

УДК 338.439:574

Экологический след современных социально-экономических систем: измерение и тенденции*

Канд. экон. наук Саушева О.С. savox@mail.ru

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
430005, Россия, Саранск, ул. Большевикская, 68

Одним из наиболее популярных экологических показателей является индикатор экологического следа. Основная его идея заключается в оценке устойчивого развития страны или региона путем количественной оценки потребляемых ресурсов и образующихся отходов и их связи с возможностями планеты производить эти ресурсы и поглощать отходы. В данной статье ставится цель изучить различные подходы к измерению данного показателя и выявить основные тенденции развития современных социально-экономических систем, связанных с их экологическим следом. В результате анализа значительного числа отечественных и зарубежных публикаций были выявлены сильные и слабые места показателя экологического следа и определяемого им углеродного следа, сделан вывод о необходимости модернизации традиционного подхода к расчету экологического следа. В качестве наиболее адекватного современным условиям предложен метод оценки экологического следа на основе мультирегионального анализа таблиц «затраты-выпуск», позволяющий наиболее точно определить объем биоёмкости территории и экологический след потребления, учитывая глобальные цепочки поставок. Анализ современных тенденций в экологической сфере позволил сделать вывод об исчерпании традиционной топливно-сырьевой модели развития и необходимости поиска новых альтернативных источников энергии.

Ключевые слова: экологический след, углеродный след, биоемкость, экологический дефицит.

DOI: 10.17586/2310-1172-2020-13-3-89-97

**Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-010-00060 «Развитие теории и методологии экологического инвестирования с позиции концепции «развязки» дилеммы роста».*

Ecological footprint of modern socio-economic systems: measurement and trends

Ph.D. Sausheva O.S. savox@mail.ru

National Research Mordovia State University
430005, Russia, Saransk, Bol'shevistskaja St., 68

One of the most popular environmental indicators is the ecological footprint. Its main idea is to assess the sustainable development of a country or region by quantifying the resources consumed and waste generated and their relationship to the planet's ability to produce these resources and absorb waste. This article aims to study various approaches to measuring this indicator and identify the main trends in the development of modern socio-economic systems related to their environmental footprint. As a result of the analysis of a significant number of domestic and foreign publications, the strengths and weaknesses of the indicator of the ecological footprint and the carbon footprint determined by it were identified. The conclusion is made about the need to modernize the traditional approach to calculating the ecological footprint. As the most appropriate method for assessing the ecological footprint based on multi-regional analysis of input-output tables, which allows us to determine the volume of bio-intensity of the territory and the ecological footprint of consumption, taking into account the global supply chains. Analysis of current trends in the environmental sphere has led to the conclusion that the traditional fuel and raw materials model of development has been exhausted and it is necessary to search for new alternative energy sources.

Keywords: ecological footprint, carbon footprint, biocapacity, ecological deficit.

Введение

Современное экономическое развитие, в основе которого лежит стремление к неограниченному увеличению производства товаров и услуг, все более способствует антропогенной деградации экосистем через негативное

воздействие на биоразнообразие, целостность экосистем, изменение климата и экосистемные услуги. Между тем, ограничения такой модели развития стали очевидны еще во второй половине XX века (к примеру, широкую известность получила работа «Пределы роста. Доклад Римскому клубу» (1972 г.) Д. Л. Медоуза и его коллег [1]). И тогда же человечество было поставлено перед необходимостью перехода к устойчивому развитию.

Концепция устойчивости заключается в достижении и поддержании взаимосвязанной системы «человек-окружающая среда» в необходимом состоянии для последующих поколений в соответствии с потребностями общества, принимая во внимание антропогенные и экологические нарушения и риски. Для диагностики проблем устойчивого развития были разработаны целый ряд методов, которые рассматривают устойчивое развитие в различных масштабах, начиная с локального объекта (например, домовладение или биологическое сообщество) и до всего земного шара, и все они фокусируются на динамических взаимодействиях между обществом и природой. Поиск индикаторов устойчивого развития стал постоянной темой в литературе по экологическим наукам, промышленной экологии, а также по рациональному природопользованию и политике. Ученые и практики соревновались в выборе компонентов индикатора, процедур агрегирования и весов. Это привело к появлению множества совокупных экологических показателей, которые, к сожалению, не всегда указывают в одном и том же направлении (Van den Bergh and Grazi, 2014) [2].

Одним из самых широко известных методов комплексной оценки является экологический след (ЭС), с помощью которого можно проанализировать взаимосвязь между экономическим развитием и его воздействием на окружающую среду. Данный индикатор впервые был предложен в начале 1990-х гг. Матисом Вакернагелем (Mathis Wackernagel) и Уильямом Ризом (William Rees) из Университета Британской Колумбии [3, 4]. В последствии экологический след положил начало более широкому «Движению следа», включающему углеродный след, водный след, след землепользования, азотный след и др., и в настоящее время широко используется учеными, предприятиями, правительствами, частными лицами и учреждениями, занимающимися мониторингом использования экологических ресурсов и продвижением устойчивого развития.

