**ДВИНИН
Дмитрий
Юрьевич**

Кандидат экономических наук, доцент
Челябинский государственный университет,
ул. Братьев Кашириных, 129,
Челябинск, Россия, 454001

**DVININ
Dmitry
Yurievich**

PhD in economics, associate professor
Chelyabinsk State University,
129, Bratiev Kashirinykh Street,
Chelyabinsk, Russia, 454001

ecologchel@74.ru

УДК 330.15

**ОЦЕНКА ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ
И РЕСУРСОЁМКОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
КОМПЛЕКСОВ РОССИИ**

Выявить негативное влияние альтернативной электроэнергетики на окружающую среду с помощью традиционных подходов довольно затруднительно, такую оценку можно осуществлять лишь через выявление ресурсоёмкости. Для достижения указанной цели в исследовании использовался критерий MI (Material Input)-чисел, который позволяет выявить общий объём перемещаемого биосферного вещества в процессе экономической деятельности. Получены расчётные данные общей ресурсоёмкости для традиционной и альтернативной электроэнергетики всех регионов России, а также отдельных федеральных округов.

Ресурсоёмкость, регион, материальная интенсивность, парниковые газы, альтернативная электроэнергетика, природные ресурсы, окружающая среда

**ASSESSMENT OF GREENHOUSE GAS
EMISSIONS AND RESOURCE INTENSITY
OF THE REGIONAL ELECTRIC ENERGY
COMPLEX OF RUSSIA**

It is quite difficult to identify the negative impact of alternative electricity on the environment through traditional approaches. Thus, the assessment of negative anthropogenic impact can be carried out only through the identification of resource intensity. To achieve this goal, the study used the criterion MI (Material Input)-numbers, which allows to identify the total amount of biospheric substance transported in the process of economic activity. The data of the total resource intensity for the traditional and alternative electricity of all regions of Russia, as well as individual federal districts, was calculated.

Resource intensity, region, material intensity, greenhouse gases, alternative electricity, natural resources, environment

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 18-010-00861.

© Двинин Д.Ю., 2019

Сущность современных экологических проблем заключается в изменении материально-энергетических потоков в процессе экономической деятельности. Однако при охране окружающей среды основное внимание концентрируется на регулировании возникающих выбросов и сбросов. Фактически они являются лишь следствием использования природных ресурсов в биосфере. Изменения материально-энергетических потоков – существенно более значимый фактор для состояния окружающей среды, чем формирующиеся вследствие указанных процессов отходы. Биосферные потоки переключаются на социо-экономическую систему, что в дальнейшем и приводит экосистемы к кризису: они становятся не способными поддерживать собственные системные функции. Таким образом, оценку антропогенного воздействия производственной деятельности надо осуществлять через измерения удельной и общей ресурсоёмкости таких базовых отраслей хозяйства, как электроэнергетика. Альтернативная энергетика практически не имеет негативных выбросов в окружающую среду, хотя её деятельность и способна изменять материальные потоки в экосистемах. Исходя из указанных положений, напрашивается вывод, что оценка ресурсоёмкости и даёт возможность выявить эколого-экономические преимущества данной отрасли экономики. Оценка ресурсоёмкости позволяет выявить существующую взаимосвязь природной и социально-экономической систем, поскольку изъятые природные ресурсы имеют установленную рыночную цену. При условии развития «зелёной экономики», как считают некоторые исследователи [1], следующий цикл Кондратьева в мировой экономике будет определяться экологическими и ресурсосберегающими технологиями. Поэтому определение эколого-экономических преимуществ различных отраслей экономики, в том числе альтернативной электроэнергетики, является не только природоохранной задачей, но и важнейшим фактором конкурентоспособности экономики.

