

УДК 332.122 + 338.27

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СЛЕД КАК ИНДИКАТОР ОЦЕНКИ АССИМИЛЯЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНОВ

Е.Б. Голованов

В статье исследована сущность показателя экологического следа как одного из компонентов, позволяющих дать оценку уровня эколого-экономической безопасности определенной территории. Проведен расчет показателя на примере регионов, входящих в состав УрФО, и установлено, что к концу 2019 года запасы биоемкости территорий, способных перерабатывать результаты антропогенной деятельности человека практически исчерпаны.

Ключевые слова: регион, эколого-экономическая безопасность, ассимиляционный потенциал, антропогенная нагрузка, экологический след, емкость природы.

Основными факторами экономического роста в теории экономического анализа до сих пор считаются такие факторы как труд и капитал. Природа, как внешнее условие, обеспечивающее воспроизводственный процесс, рассматривается лишь даровое благо, поэтому ее потребление и использование до сих пор остается бесконтрольным. При этом, до последнего времени темпы истощения природных благ, нарастающий объем различного рода загрязнений не принимались во внимание, не подвергаются существенному анализу и оценка воздействия окружающей среды на состояние и качество жизни населения как источника трудовых ресурсов и на социально-экономическое развитие в целом. Нельзя не согласиться с мнением Э. Голдсмита, доказывающего, что почти все проблемы общества при взаимодействии с окружающей средой являются результатом такого потребительского поведения, при котором все экономические блага создаются в процессе ведения деструктивной антропогенной деятельности. Если не остановить тенденцию потребительского отношения к природе, экологическая деградация продолжит усиливаться до тех пор, когда использование благ природы и окружающей среды станет непригодным для дальнейшего существования человека[9].

Нарастание указанной тенденции требует усиления внимания к проблеме взаимодействия человека и природы, и, следовательно, обеспечения высокого уровня эколого-экономической безопасности. Это потребует разработки концептуальных и прикладных основ устойчивого развития в рамках комплексной эколого-экономической системы, основанной на принци-

пах сбалансированного природопользования. Полагаем, что решение проблем экологического блока должно определять и быть одновременно результирующим итогом экономических, социальных и политических преобразований в современном обществе.

Сегодня проблемам эколого-экономического характера в их теоретическом и прикладном аспекте, а также выработке направлений по выходу из складывающегося экологического кризиса взаимодействия человека с природой посвящены уже многочисленные научные работы как российских, так и зарубежных ученых [1–9]. Кроме того, несмотря на значительный объем накопленных исследований до сих пор нет единого подхода к сущности эколого-экономической безопасности.

Так, например Рогачев А.Ф., Кузьмин В.А. трактуют эколого-экономическую безопасность как категорию по минимизации угроз для окружающей среды через комплекс мероприятий, направленных на защиту от различных форм воздействий и негативных процессов, создающих угрозы здоровью населения и устойчивому функционированию экологических систем.[7]. По мнению Белик И.С. – это состояние защищенности субъектов от угроз, исходящих от действия деструктивных природных сил и производств, с характерными формами и методами предвидения опасных ситуаций, позволяющих выходить из них с наименьшими для природной среды, экономики и здоровья людей последствиями [1]. Н.Е. Булетова характеризует эколого-экономическую безопасность как совокупность состояний, процессов и действий субъектов безопасности, которые способны обеспечить баланс интересов экономики и окружающей среды и не приводят к нарушениям для природной среды и общества в границах, установленных законодательными нормами.[2]

Можно сделать вывод, что авторы зачастую раскрывают сущность понятия эколого-экономической безопасности через достижение такого состояния системы, при котором одновременно возникает защищенность как экономических так и экологических интересов субъектов.

Особую роль в обеспечении эколого-экономической безопасности должна играть именно экологическая подсистема. При этом возможно использование таких характерных ее показателей как техноемкость, ассимиляционная емкость территории и ассимиляционный потенциал. Именно данные компоненты в наибольшей степени способны обеспечить соответствие концепции устойчивого развития определенной территории критериям эколого-экономической безопасности.

Включение в систему оценки эколого-экономической безопасности показателей, которые характеризуют степень дестабилизации окружающей среды (техноемкость, ассимиляционный потенциал) позволяют объективно установить порог готовности территории к антропогенному воздействию,

и ее способность самостоятельно, без вмешательства человека, восстановить утраченное свойство.