Чрезвычайно популярным индикатор экологического следа стал в последнее десятилетие, что привело к лавине исследований в данном направлении. Например, в настоящее время в журналах Elsevier эта концепция фигурирует уже в более чем 2500 статьях, из которых более трети опубликовано в экологической экономике (2020 г.). По запросу «ecological footprint» Google предоставляет более 30,4 миллиона результатов, а Google Scholar – более 371 000 статей (15 мая 2020 г.). Все это, несомненно, является результатом интенсивной коммуникационной деятельности вокруг концепции «экологического следа», осуществляемой «Глобальной сетью экологического следа», поддерживаемой Всемирным фондом дикой природы и длинным списком национальных и местных экологических организаций, а также исследовательских институтов (www.footprintnetwork.org).

Экологический след популярен не только потому, что он позволяет рассчитать общий показатель давления или воздействия на окружающую среду, но и потому, что он резонирует с представлением о том, что деятельность человека не должна превышать восстановительную способность окружающей среды. Учитывая значимость (и в то же время дискуссионность данного показателя), считаем, что его методологические особенности измерения и современные тенденции заслуживают серьезной оценки.

Экологический след: особенности измерения на разных уровнях

Согласно классической методологии М.Вакернагеля и В.Риза экологический след потребления рассчитывается как общая площадь экологически продуктивных земель (пахотные земли для производства продукции растениеводства; пастбища и пахотные земли для производства продуктов животноводства и кормов для скота; водные ресурсы для производства морепродуктов и ловли рыбы; леса для получения древесины и других лесных товаров, а также для улавливания отходов; застроенные земельные участки для жилья и других объектов городской инфраструктуры), необходимых для производства ресурсов и услуг, потребляемых населением (от отдельного человека до целого региона или страны), а также для ассимиляции отходов. Основным видом отходов, учитываемый в индикаторе экологического следа – это выбросы CO₂ (углекислого газа), образующиеся при сжигании ископаемого топлива. Измеряется экологический след с помощью так называемых глобальных гектаров (гга) путем сравнения непосредственно экологического следа потребления (EF) и биологической емкости территории (BC). Глобальные гектары представляют собой га со среднемировой продуктивностью. Иначе говоря, 1 гга представляет собой равную долю регенеративной способности биосферы (примерно 12 миллиардов гектаров планеты являются биологически высокопродуктивными, следовательно, 1 гга представляет собой одну двенадцатимиллиардную часть продуктивности этой поверхности. Остальные 39 миллиардов гектаров земной поверхности являются лишь незначительно продуктивными – глубокие океаны, ледяные поля и пустыни, и они не включены в счета биоемкости (Worucke et al. 2013) [5]).

Биологическая емкость связана с несущей способностью территории, определяемой для максимальной популяции конкретного вида, которую данный регион может поддерживать без необратимого ущерба для его экологической продуктивности. Если экологический след человека в данном регионе больше, чем биоемкость, то регион имеет экологический дефицит, который указывает на то, что потребление людей превышает способность

территории обеспечить этот уровень потребления, т. е. ситуация в регионе неустойчива. Если биоемкость территории больше, чем экологический след, то имеется экологический избыток, указывающий на то, что человеческая деятельность в регионе является устойчивой [6].

В течение последних 20 лет научные исследования на эту тему становились все более междисциплинарными [7-9]. Основываясь на ключевой формуле Вакернагеля и Риза, наряду с некоторыми усовершенствованиями для стандартизации расчетов, исследования экологического следа были применены к исследованию экологической безопасности социально-экономических систем различного уровня, от глобального до отдельного человека. Конечно, у концепции экологического следа есть как сильные, так и слабые стороны, поэтому в научной литературе уже более 20 лет не прекращаются попытки ее усовершенствовать (табл.1).