Осуществление общей оценки потреблённых природных ресурсов – довольно нетривиальная задача, так как альтернативная электроэнергетика при сооружении объектов и их функционировании использует совершенно различные материальные потоки [10]. Необходим критерий, позволяющий все виды потреблённых природных ресурсов свести к единому показателю. В странах ЕС и комиссией ООН по устойчивому развитию применяются такие показатели, как TMR (Total Material Requirement) и DMI (Direct Input Materials). Они позволяют выявить общее материальное потребление на уровне отдельных государств [9]. Указанные критерии в значительной степени схожи друг с другом. Небольшие отличия объясняются тем, как учитываются скрытые материальные потоки при экспорте и импорте готовой продукции. TMR и DMI позволяют сопоставить материальные ресурсы относительно ВВП (валового внутреннего продукта), однако с их помощью невозможно в полной мере оценить негативное антропогенное влияние отдельных отраслей экономики, включая альтернативную электроэнергетику. Расположенный в Германии Вуппертальский институт климата и окружающей среды разработал особый критерий – MI (Material Input)-числа. Они являются производным показателем более комплексного MIPS-анализа и количественно выражают объём природных ресурсов, а также элементов окружающей среды, которые требуются при производстве товаров и услуг [4; 12]. С их помощью можно относительно просто выявить материальную интенсивность некоторого производственного процесса, но их затруднительно применять при оценке целых отраслей экономики. Для решения указанной проблемы при исследовании использовался новый критерий – суммарные MI-числа, представляющие собой совокупность природных ресурсов [3]. Отдельные категории материального входа при их расчёте не учитывались. Такой подход позволяет несколько упростить процесс анализа и использовать его для отдельных отраслей экономики, в том числе альтернативной электроэнергетики. Указанный критерий находится в промежуточном положении между DMI и TMR, которые используются при анализе национальных экономик, и традиционными MI-числами, подходящими для отдельных экономических субъектов.

Распределённые по различным категориям материального входа традиционные МП-числа включены в специальный отчёт на сайте Вуппертальского института климата и окружающей среды (www.wupperinst.org). Для исследования предлагаются следующие пять категорий материального входа: абиотические ресурсы, атмосферные ресурсы, биотические ресурсы, водные ресурсы, почвенные ресурсы. При расчёте суммарных МП-чисел категории материального входа отдельно не выделяются, потребление ресурсов рассматривается в качестве единого материального потока. Если возникает необходимость, существует возможность получить суммарные МП-числа и для более сложных товаров и услуг. В этом случае первоначально потребуются проанализировать детальный состав продукта и выявить объём энергии, затрачиваемой при производственном процессе [7].

В рамках настоящего исследования оценка ресурсоёмкости объектов альтернативной электроэнергетики осуществлялась на основе материалов, полученных Вуппертальским институтом климата и окружающей среды, где приведены удельные показатели ресурсоёмкости для различных источников энергии, с учётом необходимых затрат на производство и функционирование соответствующих объектов¹. Расчёты проводились следующим образом: сначала выполнялся инвентаризационный анализ «входных» и «выходных» потоков природных ресурсов [11], далее указанные потоки переводились в категорию суммарных МП-чисел.

Для ветроэлектростанций (ВЭС) получены следующие удельные показатели ресурсоёмкости, выраженные в МП-числах: атмосферные ресурсы, кг/кВт·ч – 0,008; абиотические ресурсы, кг/кВт·ч – 0,09; водные ресурсы, кг/кВт·ч – 0,84; суммарные МП-числа, кг/кВт·ч – 0,1.

Для солнечных электростанций (СЭС): атмосферные ресурсы, кг/кВт·ч – 0,0009; абиотические ресурсы, кг/кВт·ч – 0,12; водные ресурсы, кг/кВт·ч – 4,93; суммарные МП-числа, кг/кВт·ч – 0,12.

Информация об объёмах затрачиваемой воды при выработке электроэнергии использовалась для выявления удельной ресурсоёмкости малых ГЭС (гидроэлектростанций). В настоящее время отсутствует чёткий нормативный критерий для отнесения гидроэлектростанции к категории малой. Однако в действовавшем ранее СНиП 2.06.01-86 «Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования» к малым гидроэлектростанциям относились объекты, имеющие установленную мощность до 30 МВт; данная величина и была принята в исследовании за основу.

В процессе исследования были собраны данные об удельной и общей величине потребления ресурсов отдельными объектами альтернативной энергетики² в российских регионах [8]. Учитывая долю каждой электростанции в энергобалансе, рассчитывались итоговые величины для региона в целом. Поскольку в исследовании была поставлена цель – проанализировать существующий уровень антропогенного воздействия, выделялись отдельно категории материального входа (абиотические, атмосферные ресурсы), связанные с эмиссией парниковых газов. Для облегчения анализа в суммарных МП-числах они были просуммированы и объединены.