Так, одним из индикаторов может выступать ассимиляционный потенциал территории, как специфический природный ресурс. Именно ассимиляционный потенциал предполагает наличие возможности для оценки способности определенной природной территории, занятой человеком, без потери своей устойчивости перерабатывать антропогенные вещества, а также устранять либо минимизировать их вредное воздействие.

Оценка ассимиляционного потенциала территории имеет существенное значение, в том числе и в экономическом аспекте, поскольку чем выше его величина, тем меньшие природоохранные затраты могут быть направлены на предотвращение загрязнений и восстановление нормальной, не угрожающей здоровью населения жизнедеятельности и тем выгоднее условия для социально-экономического развития и минимизации общественных и частных издержек на определенной территории. Влияние ассимиляционного потенциала на эколого-экономическую безопасность территории представлено на рис.1.



Рис. 1. Влияние ассимиляционного потенциала на эколого-экономическую безопасность

В целом ассимиляционный потенциал территории выступает первичным фактором, который в наиболее высокой степени позволяет оценить и спрогнозировать перспективы дальнейшего эколого-экономического развития определенной территории (региона, государства), а также подготовить направления деятельности субъектов, направленные на обеспечение эффективных условий для достижения эколого-экономической безопасности.

Ассимиляционный потенциал территории сегодня является основным ограничителем эффективного и устойчивого социально-экономического

развития. Поэтому, основная задача сводится к поиску такого баланса, при котором выполняется соотношение не превышения суммарными отходами ассимиляционного потенциала территории, достигается равенство между природной и экономическими подсистемами. Следует также отметить, что именно устойчивость окружающей природной среды к различного рода антропогенным воздействиям является наиболее ценным свойством развития общества на перспективу. Непосредственной формой, отражающей устойчивость окружающей среды, выступает ее ассимиляционная емкость, то есть способность сохранять ассимиляционный потенциал при поступлении в окружающую среду отходов производства и потребления в результате ведения хозяйственной деятельности. Именно эти процессы определяют наличие ассимиляционного потенциала окружающей среды как особого вида природно-ресурсного потенциала территории.

С целью возможной оценки величины ассимиляционного потенциала территории предлагается использовать такой индикатор как экологический след. С точки зрения отдельной территории экологический след представляет собой суммарную площадь биологически продуктивной территории, которая необходима и достаточна для производства потребляемых человеком ресурсов и поглощения отходов [1]. В случае, когда экологический след превышает ассимиляционную емкость территории, происходит нарушение взаимосвязи между способностью территории перерабатывать и поглощать отходы производства и потребления и дальнейшей антропогенной деятельностью человека. В этом случае для определенной территории, подверженной воздействию со стороны человека требуется больше времени на восстановление ресурсов по сравнению с периодом, за который эти ресурсы потребляются человечеством. Сохранение подобной ситуации в течение некоторого достаточно длительного периода времени может привести к общей деградации биосферы.

Рассмотрим подробнее составляющие экологического следа и представим их характеристику в табл. 1.

Площадь лесов, необходимых для поглощения CO₂ может быть определена по формуле (1):

$$S_{FA} = C_A \cdot E, \quad (1)$$

где C_A (absorptive capacity) – поглощающая способность лесов; E – эмиссия парниковых газов.

Общая величина показателя экологического следа рассчитывается по формуле (2):

$$FP_{area} = S_{GL} + S_F + S_{CL} + S_{BL} + S_{DL} + S_{FA}, \quad (4)$$

где S_{GL} (grazing land)- площадь, занимаемая пастбищами; S_F (forest) – площадь, занимаемая лесами; S_{CL} (cropland) – площадь, занимаемая пашней; S_{BL} (built-up land) – застроенные земли; S_{DL} (disturbed land) – нарушенные земли; S_{FA} (forest absorption) – площадь лесов, необходимая для поглощения CO_2 .