Таблица 1

Различные подходы к расчету экологического следа

Автор	Наименование подхода/метод расчета	Особенности методики расчета
William Rees, Mathis Wackernagel [4]	$ef = \sum_{j=1}^i w_j \times A_i = \sum_{j=1}^i (w_j \sum_{p_j} \frac{c_j}{p_j} \times y_j) \quad (1)$ $EF = N \times ef \quad (2)$ <p>где ef – экологический след на душу населения; j-тип продуктивности земли; i-категория предмета потребления; w_j - коэффициент эквивалентности; y_j-коэффициент доходности; A_i-площадь предмета потребления; c_j-объем потребления на душу населения i-го предмета; p_j-локальная единица площади выхода предмета потребления; EF – общая величина ЭС; N – численность населения региона.</p>	Традиционный метод измерения экологического следа позволяет оценить, сколько биологически продуктивных земель и воды требуется индивиду, населению или виду деятельности для производства всех потребляемых им ресурсов и поглощения образующихся отходов с использованием преобладающих технологий и методов управления ресурсами, но не учитывает потери биоразнообразия, масштабы загрязнения почвы и воды и др. По сути, измерение экологического следа является просто результатом перевода выбросов углекислого газа в виртуальные гектары.
Richard York, Eugene A. Rosa, Thomas Dietz [10]	$T = \frac{\text{ЭС}}{\text{ВВП по ППС}} \quad (3)$ <p>где T- интенсивность воздействия на единицу производства;</p> $T_{cp} = \frac{T}{Md_t} \quad (4)$ <p>где T_{cp} - коэффициент интенсивности воздействия Md_t - межнациональная медиана T, равная 4,86 м² на доллар ВВП</p>	Оценивает изменение интенсивности воздействия на окружающую среду национальных экономик, т. е. потребление ресурсов и образование отходов на единицу экономической продукции. T также является мерой экоэффективности: чем меньше его величина, тем меньше отдача на единицу экономической деятельности (т. е. тем выше эффективность).
Lenzen, M.; Murray, S.A [11], Venetoulis, J.; Talberth, J., Haberl, H.; Zhao, S.; Li, Z.; Li, W. [12] и др.	Модели модифицированного экологического следа (модель «нарушенной земли», модель EF-NPP (присвоение человеком чистой первичной продуктивности), модель эмерджентности и др.)	Данные модели хотя и не обеспечивают фундаментальный сдвиг в пользу полезности ЭС для политических мер, однако они могут помочь решить конкретные исследовательские вопросы и помочь сгладить некоторые несоответствия традиционного подхода
Wiedmann, T.; Foran, B.; Dey, C.; Widmer-Cooper, A.; Williams, M.; Ohlemüller R.	Динамические модели экологического следа (DEF) выявляют причинно-следственные связи между потреблением человека и биоемкостью и опираются на экологию путем включения переменных биоразнообразия	Использование метода позволяет проводить временной анализ потребления, производства, землепользования, выбросов парниковых газов, видового разнообразия и биоемкости на уровне стран в долгосрочной перспективе
Hubacek, K.; Giljum, S. [13], Hoekstra, R.[14]; van den Bergh, J.C.J.M.	Методы оценки экологического следа на основе таблиц «затраты-выпуск»: <ul style="list-style-type: none"> - однорегиональные модели «затраты-выпуск» (SRIO) - мультирегиональные модели «затраты-выпуск» (MRIO) 	Применение метода «затраты-выпуск» к экологическому следу предполагает заполнение матрицы использования биологических ресурсов и коэффициентов доходности для каждого сектора экономики.

Безусловно, попыток модернизации концепции экономического следа предпринималось очень много, гораздо больше, чем мы указали в табл. 1. Однако именно вышеперечисленные модели в данный момент применяются наиболее часто. Самым перспективным из них представляется модель MRIO, которая позволяет

преодолеть неточности в интенсивности использования ресурсов, энергии и выбросов импортируемых товаров и услуг. После того как MRIO будут полностью разработаны, они будут особенно пригодны в будущем для оценки экологических следов импорта и экспорта стран с возможностью отслеживания их происхождения через межотраслевые связи, международные цепочки поставок и многонациональные торговые потоки. Однако это потребует дальнейших исследований.

В национальном масштабе расчеты ЭС в настоящее время составляются для более чем 150 стран, причем для некоторых стран имеются многочисленные расчеты, например, Wiedmann [15] использовал метод MRIO для распределения существующих счетов экологического следа Великобритании по отдельным категориям потребления. В региональном масштабе Pulselli et al. [16] показали, как различные методы, включая расчеты экологического следа, могут быть использованы для обеспечения экологической устойчивости. В 2014 г. WWF рассчитали ЭС для регионов РФ. В местном масштабе (город/сообщество) Стокгольмский институт окружающей среды и другие специалисты определили экологический след 29 городов в европейской части Балтийского моря. Экологический след также был рассчитан в еще меньших масштабах: для оценки промышленности, института или продукта (например, вина), университетского городка, экоселения [17] и туризма, а также на индивидуальном и бытовом уровнях.

Таким образом, несмотря на многочисленную критику экологического следа, данный индикатор широко применяется на самых разных уровнях, поскольку сама идея интуитивно понятна, обладает высокой коммуникативной способностью.

Современные тенденции изменения экологического следа

За последние 50 лет экологический след человечества увеличился почти на 190%, что свидетельствует о растущем дисбалансе в отношениях между человеком и окружающей средой в сочетании с серьезными экологическими и социальными изменениями. [18].