Оценка эмиссии парниковых газов осуществлялась на основе методики МГЭИК (Межправительственная группа экспертов по изменению климата). Согласно «Руководству МГЭИК», при проведении оценки в электроэнергетике необходимо учитывать величины, связанные со сжиганием различного топлива: именно его категория определяет удельные коэффициенты эмиссии парниковых газов. К парниковым газам отнесены углекислый газ, закись азота, метан, трифторид азота, фреон. Однако ввиду малых объёмов выброса любых газов, кроме углекислого, в дальнейшем для облегчения анализа предлагается всю эмиссию выражать в виде CO₂-экв. (эквивалента углекислого газа).

¹ <http://www.mips-online.info>

² <https://energybase.ru>

Определение эмиссии парниковых газов в результате функционирования электроэнергетики осуществляется поэтапно [6]:

1. Выявление объёма потребления топлива (при наличии), перевод натуральных величин в единицы условного топлива.
2. Определение уровня содержания углерода в топливе с помощью коэффициентов эмиссии.
3. Расчёт образующейся эмиссии парниковых газов в CO_2 -экв.

«Руководящие принципы МГЭИК» предлагают следующий алгоритм расчёта эмиссии парниковых газов. Изначально собирается информация исходя из объёмов деятельности электроэнергетических объектов. Далее полученные величины соотносятся с коэффициентами содержания углерода в топливе. Указанные коэффициенты приведены в «Методологии кадастра антропогенных выбросов парниковых газов для региона» [5]. Приведённые в документе величины в полной мере соответствуют данным экспертов МГЭИК, однако представлены в более удобной табличной форме.

С опорой на предложенные методики был проведён сравнительный анализ ресурсоёмкости и уровня выбросов парниковых газов традиционной электроэнергетики, использующей ископаемое топливо, и альтернативной электроэнергетики. Также была выявлена удельная величина альтернативной энергетики различного генезиса: СЭС (солнечные электростанции), ВЭС (ветряные электростанции), ГеоЭС (геотермальные электростанции), малые ГЭС (гидроэлектростанции), БиоЭС (энергоустановки на биотопливе). Оценка проводилась для всех регионов Российской Федерации, полученные результаты представлены в таблице.

Таблица

**Эмиссия парниковых газов и ресурсоёмкость
региональных электроэнергетических комплексов Российской Федерации**

Субъекты РФ	Традиционная электроэнергетика			Альтернативная электроэнергетика			
	выработка электроэнергии за год, млн кВт·ч	ресурсоёмкость, выраженная в суммарных МВт-ч, тыс. т	эмиссия парниковых газов, тыс. т	выработка электроэнергии за год, млн кВт·ч	ресурсоёмкость, выраженная в суммарных МВт-ч, тыс. т	эмиссия парниковых газов, тыс. т	СЭС/ВЭС/ГеоЭС/малые ГЭС и БиоЭС, %
1	2	3	4	5	6	7	8
Северо-Западный федеральный округ	97 969,32	61 720,67	26 451,72	204,05	0,51	—	0/2,5/0/97,5
Республика Коми	8 974,09	11 576,57	6 012,64	93,86	—	—	0/100/0/0
Республика Карелия	4 194,98	964,84	503,4	0,005	0,0005	—	0/0/0/100
Псковская область	623,5	635,97	336,7	8	—	—	0/0/0/100
Новгородская область	540,18	696,83	340,31	—	—	—	—

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Ненецкий АО	154,3	209,85	143,5	0,5	0,05	—	0/100/0/0
Мурманская область	15 978,71	3 834,89	479,36	71,39	0,085	—	0/0/0/100
Ленинградская область	36 740,32	13 593,91	2 571,82	0,22	—	—	0/0/0/100
Калининградская область	6 199,15	4 773,34	2 541,65	15,07	0,37	—	0/30/0/70
г. Санкт-Петербург	16 238,31	13 802,56	7 307,24	15	—	—	0/0/0/100
Вологодская область	4 479,23	6 674,05	3 314,63	0,001	0,0001	—	0/0/0/100
Архангельская область	3 846,55	4 731,25	2 538,72	93,86	—	—	0/100/0/0
Центральный федеральный округ	222 487,6	169 090,57	68 971,15	147,84	132,43	0,11	0/0/0/100
Ярославская область	3 620,45	2 679,13	1 448,18	1,02	—	—	0/0/0/100
Тульская область	3 996,57	7 593,48	3 956,6	—	—	—	—
Тверская область	44 394,48	21 753,29	5 771,28	9,6	—	—	0/0/0/100
Тамбовская область	1 054,13	1 106,83	590,31	—	—	—	—
Смоленская область	27 767,37	11 384,62	1 943,71	—	—	—	—
Рязанская область	8 294,79	22 644,77	10 700,28	—	—	—	—
Орловская область	1 146,84	1 020,69	550,48	8	—	—	0/0/0/100
Московская область	24 221,93	29 066,32	13 322,06	99,76	—	—	0/0/0/100
Липецкая область	1 751,59	1 734,07	928,34	—	—	—	—
Курская область	31 160,19	10 594,46	623,2	—	—	—	—
Костромская область	15 101,73	14 195,62	7 550,86	—	—	—	—
Калужская область	49,53	51,02	27,24	—	—	—	—
Ивановская область	2 308,19	2 331,27	1 246,42	—	—	—	—
г. Москва	41 046,24	36 120,69	19 291,73	—	—	—	—
Воронежская область	14 169,4	5 667,76	850,16	—	—	—	—
Владимирская область	1 868,3	1 774,88	952,83	—	—	—	—
Брянская область	17,08	23,06	12,3	29,46	132,43	—	—
Белгородская область	518,79	409,84	217,9	1,02	—	0,11	0/0/0/100
Южный федеральный округ	63 125,76	42 925,51	19 568,9	547,9	56,63	—	82/8/0/10

