волынской области, поскольку численность населения меньше, чем во всех остальных регионах, и соответственно уровень реального ВВП также меньше. Далее по уровню экоследа следует Сумская область. В 2001 году экослед составил 1,0 глобальных га на одного жителя, однако последующие расчеты показывают уменьшение показателя на 0,15 в 2004 г. и на 0,17 в 2007 г. (по сравнению с 2001 г.). Это произошло в связи с уменьшением численности населения и небольшим подъемам уровня ВВП, которое в 2004г. увеличилось на 1307,2 млн грн по сравнению с 2001 г. Дальнейшие же увеличения ВВП составили 502,8 млн грн (с 2004-2007 гг.).

Самые высокие значения экологического следа в Донецкой и Днепропетровской областях – 1,67 и 1,62 глобальных га соответственно (2007 г.), поскольку эти регионы имеют численность населения выше, чем в предыдущих областях, и являются экономически развитыми. Так, в Донецке уровень реального ВВП за 2007 г. составил 44694 млн грн, что почти в 9 раз больше, чем в Волынской области. Это происходит за счет развитого промышленного (электроэнергия, готовый уголь (сталь, кокс, цемент), сельскохозяйственного производств. Днепропетровская область отстает от Донецкой всего лишь на 0,05 глобальных га (2007г.). Однако в экономическом плане область имеет также высокие показатели. Реальный ВВП на 2007 год составил 32363 млн грн. Область занимается промышленным производством (производство концентратов марганцевых, прокат готовых черных металлов и т.д.). Соответственно нагрузка на природную среду от этих двух областей выше.

На основе полученных данных строим график зависимости экологического следа от периода времени (рис. 4). Теперь важно оценить биологический потенциал каждой области и тем самым определить, к какой категории регионов можно их отнести (к «экологическим кредиторам» («донорам») или к «экологическим должникам»). В работе

[4] указана методика расчета биопотенциала, согласно которой

$$BC = A \cdot YF \cdot EQF, \quad (2)$$

где A – общая площадь, доступная для использования, тыс. га.

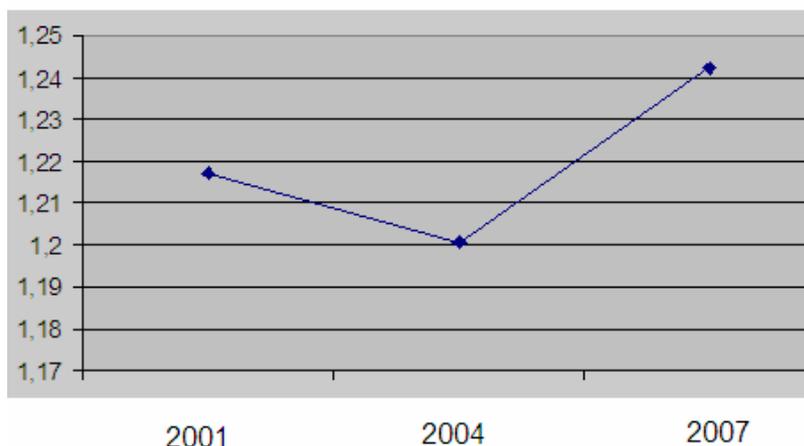


Рис. 4. Изменение среднего значения экологического следа по областям

Таким образом, получаем:

2001 год

Волынская область: $B = 2014 \cdot \frac{1}{2,7} \cdot 2,64 = 1969,24$ тыс. глобальных гектаров.

Биологическая возможность в среднем на одного человека составляет $\frac{1969,24}{1060,7} = 1,86$

глобальных га.

Аналогично расчет производим по остальным областям. Совокупный биологический потенциал остается неизменным по годам, так, как площадь земель областей неизменна. Изменения происходят с био-потенциалом на душу населения, поскольку численность населения из года в год изменяется. Полученные результаты расчетов оформлены в таблице 3.

На основании двух показателей: экологического следа и биологического потенциала можно судить о том, как область расходует свои природные запасы. Когда био-потенциал превышает экослед, то это характеризует регион в качестве «экологического донора». По нашим расчетам, таковыми являются Волынская и Сумская области. Однако в Волынской области на протяжении всех расчетов прослеживается динамика увеличения биопотенциала. Численность населения уменьшается, что и приводит к менее интенсивному использованию природных ресурсов. Донецкая и Днепропетровская области относятся к «экологическим должникам», поскольку экослед каждой превышает значение биологического потенциала. Направленность на экономический рост и увеличение благосостояния данных регионов способствует интенсивному использованию природных ресурсов, что в не далеком будущем приведет их исчерпанию и деградации экосистемы.

Таблица 3 – Биологический потенциал по областям

Области	2001 г.		2004 г.		2007 г.	
	био-потенц., тыс.гл.га	био-потенц., на чел., гл. га	био-потенц., тыс.гл.га	био-потенц., на чел., гл. га	био-потенц., тыс.гл.га	био-потенц., на чел., гл.га
Волынская	1969,24	1,86	1969,24	1,88	1969,24	1,91
Днепропетровская	1969,63	0,55	1969,63	0,56	1969,63	0,58
Донецкая	2593,1	0,53	2593,1	0,42	2593,1	0,43
Сумская	2327,1	1,76	2327,1	1,56	2327,1	1,63

С помощью такого показателя, как экологический след, можно определить базовые величины и установить целевые показатели, а также контролировать успехи и неудачи на пути к устойчивому развитию. Ведь устойчивое развитие возможно лишь в том случае, если не превышает предел возможности природной сферы по производству товаров и утилизации отходов [1]. Поэтому на пути к устойчивому развитию необходимо добиться сбалансированного функционирования экологической и экономической подсистем. Важным остается сокращения потребления ресурсов путем внедрения ресурсо- и энергосберегающих технологий в производстве, утилизация и повторное использование отходов.

1. Мельник Л. Г. Социально-экономический потенциал устойчивого развития : учебник [для студ. высш. уч. зав.] / Л. Хенс, Л. Мельник . – Сумы : ИТД “Университетская книга”, 2007. – 1120 с.
2. Лук'янихін В. О. Екологічний менеджмент у системі управління збалансованим розвитком : монографія / Вадим Олександрович Лук'янихін. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2002. – 314 с.
3. *The ecological footprint atlas 2008*: [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/ecological_footprint_atlas_2008/
4. *Calculation methodology for the national footprint accounts, 2008 edition*: [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/methodology/calculation>
5. *Влияние человека на 30% превышает способность Земли к восстановлению*: [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ecoportal.ru/news.php?id=33492>.
6. *След человека – шрам на планете*: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dsk62.ru/index.php?mn=288&blk=586&tp=dtl&id=188&PHPSESSID=530c4d29>.
7. *Мы «наследили» в природе*: [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.lesprominform.ru/newsite/main/article.php?lang=ru&num=n40&part=7&art=1>.

Получено 29.01.2009 г.

О.В. Кубатко

**Науковий підхід до визначення екологічного сліду,
як індикатора сталого розвитку на рівні регіональних економік**

У даній статті проаналізовано методично-практичний підхід до визначення показників екологічного сліду та біологічних можливостей на регіональному рівні. Розглянуто питання використання природних ресурсів на підставі екологічного сліду, як індикатора сталого розвитку. Проведено розрахунки екосліду та біопотенціалу 4-х областей України (Волинської, Дніпропетровської, Донецької та Сумської), на підставі яких визначено до яких категорій регіонів вони відносяться.

Ключові слова: сталий розвиток, індекс людського розвитку, екологічний слід, біологічний потенціал, екологічні боржники, екологічні кредитори.