По данным Global Footprint Network, устойчивое развитие человеческого потенциала будет преобладать тогда, когда все люди смогут удовлетворять свои потребности, не нанося ущерба Земле. Для достижения этой цели существуют два опережающих показателя. Во-первых, экологический след указывает на то, что, учитывая нынешнее население и доступную земельную площадь, ресурсы страны могут быть воспроизводимы на величину менее 1,7 ГСГ на человека. Во-вторых, Индекс человеческого развития (ИЧР/ИРЧП), выражающий средние достижения страны в области ожидаемой продолжительности жизни, образования и уровня жизни, говорит нам, что значение выше 0,7 считается «высоким уровнем человеческого развития». Таким образом, эти две ценности в совокупности представляют собой минимальные условия для достижения устойчивого развития человеческого потенциала. Причина, по которой эти две концепции объединены в единую научно обоснованную картину измерения, заключается в том, что устойчивое развитие человеческого потенциала означает достижение высокого уровня жизни в рамках имеющихся ресурсов [19]. Очевидно, что наше благополучие зависит от здоровых экологических активов. Рост уровня жизни мирового населения, выраженного в ИЧР, который вырос с 0,55 в 1990 году до 0,7 в 2015 году, привел к снижению стоимости деградации экологических активов. Начиная с 1970 года, экологический след растет быстрее, чем глобальная биоемкость, достигнув глобального дефицита биоемкости в размере 8339748999 гга.

Одной из важнейших особенностей экологического следа является то, что основной причиной «перерасхода» является использование ископаемых видов топлива. Для иллюстрации этого положения в таблице 2 приведены данные Global Footprint Network за 2016 г. Эти данные дают общее представление о глобальном экологическом следе в сравнении с общей имеющейся биоемкостью за 2016 г.

Таблица 2

Экологический долг и биоемкость мира в 2016 г., гга/чел [20]

	Застроенная земля	Выбросы CO ₂	Пашня	Рыболовные угодья	Лесные угодья	Пастбища	Итого
Общая биоемкость мира	0,06	0	0,53	0,15	0,68	0,2	1,63
Общий экологический след мира	0,06	1,65	0,53	0,09	0,27	0,14	2,75
Экологический дефицит	0	-1,65	0	0,06	0,41	0,06	-1,12

По данным табл. 2 можно сделать вывод о том, что основная проблема, предопределяющая значительный экологический дефицит, это выбросы парниковых газов, и конкретно, углеродного газа. На рисунке 2 приведены данные по глобальным выбросам углекислого газа, связанным с энергетическим использованием углеводородов.

Заметим, что после двух лет роста глобальные выбросы в 2019 году не изменились, их объём составил 33 гигатонны, несмотря на рост мировой экономики на 2,9%. Это связано главным образом с сокращением выбросов в электроэнергетическом секторе в странах с развитой экономикой, благодаря возрастающей роли возобновляемых источников (в основном ветра и солнца), переходу с угля на природный газ и увеличению производства атомной энергии. Другие факторы включают более мягкую погоду в некоторых странах и замедление экономического роста на некоторых развивающихся рынках.

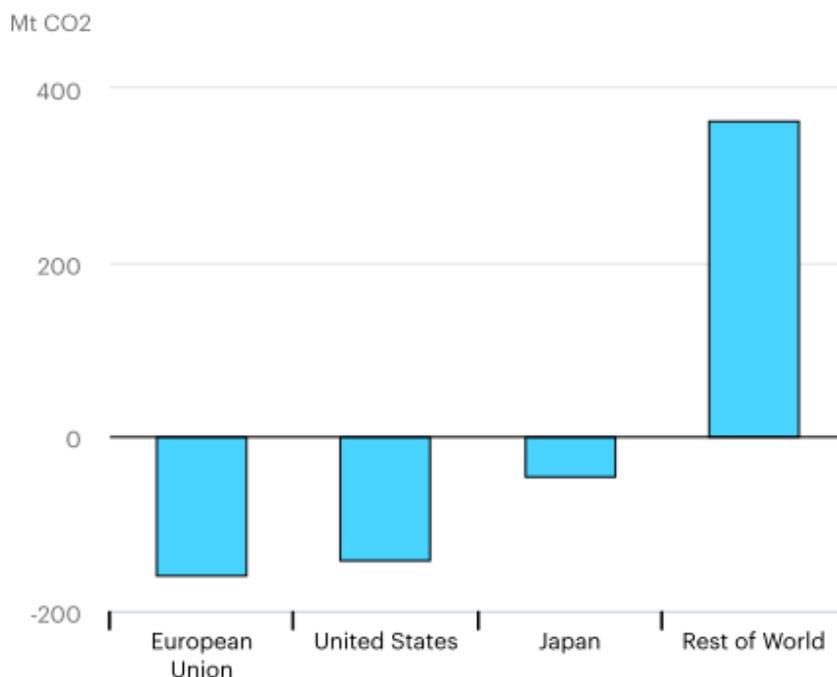


Рис. 2. Изменение глобальных выбросов углекислого газа, связанных с энергетическим использованием углеводородов, по группам стран в 2018-2019 гг. [21]