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Ростовская область	32 672,76	25 158,02	9 801,83	—	—	—	—
Республика Крым и г. Севастополь	1367,11	1223,67	622,54	427,5	49,19	—	89/11/0/0
Республика Калмыкия	9	3,87	1,71	—	—	—	—
Республика Адыгея	48,4	0	0	50,4	—	—	0/0/0/100
Краснодарский край	10 659,08	9 486,58	5 116,36	8	—	—	0/0/0/100
Волгоградская область	15 819,24	4 429,39	2 372,89	62	7,44	—	100/0/0/0
Астраханская область	2 550,17	2 881,69	1 555,6	—	—	—	100/0/0/0
Северо-Кавказский федеральный округ	26 824,93	19 313,95	10 193,47	621,6	1,08	—	1/0/0/99
Чеченская республика и республика Ингушетия	15,5	0	0	15,5	—	—	0/0/0/100
Ставропольский край	19 008,8	19 198,89	10 264,75	205	—	—	0/0/0/100
Республика Северная Осетия	412,4	16,5	8,25	164,2	—	—	0/0/0/100
Республика Дагестан	5 470,53	109,41	54,7	204	1,08	—	3/0/0/97
Карачаево-Черкесская республика	1291,2	0	0	17,4	—	—	0/0/0/100
Кабардино-Балкарская республика	626,5	0	0	15,5	—	—	0/0/0/100
Приволжский федеральный округ	176 734,4	134 318,14	65 391,73	221,31	22,58	—	52/39/0/9
Ульяновская область	2 758,32	2 592,82	1 379,16	96	8,6	—	0/90/0/10
Саратовская область	40 286,18	14 503,02	2 820,03	0,11	0,013	—	100/0/0/0
Самарская область	23 129,27	13 646,27	7 170,07	5,5	—	—	0/0/0/100
Республика Чувашия	4 928,71	2 562,93	1 330,75	—	—	—	—
Республика Удмуртия	2 598,81	2 364,91	1 273,41	—	—	—	—
Республика Татарстан	21 646,93	19 915,17	10 606,99	0,3	—	—	0/0/0/100