Таблица 1

Составляющие экологического следа*

Составляющая	Обозначения	Характеристика
1. Территории, занятые пастбищами	S_{GL} (grazing land)	Сельскохозяйственные угодья, систематически используемые для выпаса животных.
2. Территории, занятые лесами	S_F (forest)	Земельные участки пригодные и предназначенные для выращивания леса, а также занятые естественными рединами и кустарниками.
3. Территории, занятые пашней	S_{CL} (cropland)	Сельскохозяйственные угодья, систематически обрабатываемые и используемые под посевы сельскохозяйственных культур.
4. Территории под застроенные земли	S_{BL} (built-up land)	Площади под зданиями и сооружениями, а также земельные участки, необходимые для их эксплуатации и обслуживания.
5. Территории с нарушенными землями	S_{DL} (disturbed land)	Земли, утратившие свою хозяйственную ценность или являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду в результате производственной деятельности человека.
6. Леса, необходимые для поглощения CO_2	S_{FA} (forest absorption)	Площадь лесов, которая может поглотить CO_2 , не нанося вред экосистеме и не нарушая нормальную деятельность территории.

*Показатели 1–5 могут быть определены на основе доклада о кадастре антропогенных выбросов. Показатель 6 рассчитан авторами по формуле (1)

Далее, представлен расчет показателя экологического следа как одного из инструментов оценки ассимиляционного потенциала территории на примере регионов, входящих в состав Уральского федерального округа. В расчетах экологического следа региона поглощающая способность лесов принята по материалам сайта Института глобального климата и экологии [10]. Она составляет в среднем 142 тонны CO_2 экв. с 1 кв. км лесов. Выбро-

сы парниковых газов каждого региона рассчитаны авторами на основании выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Сводные данные для расчета показателя экологического следа за 2008 и 2019 годы приведены в табл. 2.

Как показывают данные, представленные таблице, площадь пастбищ в 2019 году в РФ составила 683,98 тыс. км². При этом на долю УрФО приходится 38,08 тыс. км² (5,6% всех пастбищ), из них 36% находятся на территории Челябинской области, 27% – на территории Курганской области, 20% – на территории Тюменской области. Площадь лесов в 2019 году в РФ составила 8707,7 тыс. км², на долю УрФО приходится 740,43 тыс. км², из них 39% находятся на территории Ханты-Мансийского округа, 26% – на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, 19% – на территории Свердловской области. На площадь пашен в 2019 году в РФ приходилось 1216,5 тыс. км², на долю УрФО – 85,70 тыс. км², из них 37% находятся на территории Челябинской области, 29% – на территории Курганской области, 18% – на территории Свердловской области, 16% – на территории Тюменской области, менее 1% находятся в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах. Площадь застроенных земель в рассматриваемом периоде в РФ занимала 56,51 тыс. км², увеличившись на 8,5% по сравнению с 2008 годом. На долю УрФО приходится 6,07 тыс. км², из них 24% находятся на территории Свердловской области, 20% – на территории Ханты-Мансийского округа, по 19% – на территории Челябинской области и Ямало-Ненецкого автономного округа.

Таблица 2
Обобщающие показатели для расчета экологического следа по РФ и регионам УрФО в 2008 и 2019 гг

Территория	Составляющие для расчета экологического следа					
	Площадь пастбищ, тыс. км ²	Площадь лесов тыс. км ²	Площадь пашни тыс. км ²	Площадь застроенных земель, тыс. км ²	Площадь нарушенных земель, тыс. км ²	Площадь лесов, необходимых для поглощения CO ₂ *, тыс. км ²
2008 год						
РФ	680,48	8707,9	1216,5	56,51	9,89	15,756,48
УрФО	38,08	740,43	85,70	6,07	2,69	3573,33
КО	10,27	17,60	24,70	0,49	0,01	85,67
СО	3,64	135,96	15,72	1,47	0,63	806,62
ХМАО	2,64	286,96	0,13	1,23	0,55	1209,67
ЯНАО	0,34	201,70	0,01	0,842	1,17	552,86
ТО	7,58	71,12	14,47	0,794	0,05	296,41
ЧО	13,61	27,09	30,68	0,49	0,27	622,10

Окончание табл. 1

Терри- тория	Составляющие для расчета экологического следа					
	Площадь пастбищ, тыс. км ²	Пло- щадь лесов тыс. км ²	Пло- щадь пашни тыс. км ²	Площадь застроен- ных зе- мель, тыс. км ²	Площадь нарушен- ных земель, тыс. км ²	Площадь лесов, не- обходимых для погло- щения СО ₂ *, тыс. км ²
2019 год						
РФ	683,98	8707,7	1226,8	61,31	10,77	18,309,86
УрФО	37,96	726,71	82,34	7,11	2,59	3283,29
КО	10,25	17,60	24,03	0,49	0,01	58,55
СО	3,49	136,33	14,70	1,68	0,61	833,95
ХМАО	2,60	286,94	0,13	1,42	0,56	1081,84
ЯНАО	0,57	187,64	0,01	1,329	1,04	633,98
ТО	7,55	71,15	12,89	0,802	0,05	195,78
ЧО	13,52	27,07	30,58	0,49	0,32	479,19