Глобальные выбросы CO₂ от использования угля сократились почти на 200 млн. тонн или на 1,3%, по сравнению с уровнями 2018 года, компенсировав увеличение выбросов от сжигания нефти и природного газа. В странах с развитой экономикой выбросы сократились более чем на 370 млн. тонн (или 3,2%), причем на долю электроэнергетики пришлось 85% этого снижения. В 2020 г. в результате пандемической рецессии выбросы снизятся еще в большем масштабе. Как следствие, экологический долг уменьшится. Но это не означает, что экологические проблемы исчезнут или решатся сами собой. Хотя запасы и потоки природного капитала предоставляют человечеству как физические, так и нефизические экологические услуги, потребление запасов природного капитала часто приводит к деградации природных экосистем и ухудшению их функционирования. Это приводит к целому ряду ресурсных и экологических проблем (снижение плодородия почв, загрязнение воды и увеличение ее дефицита, изменение климата и утрата биоразнообразия).

В июле 2019 г. эксперты Глобальной сети экологического следа представили расчетные данные по экономическому следу стран мира на 2019 г. Данные по отдельным странам представлены на рисунке 3. Заметим, что сегодня более 80 % мирового населения мира живет в странах, испытывающих экологический дефицит, используя больше ресурсов, чем их экосистемы могут восстановить.

Исходя из размера экологического следа, определяется и День экологического долга («День перерасхода»/ Overshoot Day). По данным рис. 3 можно легко посчитать, что, если бы все люди на Земле тратили столько ресурсов, как в Катаре, нам бы понадобилось 8,8 таких планет, как наша Земля. День перерасхода (день, когда жители страны истратили все ресурсы, предназначенные на целый год) в 2019 г. в Катаре наступил 11 февраля. В Люксембурге – 16 февраля. В ОАЭ – 7 марта. В России – 25 апреля [22].