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Республика Мордовия	1 116,81	1 127,97	603,07	0,35	—	—	0/0/0/100
Республика Марий Эл	702,99	625,67	330,4	—	—	—	—
Республика Башкортостан	18 839,51	19 781,48	9 796,54	41,46	4,92	—	97/1/0/2
Пермский край	30 463,45	25 893,93	14 013,19	0,35	—	—	0/0/0/100
Пензенская область	1 517,87	1 457,15	774,11	0,2	—	—	0/0/0/100
Оренбургская область	14 639,56	14 639,56	7 758,97	75,34	9,05	—	100/0/0/0
Нижегородская область	9 370,02	8 151,91	4 310,21	—	—	—	—
Кировская область	4 735,96	7 435,45	3 267,81	1,7	—	—	0/0/0/100
Уральский федеральный округ	129 678	172 471,74	73 916,46	35,8	0,054	—	0/1,5/0/98,5
Ямало-Ненецкий автономный округ	1 201	996,83	576,48	0,54	0,054	—	0/100/0/0
Челябинская область	23 700,8	42 898,45	20 619,67	1,5	—	—	0/0/0/100
Ханты-Мансийский автономный округ	77 505	91 455,9	37 977,45	—	—	—	—
Тюменская область	11 906,3	14 525,68	5 834,09	—	—	—	—
Свердловская область	15 364,9	25 198,43	11 677,32	33,76	—	—	0/0/0/100
Курганская область	3 103,4	4 096,48	1 799,97	—	—	—	—
Сибирский федеральный округ	186 506,7	258 819,26	91 388,28	1 357,52	160,78	—	97/1/0/2
Томская область	4 229	7 231,59	3 256,33	3	0,002	—	0/0/0/100
Республика Хакасия	22 600	7 458	1 808	6,5	0,78	—	100/0/0/0
Республика Тыва	67,2	86,68	33,6	—	—	—	—
Республика Алтай	1 333	159,96	0	1 333	160	—	98/0/0/2
Омская область	6 237,4	13 971,77	5 551,28	—	—	—	—
Новосибирская область	13 258,8	18 297,14	9 413,75	—	—	—	—
Красноярский край	52 302	104 080,98	24 581,94	15	—	—	0/0/0/100
Кемеровская область	21 392	43 853,6	22 461,6	0,020	0,002	—	100/0/0/0
Иркутская область	59 364,8	45 710,89	10 685,66	—	—	—	—

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Алтайский край	5 722,5	17 968,65	7 210,35	—	—	—	—
Дальневосточный Федеральный округ	56 783,46	122 573,2	30 663,07	628 291,66	47,8	—	98/0/0/2
Республика Бурятия	5 164,8	23 189,95	5 629,63	14,54	1,7	—	100/0/0/0
Республика Саха (Якутия)	9 295,81	9 574,68	5 112,69	437,12	0,05	—	87/13/0/0
Чукотский автоном- ный округ	475,6	1 084,37	389,99	200	0,02	—	0/100/0/0
Хабаровский край с ЕАО	7 224,95	14 305,4	5 707,71	—	—	—	—
Сахалинская область	2 085,2	3 211,21	1 563,9	8 541	0,85	—	0/10/90/0
Забайкальский край	5 666,3	27 764,87	6 119,6	199	0,001	—	0/0/0/100
Приморский край	8 856,6	35 603,53	9 742,26	—	—	—	—
Магаданская об- ласть	2 563,5	615,24	307,62	—	—	—	—
Камчатский край	1 702,7	1 174,86	629,99	618 900	45,18	—	0/20/50/30
Амурская область	13 748	6 049,12	1 374,8	—	—	—	—
Российская Феде- рация	1 923 323,73	2 000 256,68	788 562,73	2 763,49	421,39	0,11	26/9,5/11/53,5

Источник: составлено автором.

Проведённые расчёты позволили выявить общий объём биосферного вещества, используемого при деятельности традиционной электроэнергетической отрасли экономики Российской Федерации: 2 млрд т. Это в 6,5 раз больше объёма речного стока, осуществляемого российскими реками, величина сопоставима со стоком вещества всех земных рек. Масса вещества, необходимого для функционирования электроэнергетического комплекса в России, фактически совпадает с объёмами некоторых природных геологических сил, что в полной мере подтверждает концепцию антропоцена о появлении новой геологической эпохи, где антропогенная деятельность играет ведущую роль в функционировании биосферы. Наибольшая ресурсоёмкость отмечается в регионах, обладающих высокой долей угольной энергетики в общем энергобалансе: Сибирский федеральный округ (258,82 млн т) и Уральский федеральный округ (172,47 млн т).

Объём биосферного вещества, перемещаемого при деятельности альтернативной электроэнергетики в Российской Федерации, незначителен: 0,42 млн т, данная величина меньше показателя для традиционной энергетики в 4 761 раз. Даже при условии, что альтернативная электроэнергетика полностью заместит традиционную энергетику, объём перемещаемого вещества составит порядка 300 млн т, что будет почти в 7 раз меньше, чем в энергетике, использующей ископаемое топливо. Таким образом, можно установить эколого-экономическое

преимущество развития альтернативной энергетики в Российской Федерации, выражающееся в значительном ресурсосбережении.

Объём эмиссии парниковых газов традиционной электроэнергетикой составляет 788,56 млн т, наибольшие величины также приходятся на регионы с развитой угольной энергетикой: Сибирский федеральный округ (91,39 млн т) и Уральский федеральный округ (73,91 млн т). Выявлена достаточно высокая взаимосвязь между ресурсоёмкостью, выраженной суммарными МП-числами, и объёмом выбросов парниковых газов: коэффициент корреляции составляет 0,998 [2].