*Источник: [6]

По площади нарушенных земель можно отметить, что в 2019 году их общий объем в РФ составил 10,77 тыс. км², из них на долю УрФО приходится 2,59 тыс. км² или 24%. При этом 40% находятся на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, 24% – на территории Свердловской области, 22% – на территории Ханты-Мансийского округа. Наибольший рост по сравнению с 2008 годом, а именно 18,5% наблюдается на территории Челябинской области. Для поглощения СО₂ в УрФО в 2019 году требуется территория площадью 3283,29 тыс. км², из нее 33% территории требуется Ханты-Мансийскому автономному округу, 25% – Свердловской области, 19% – Ямало-Ненецкому автономному округу, 15% – Челябинской области. Тюменской и Курганской областям требуется в совокупности 8% имеющейся территории лесов.

Как было указано выше, показатель экологического следа рассчитывается суммированием всех составляющих (см. формулу 2). Результаты расчета за период с 2008 по 2019 годы приведены в таблице 3.

Видно, что наибольшее значение показателя экологического следа среди регионов УрФО наблюдается в Ханты-Мансийском автономном округе и составляет 1373,48 тыс. км² на 2019 год. Наименьший экологический след наблюдается по территории Курганской области, а именно 110 тыс. км², что связано, прежде всего, с малой эмиссией парниковых газов на данной территории.

Таблица 3

Результат оценки экологического следа по регионам УрФО

Показатель	Период, год											
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
РФ	26427,7 1	25611,5 7	25164,5 1	25601,0 0	25807,8 8	25418,3 0	25431,6 4	25436,7 7	25465,5 5	25868,6 7	26325,4 9	29000,4 7
УрФО	4446,30	4170,19	3763,47	3812,55	3949,87	3559,26	3311,62	3247,19	3248,57	3297,26	3374,40	4140,01
КО	138,74	134,27	127,37	111,15	107,62	115,79	101,01	105,66	100,78	107,23	118,77	110,92
СО	964,05	920,95	879,24	849,82	878,28	871,13	843,03	817,91	780,31	805,17	831,95	990,76
ХМАО	1501,19	1434,56	1349,32	1473,15	1525,19	1251,09	1085,24	1050,38	1063,45	1068,63	1085,91	1373,48
ЯНАО	756,92	678,03	637,31	621,48	695,79	584,97	514,72	526,25	578,26	600,96	586,62	824,56
ТО	390,41	391,29	218,03	216,28	215,55	231,16	239,36	230,43	230,44	245,90	276,13	288,22
ЧО	695,00	611,10	551,76	540,22	527,43	505,57	527,78	516,56	494,87	469,84	475,50	552,06

*Источник: Рассчитано автором

Кроме того, если соотнести значение показателя экологического следа с территорией, которую занимает регион, можно будет выявить наличие, либо отсутствие возможности указанных территорий к эффективному поглощению результатов антропогенной деятельности. Так, значение выше 1 говорит о том, что экологический след антропогенной деятельности человека превышает занимаемую площадь территории, следовательно, в ближайшей перспективе при текущем объеме производства и потребления отсутствуют возможности к самовосстановлению ассимиляционной емкости территории. Этот показатель позволит определить дефицит биоемкости территории, превышающей экологический след для проживающего на ней населения.

Результаты сопоставления экологического следа территорий УрФО с площадью экосистем соответствующих регионов за период с 2008 по 2019 гг. представлены в табл. 4.

В целом, по полученным данным можно сказать, что в целом по РФ сегодня наблюдается дефицит биоемкости, поскольку полученное значение которого к концу 2019 года достигло 1,70. При этом, если посмотреть результаты по регионам, то запас биоемкости территории за исследуемый период имелся только в Ямало-Ненецком автономном округе, хотя к концу 2019 года его значение также превысило единицу и составило 1,07. Наиболее критическая ситуация складывается в Челябинской и Свердловской области, где запас биоемкости территории превышен в 6 и 5 раз соответственно. Это является свидетельством того, что для нивелирования последствий антропогенной деятельности соответствующих территорий необходимо иметь площадь в 6 раз превышающую собственную.