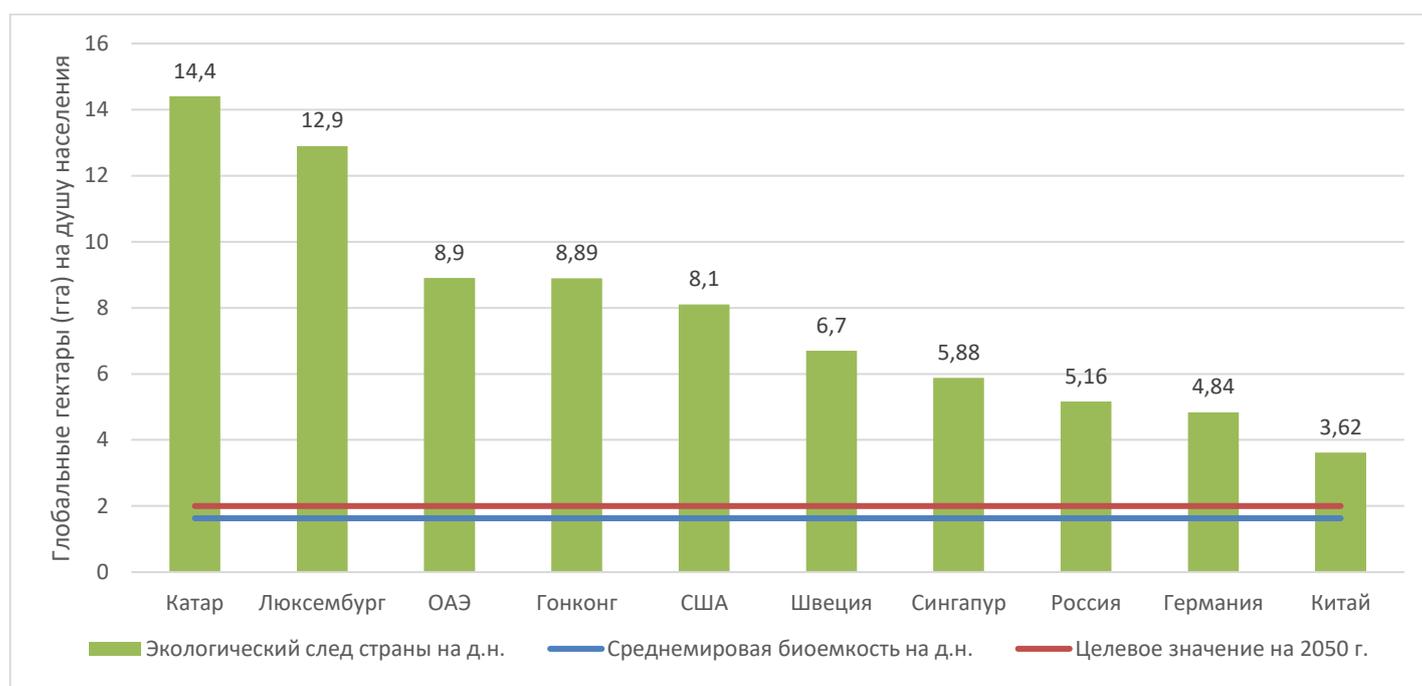


Рис. 3. Анализ экологического долга отдельных стран мира

Существуют значительные различия между странами в макроэкономических показателях на душу населения. В то время как сельскохозяйственный след на душу населения в некоторых странах превышает 50% аналогичного среднемирового показателя, до 2,5 миллиардов человек, живущих в Индии и Китае, соответствуют только 10%. Наши результаты подтверждают, что более богатые общества имеют высокий уровень экологического следа на душу населения, при этом значительная часть их следа приходится на импортные товары. Международная торговля играет важную роль, поскольку она позволяет этим обществам использовать ресурсы за пределами своей внутренней территории с экологическими последствиями вне поля зрения конечных потребителей и директивных органов. Будучи ответственными за значительную часть деградации окружающей среды, люди не осознают последствий своего потребления, поскольку они скрыты в паутине глобальных цепочек поставок. Изучение экологического следа позволяет показать эти скрытые связи и поддерживать анализ устойчивости, фокусируясь на том, чтобы оставаться в пределах планетарных границ [23].

Далее посмотрим, как обстоят дела в России подробнее. Как мы видим из таблицы 3, наша страна – страна-донор по биоемкости. Экологический профицит обусловлен, прежде всего, значительным объемом лесных угодий. WWF-Россия отмечает рост вклада потребления домохозяйств в экологический долг страны (его роль составляет почти две трети) – прежде всего за счет увеличения покупки продуктов, привезенных издалека, большого объема потребления упаковки (в том числе одноразовой и пластиковой), высокого процента выбрасываемой еды и высоких показателей образующихся отходов (на фоне низкого процента их переработки).

Таблица 3

Экологический долг и биоемкость в Российской Федерации в 2016 г., гга/чел [20]

	Застроенная земля	Выбросы CO ₂	Пашня	Рыболовные угодья	Лесные угодья	Пастбища	Итого
Биоемкость	0,04	0	1,08	1,2	4,29	0,34	6,96
Экологический след	0,04	3,27	0,88	0,2	0,69	0,09	5,16
Экологический дефицит/профицит	0	-3,27	0,2	1	3,6	0,25	1,8

Кроме того, отмечают в WWF-России, несмотря на увеличение площади лесного покрова (в том числе за счет зарастания заброшенных полей), снижается количество экологически ценных первозданных лесов (мало нарушенных лесных территорий), ранее не подвергавшихся серьезному хозяйственному воздействию. Аналогичные процессы также происходят и в Бразилии, Канаде и Индонезии. Причины потерь малонарушенных лесов в РФ, по данным экологов, это лесные пожары, вырубки и создание лесной инфраструктуры, а также разведка и добыча полезных ископаемых [24].

Следует отметить, что 23 сентября 2019 г. Россия стала полноправным участником Парижского соглашения по климату. Решения Парижской конференции предполагают срочную помощь уязвимым и слабым странам в адаптации к изменению климата и в развитии с минимальным ростом выбросов. Россия неоднократно подчеркивала свою приверженность принципам Парижского соглашения.

Сокращение эмиссии CO₂ посредством развития альтернативных источников энергии, сокращения зависимости экономики страны от ископаемого топлива позволит снизить экологический след и улучшить экологическую ситуацию в России.

Заключение

Экологический след, по сути, основной показатель, который измеряет, сколько природы у нас есть и сколько природы мы используем. Экологический след помогает правительствам стран в повышении устойчивости и благосостояния населения; местному руководству – достичь оптимизации инвестиций в государственные проекты на региональном и местном уровнях; отдельным людям – понять их влияние на планету.

Устойчивое развитие является комплексным межотраслевым вопросом и требует, чтобы все субъекты общества, от директивных органов до отдельных лиц, были вовлечены в совместное создание устойчивых социально-экономических альтернатив. Ученые во всем мире все чаще заявляют, что системный подход должен использоваться политиками и лицами, принимающими решения, для формулирования устойчивого будущего человеческого предприятия и облегчения долгосрочных изменений в убеждениях, социальных нормах и человеческом поведении. В то же время отдельные люди стремятся понять природу и масштабы глобальных экологических проблем, с которыми сталкивается общество, и что они могут сделать, чтобы внести свой вклад в глобальное решение.