В результате проведённого исследования было установлено, что эмиссия парниковых газов от деятельности альтернативной электроэнергетики в Российской Федерации практически отсутствует. Выбросы составляют 0,11 млн т, и связаны они исключительно с деятельностью установок, использующих биотопливо. Эта величина более чем в 7 000 раз меньше объёмов выбросов энергетики на ископаемом топливе, и даже в случае полного замещения традиционной энергетики альтернативной (где будет присутствовать и бионергетика) эмиссия окажется в 10 раз меньше. Выявлена небольшая взаимосвязь между ресурсоёмкостью и эмиссией парниковых газов альтернативной энергетикой: коэффициент корреляции равен 0,592.

В результате исследование позволило сформулировать следующие выводы:

1. На малые гидроэлектростанции и энергоустановки, работающие на биотопливе, приходится 53,5% от выработки альтернативной энергетики РФ, на солнечную энергетику – 26%, геотермальные станции – 11%, ветряные установки – 9,5%.

2. Общая ресурсоёмкость российской электроэнергетики, использующей ископаемое топливо, составляет 2 млрд т (в МП-числах), ресурсоёмкость альтернативной электроэнергетики существенно меньше – 0,4 млн т (в МП-числах). Совокупный объём биосферного вещества, перемещаемого при функционировании альтернативной энергетики, меньше соответствующего показателя для традиционной энергетики в 4 761 раз.

3. При гипотетическом сценарии развития альтернативной электроэнергетики, позволяющем предположить полное замещение энергоёмностей традиционной энергетики, объём перемещаемого биосферного вещества достигнет 300 млн т, что практически в 7 раз меньше соответствующего показателя для энергетики на ископаемом топливе. Подобный сценарий позволяет прогнозировать реальную величину снижения негативного воздействия на окружающую среду при дальнейшем увеличении доли альтернативной энергетики в региональных энергобалансах.

4. Определена эмиссия парниковых газов в результате деятельности традиционной электроэнергетики Российской Федерации – 788,56 млн т, эмиссия, возникающая при функционировании альтернативной энергетики – 0,11 млн т. Существующая разница между указанными величинами превышает величину в 7 000 раз. Даже при реализации гипотетического сценария полного замещения традиционной энергетики альтернативной общая эмиссия будет меньшей в 10 раз. Выявлен низкий уровень взаимосвязи между ресурсоёмкостью и эмиссией парниковых газов альтернативной энергетикой и очень высокий между ресурсоёмкостью и выбросами парниковых газов традиционной энергетикой.

Список литературы

1. Вайцеккер Э. фон, Харгроуэ К., Смит М. Фактор 5. Формула устойчивого роста. Доклад Римскому клубу. М.: Аст-Пресс Книга, 2013. 368 с.
2. Даванков А.Ю., Двинин Д.Ю., Постников Е.А. Методический инструментарий оценки социо-эколого-

экономической среды региона в границах устойчивости биосферы // Экономика региона. 2016. Т. 12. № 4. С. 1029–1039. DOI: 10.17059/2016-4-5

3. Двинин Д.Ю. Выявление антропогенного влияния через уровень материальной интенсивности электроэнергетической отрасли экономики России // Эколого-экономические проблемы развития регионов и страны (устойчивое развитие, управление, природопользование). Материалы 14-й Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики. Петрозаводск: Издательство Карельского научного центра РАН, 2017. С. 341–346.

4. Двинин Д.Ю. Планирование ресурсосбережения в региональных системах экологического менеджмента // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2011. № 7. С. 6.

5. Методология кадастра антропогенных выбросов парниковых газов для региона. Брюссель: ТАСИС, 2009. 89 с.

6. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 г. Т. 2. Энергетика / под ред. С. Игглестона. Хаяма: ИГЕС, 2006. 321 с.

7. Сергиенко О.И., Рон Х. Основы теории эко-эффективности. СПб: СПбГУНИПТ, 2004. 223 с.

8. Электроэнергетика России: основные показатели функционирования и тенденции развития. М.: НИУ ВШЭ, 2015. 100 с.