Заключение. По результатам расчетов можно сделать вывод, что на данный момент времени экологическая ситуация в регионах УрФО складывается наиболее неблагоприятным образом, поскольку лишь незначительный антропогенный поток вещества и энергии частично подвергается ассимиляции, а большая его часть накапливается в экологической системе, что неизбежно ведет к деградации окружающей среды, ее ресурсных компонентов и следовательно в сокращению уровня эколого-экономической безопасности соответствующего региона.

В случае игнорирования экологических проблем и отсутствия действенных решений при принятии мер экологического характера, в регионах УрФО возникнет угроза эколого-экономической безопасности, поскольку отсутствуют возможности регионов по воспроизводству своего ассимиляционного потенциала для дальнейшего эколого-устойчивого развития.

Таблица 4

Соотношение экологического следа и фактической площади территории

Соотношение экологического следа и площади территории (Резерв/дефицит биоемкости)	Регион	Период											
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	РФ	1,55	1,50	1,47	1,50	1,51	1,49	1,49	1,49	1,49	1,51	1,54	1,70
	УрФО	2,45	2,29	2,07	2,10	2,17	1,96	1,82	1,79	1,79	1,81	1,86	2,28
	КО	1,94	1,88	1,78	1,55	1,51	1,62	1,41	1,48	1,41	1,50	1,66	1,55
	СО	4,96	4,74	4,52	4,37	4,52	4,48	4,34	4,21	4,02	4,14	4,28	5,10
	ХМАО	2,81	2,68	2,52	2,75	2,85	2,34	2,03	1,96	1,99	2,00	2,03	2,57
	ЯНАО	0,98	0,88	0,83	0,81	0,90	0,76	0,67	0,68	0,75	0,78	0,76	1,07
	ТО	2,44	2,44	1,36	1,35	1,35	1,44	1,50	1,44	1,44	1,54	1,73	1,80
	ЧО	7,85	6,90	6,23	6,10	5,96	5,71	5,96	5,83	5,59	5,31	5,37	6,24

*Источник: рассчитано автором

Библиографический список

- 1 Белик, И.С. Эколого-экономическая безопасность: учеб. пособие / Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2013. – 224 с.
- 2 Булетова, Н.Е. Эколого-экономическая безопасность: природа, содержание и проблемы диагностики в регионах России: монография / Волгоградский филиал ФГБОУ ВПО «Российский государственный торгово-экономический университет»; Н.Е. Булетова. – Волгоград: Волгоградский филиал РГТЭУ, 2013. – 220 с.
- 3 Всемирный фонд дикой природы (WWF). Зеленая экономика. Экологический след <https://wwf.ru/what-we-do/green-economy/ecological-footprint/>
- 4 Голованов, Е.Б. Роль и значение экологической нагрузки в системе региональной экономической безопасности / Е.Б.Голованов, Л.М. Михалина, К.В. Екимова // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. – 2018. – №4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-i-znachenie-ekologicheskoy-nagruzki-v-sisteme-regionalnoy-ekonomicheskoy-bezopasnosti>.
- 5 Гусев, А.А. Экономические проблемы природопользования на рубеже XXI века / А.А. Гусев // Ассимиляционный потенциал окружающей среды в системе экономических оценок и прав собственности на природные ресурсы. М.: ТЕИС, 2003.
- 6 Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов за 1990–2008 гг. ФГБУ «ИГ-КЭ Росгидромета и РАН». Режим доступа: <http://downloads.igce.ru/part1.pdf>.
- 7 Рогачев, А.Ф. Моделирование эколого-экономических систем с использованием алгоритмов нечеткого вывода / А.Ф. Рогачев, В.А. Кузьмин, // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование – 2013. – Вып. № 1 (29) – с.230–235.
- 8 Серов, Г.П. Экологическая безопасность населения и территорий Российской Федерации. Правовые основы, экологическое страхование, экологический аудит Текст.: учеб. пособие / Г.П. Серов, 1998.
- 9 Goldsmith E. The Way: an ecological world view, Rider Books, London, UK – 1992.
- 10 The United Nations Environment Programme (UNEP). Green Economy. <https://www.unep.org/regions/asia-and-pacific/regional-initiatives/supporting-resource-efficiency/green-economy>.