Сегодня спрос человечества на природу, ее экологический след, на 75% превышает способность планеты удовлетворить этот спрос. Теперь Земле требуется один год и девять месяцев, чтобы восстановить то, что мы используем в течение года. Этот глобальный «экологический дефицит» или «перерасход» истощает природный капитал, от которого зависят как человеческая жизнь, так и биологическое разнообразие. Последствия такого давления на окружающую среду уже очевидны. Разрушение рыболовства, потеря лесного покрова, истощение систем пресной воды, накопление CO₂ в атмосфере и накопление отходов и загрязняющих веществ – вот лишь несколько заметных примеров. Если так будет продолжаться и дальше, то перерасход навсегда сократит экологическую емкость Земли и приведет к экологическому коллапсу и социальным страданиям. Хотя эти тенденции затрагивают всех нас, они оказывают непропорциональное воздействие на бедных, которые не могут откупиться от этой проблемы, получая ресурсы из других источников. Чтобы обратить вспять эту тенденцию, крайне важно, чтобы люди и учреждения во всем мире признали реальность экологических ограничений и начали принимать решения, соответствующие этим ограничениям. Благодаря научному измерению предложения и спроса на экологические активы, выраженные в гектарах площади земли, экологический след обеспечивает инструмент учета ресурсов, который выявляет экологические пределы, помогает сообщать о риске превышения и способствует устойчивому управлению и сохранению критических экологических активов земли.

Литература

1. *Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. & Behrens W.*, The Limits to Growth, Universe Books: New York, 1972
2. *Van den Bergh J. C. J. M., Grazi F.* Ecological footprint policy? Land use as an environmental indicator. *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 18, Issue 1, pp. 10-19, 2014
3. *Rees, W.E.*, Ecological Footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization*, 4(2), pp. 121–130, 1992
4. *Wackernagel, M. & Rees, W.E.*, Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth, New Society Publishers: Gabriola Island, British Columbia, Canada, 1996
5. *Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey, K., Iha, K., Larson, J., Lazarus, E., Carlos Morales, J., Wackernagel, M., and Galli, A.* 2013. Accounting for Demand and Supply of the Biosphere's Regenerative Capacity: The National Footprint Accounts' underlying Methodology and Framework. *Ecological Indicator* Vol. 24: 513-524. Badan Pusat Statistik, 2013
6. *Collins, A., Galli, A., Hipwood, T., Murthy, A.*, 2020. Living within a One Planet reality: the contribution of personal Footprint calculators. *Environmental Research Letters*, 15.
7. *Cavlovic, T. A., K. H. Baker, R. P. Berrens, and K. Gawande.* 2000. A meta-analysis of environmental Kuznets curve studies. *Agricultural and Resource Economics Review* 29(1): 32–42.
8. *Frey, S. D., D. J. Harrison, and E. H. Billett.* 2006. Ecological footprint analysis applied to mobile phones. *Journal of Industrial Ecology* 10(1–2): 199–216.
9. *Mancini, M. S., Evans, M., Iha, K., Danelutti, C., Galli, A.*, 2018. Assessing the Ecological Footprint of Ecotourism Packages: A Methodological Proposition. *Resources*, 7(2), 38.

10. *Richard York, Eugene A. Rosa, and Thomas Dietz*, 2005 The Ecological Footprint Intensity of National Economies. *Journal of Industrial Ecology*. Vol. 8, № 4. pp.139-154
11. *Lenzen, M.; Murray, S.A.* A modified ecological footprint method and its application to Australia. *Ecol. Econ.* 2001, 37, 229–255.
12. *Zhao, S.; Li, Z.; Li, W.* A modified method of ecological footprint calculation and its application. *Ecol. Model.* 2005, 185, 65–75
13. *Hubacek, K.; Giljum, S.* Applying physical input-output analysis to estimate land appropriation (ecological footprints) of international trade activities. *Ecol. Econ.* 2003, 44, 137–151
14. *Hoekstra, A.Y.* Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis. *Ecol. Econ.* 2009, 68, 1963–1974.
15. *Wiedmann, T.* A Review of recent multi-region input-output models used for consumption-based emission and resource accounting. *Ecol. Econ.* 2009, 69, 211–222.
16. *Pulselli, F., Ciampalini, Fr., Leipert, Ch., Tiezzi, En.*, 2008 Integrating Methods for the Environmental Sustainability: The SPIn-Eco Project in the Province of Siena (Italy). *Journal of environmental management*. 86. 332-41.
17. *Carragher, V., Peters, M.* 2018. Engaging an ecovillage and measuring its ecological footprint. *Local Environment*. 23. 1-18.
18. *Wackernagel, M., Lin, D., Evans, M., Hanscom, L., Raven, P.*, 2019. Defying the Footprint Oracle: Implications of Country Resource Trends. *Sustainability*, 11, 2164.
19. *Bostan, I., Clipa, F., Clipa, R.I.* 2017. Is Romania a Sustainable Developed Country? An Analysis of Ecological Footprint (EF) in Correlation with Human Development Index (HDI). *Logos Universality Mentality Education Novelty, Section: Economy and Administrative Sciences*, 3(1), 5-14.
20. Global Footprint Network: <https://www.footprintnetwork.org>
21. Global CO₂ emissions in 2019: <https://www.iea.org/articles/global-co2-emissions-in-2019>
22. Country Overshoot Days: <https://www.overshootday.org/newsroom/country-overshoot-days/>
23. *Weinzettel J, Vackáru D, Medková H.* Potential net primary production footprint of agriculture: A global trade analysis. *Journal of Industrial Ecology*. 2019; 23:1133–1142.
24. <https://wwf.ru/what-we-do/green-economy/ecological-footprint/>