9. Giljum S., Burger E., Hinterberger F., Lutter S., Bruckner M. A Comprehensive Set of Resource Use Indicators from the Micro to the Macro Level // Resources, Conservation and Recycling. 2011. Vol. 55. No. 3. Pp. 300–308. DOI: 10.1016/j.resconrec.2010.09.009

10. Hu Z., Yuan J., Hu Z. Study on China's Low Carbon Development in an Economy – Energy – Electricity – Environment Framework // Energy Policy. 2011. Vol. 39. № 5. Pp. 2596–2605. DOI: 10.1016/j.enpol.2011.02.028

11. Saurat M., Ritthoff M. Calculating MIPS 2.0 // Resources. 2013. Vol. 2. No. 4. Pp. 581–607. DOI: 10.3390/resources2040581

12. Schmidt-Bleek F. Das MIPS-Konzept: Weniger Naturverbrauch – mehr Lebensqualität durch Faktor 10. München: Droemer Knaur, 1998. 320 p.

References

1. Weizsäcker E. von, Hargroves K., Smith M. *Factor 5: Transforming the Global Economy through 80% Increase in Resource Productivity*. Moscow, 2013. 368 p. (In Russian)

2. Davankov A.Yu., Dvinin D.Yu., Postnikov E.A. Methodological Tools for the Assessment of Ecological and Socio-Economic Environment in the Region within the Limits of Sustainability of Biosphere. *Ekonomika regiona* [Economy of Region]. 2016. Vol. 12. No. 4. Pp. 1029–1039. DOI: 10.17059/2016-4-5 (In Russian)

3. Dvinin D.Yu. Identification of Anthropogenic Influence through the Level of Material Intensity of the Electric Power Industry of the Russian Economy. In: *Environmental and Economic Problems of Regional and Country Development (Sustainable Development, Management, Environmental Management)*. Materials of the 14th International Scientific and Practical Conference of the Russian Society of Ecological Economics. Petrozavodsk, 2017. Pp. 341–346. (In Russian)

4. Dvinin D.Yu. Planning Resource in Regional Environmental Management Systems. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyy nauchnyy zhurnal* [Management of Economic Systems: Scientific Electronic Journal]. 2011. No. 7. P. 6. (In Russian)

5. *Methodology of the Inventory of Anthropogenic Greenhouse Gas Emissions for the Region*. Brussels, 2009. 89 p. (In Russian)

6. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006. Vol. 2. Energy*. Ed. by S. Iggleston. Haya-ma, 2006. 321 p. (In Russian)

7. Sergienko O.I., Ron H. *Fundamentals of the Theory of Eco-Efficiency*. St.-Petersburg, 2004. 223 p. (In Russian)
8. *Electric Power Industry of Russia: Key Performance Indicators and Development Trends*. Moscow, 2015. 100 p. (In Russian)
9. Giljum S., Burger E., Hinterberger F., Lutter S., Bruckner M. A Comprehensive Set of Resource Use Indicators from the Micro to the Macro Level. *Resources, Conservation and Recycling*. 2011. Vol. 55. No. 3. Pp. 300–308. DOI: 10.1016/j.resconrec.2010.09.009
10. Hu Z., Yuan J., Hu Z. Study on China's Low Carbon Development in an Economy – Energy – Electricity – Environment Framework. *Energy Policy*. 2011. Vol. 39. No. 5. Pp. 2596–2605. DOI: 10.1016/j.enpol.2011.02.028
11. Saurat M., Ritthoff M. Calculating MIPS 2.0. *Resources*. 2013. Vol. 2. No. 4. Pp. 581–607. DOI: 10.3390/resources2040581
12. Schmidt-Bleek F. *The MIPS Concept: Less Natural Consumption – More Quality of Life by a Factor of 10*. München: Droemer Knaur, 1998. 320 p. (In German)

■ ■ ■
Для цитирования:

Двинин Д.Ю. Оценка эмиссии парниковых газов и ресурсоёмкости региональных электроэнергетических комплексов России // Регионалистика. 2019. Т. 6. № 2. С. 75–85. DOI: [10.14530/reg.2019.2.75](https://doi.org/10.14530/reg.2019.2.75)

For citing:

Dvinin D.Y. Assessment of Greenhouse Gas Emissions and Resource Intensity of the Regional Electric Energy Complex of Russian. *Regionalistica* [Regionalistics]. 2019. Vol. 6. No. 2. Pp. 75–85. DOI: [10.14530/reg.2019.2.75](https://doi.org/10.14530/reg.2019.2.75) (In Russian)