References

1. Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. & Behrens W., *The Limits to Growth*, Universe Books: New York, 1972
2. Van den Bergh J. C. J. M., Grazi F. Ecological footprint policy? Land use as an environmental indicator. *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 18, Issue 1, pp. 10-19, 2014
3. Rees, W.E., Ecological Footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization*, 4(2), pp. 121–130, 1992
4. Wackernagel, M. & Rees, W.E., *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*, New Society Publishers: Gabriola Island, British Columbia, Canada, 1996
5. Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey, K., Iha, K., Larson, J., Lazarus, E., Carlos Morales, J., Wackernagel, M., and Galli, A. 2013. Accounting for Demand and Supply of the Biosphere's Regenerative Capacity: The National Footprint Accounts' underlying Methodology and Framework. *Ecological Indicator* Vol. 24: 513-524. Badan Pusat Statistik, 2013
6. Collins, A., Galli, A., Hipwood, T., Murthy, A., 2020. Living within a One Planet reality: the contribution of personal Footprint calculators. *Environmental Research Letters*, 15.
7. Cavlovic, T. A., K. H. Baker, R. P. Berrens, and K. Gawande. 2000. A meta-analysis of environmental Kuznets curve studies. *Agricultural and Resource Economics Review* 29(1): 32–42.
8. Frey, S. D., D. J. Harrison, and E. H. Billett. 2006. Ecological footprint analysis applied to mobile phones. *Journal of Industrial Ecology* 10(1–2): 199–216.
9. Mancini, M. S., Evans, M., Iha, K., Danelutti, C., Galli, A., 2018. Assessing the Ecological Footprint of Ecotourism Packages: A Methodological Proposition. *Resources*, 7(2), 38.
10. Richard York, Eugene A. Rosa, and Thomas Dietz, 2005 The Ecological Footprint Intensity of National Economies. *Journal of Industrial Ecology*. Vol. 8, № 4. pp.139-154
11. Lenzen, M.; Murray, S.A. A modified ecological footprint method and its application to Australia. *Ecol. Econ.* 2001, 37, 229–255.
12. Zhao, S.; Li, Z.; Li, W. A modified method of ecological footprint calculation and its application. *Ecol. Model.* 2005, 185, 65–75
13. Hubacek, K.; Giljum, S. Applying physical input-output analysis to estimate land appropriation (ecological footprints) of international trade activities. *Ecol. Econ.* 2003, 44, 137–151
14. Hoekstra, A.Y. Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis. *Ecol. Econ.* 2009, 68, 1963–1974.

15. Wiedmann, T. A Review of recent multi-region input-output models used for consumption-based emission and resource accounting. *Ecol. Econ.* 2009, 69, 211–222.
16. Pulselli, F., Ciampalini, Fr., Leipert, Ch., Tiezzi, En., 2008 Integrating Methods for the Environmental Sustainability: The SPIn-Eco Project in the Province of Siena (Italy). *Journal of environmental management.* 86. 332-41.
17. Carragher, V., Peters, M. 2018. Engaging an ecovillage and measuring its ecological footprint. *Local Environment.* 23. 1-18.
18. Wackernagel, M., Lin, D., Evans, M., Hanscom, L., Raven, P., 2019. Defying the Footprint Oracle: Implications of Country Resource Trends. *Sustainability*, 11, 2164.
19. Bostan, I., Clipa, F., Clipa, R.I. 2017. Is Romania a Sustainable Developed Country? An Analysis of Ecological Footprint (EF) in Correlation with Human Development Index (HDI). *Logos Universality Mentality Education Novelty, Section: Economy and Administrative Sciences*, 3(1), 5-14.
20. Global Footprint Network: <https://www.footprintnetwork.org>
21. Global CO₂ emissions in 2019: <https://www.iea.org/articles/global-co2-emissions-in-2019>
22. Country Overshoot Days: <https://www.overshootday.org/newsroom/country-overshoot-days/>
23. Weinzettel J, Vackáru D, Medková H. Potential net primary production footprint of agriculture: A global trade analysis. *Journal of Industrial Ecology.* 2019; 23:1133–1142.
24. <https://wwf.ru/what-we-do/green-economy/ecological-footprint/>

Статья поступила в редакцию 22.06.2020 г