

УДК 504.7

**А.А. Таскаева**

**A.A. Taskaeva**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет  
Perm National Research Polytechnic University

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИНТЕНСИВНОСТИ  
ВЫБРОСОВ И УГЛЕРОДНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
НА ТРЁХ УРОВНЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

**FORECASTING EMISSION INTENSITY AND CARBON  
EFFICIENCY INDICATORS AT THREE LEVELS  
OF THE ECONOMIC SYSTEM**

Рассмотрены подходы к оценке атмосферных выбросов. Предложены показатели и способы их расчёта. Представленные показатели спрогнозированы на период до 2021 года и сделаны выводы о целесообразности их применения.

**Ключевые слова:** атмосферные выбросы, интенсивность выбросов, углеродная эффективность выбросов, производственные выбросы.

The article discusses approaches to assessing atmospheric emissions. Indicators and methods of their calculation are proposed. The presented indicators are predicted for the period up to 2021 and conclusions are drawn about the appropriateness of their application.

**Keywords:** air emissions, emission intensity, carbon efficiency of emissions, industrial emissions.

Сегодня всё большую актуальность приобретают экологические проблемы социально-экономического развития. Эти проблемы существуют на всех уровнях экономики, начиная с глобального, где поиски их решений формируются на уровне стран, отдельных регионов и, конечно, предприятий.

В данной статье внимание сосредоточено только на аспекте охраны атмосферного воздуха как объекте формирования эколого-экономического результата деятельности предприятий нефтегазовой промышленности Пермского края.

На основе анализа нормативной базы решения задачи охраны атмосферного воздуха [1], были выявлены показатели, применяемые для оценки результативности экологических мероприятий и соответствующие деятельности предприятий нефтегазового сектора производства: выбросы загрязняющих атмосферу веществ (в том числе от стационарных источников) и улавливание и

обезвреживание загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников. Эти данные несут обобщенную информацию о состоянии атмосферного воздуха и не дают полной картины воздействия экономической деятельности на состояние атмосферного воздуха. Поэтому объективнее использовать такие показатели, как углеродная эффективность и интенсивность выбросов [2].

Для каждого уровня социально-экономической системы выполняется следующий набор действий:

- 1) проводится расчет показателей по статистическим данным;
- 2) строится трендовая модель;
- 3) формируется расчет плановых показателей на будущий период.

Описание данных показателей и метода их расчета подробно дано в методологии ОЭСР по оценке зеленого роста [2].

Проведем расчеты показателя углеродной эффективности для уровня страны на основе источников [2, 3, 4] и спрогнозируем основные для расчетов показатели на период до 2021 г. (табл. 1). Уравнение тренда имеет следующий вид:

– для ВВП  $y = 57933e^{0,0708x}$ ,  $R^2 = 0,9814$ ;

– для объема валовых выбросов CO<sub>2</sub> от стационарных источников  $y = 54,601x^2 - 422,42x + 16435$ ,  $R^2 = 0,7773$ ;

– для объема валовых выбросов  $y = 28,986x^2 - 421,67x + 6346,5$ ,  $R^2 = 0,8261$ .

Таблица 1

Показатели углеродной эффективности России

Показатель	Год										
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Углеродная эффективность	3,80	4,23	4,62	5,09	5,35	5,40	5,68	6,30	6,45	6,65	6,86
Углеродная эффективность производства	10,45	11,35	13,64	16,00	17,31	17,45	18,55	21,49	22,76	23,39	24,20

Рассмотрим показатели интенсивности выбросов для уровня страны. Расчеты произведены на основе источников [2, 4, 5] и трендовых моделей для численности населения ( $y = -0,0595x^2 + 1,1893x + 141,04$ ,  $R^2 = 0,877$ ) и значений валовых выбросов в России ( $y = -219,76x^2 + 1537,6x + 30205$ ,  $R^2 = 0,5284$ ) до 2021 года (табл. 2).

Динамика показателей свидетельствует о том, что интенсивность выбросов в целом по стране имеет тенденцию к сокращению, но интенсивность производственных выбросов на 1 человека с 2019 года начинает расти.

Проведем расчет и анализ значения показателей экологической эффективности выбросов CO<sub>2</sub>, для Пермского края.

Таблица 2

## Показатели интенсивности выбросов в России

Показатель	Год										
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Интенсивность валовых выбросов	228,3	227,1	223,8	217,3	213,7	215,8	218,5	220,03	154,9	160,9	139,7
Интенсивность производственных выбросов CO <sub>2</sub>	40,26	41,97	37,34	34,37	32,81	33,50	33,72	33,14	32,93	34,28	35,50

Расчёт значений валовой углеродной эффективности региона осложняется отсутствием данных о валовых выбросах CO<sub>2</sub>, в связи с этим будет представлен расчёт только по показателю углеродной эффективности производства Пермского края. Внесем изменения в методику расчета: заменим показатель ВВП на ВРП. Расчет проводился на основе [2, 6, 7] источников.

Трендовые модели для расчета показателей имеют следующий вид:

– для ВРП  $y = 772,81e^{0,0586x}$ ,  $R^2 = 0,9832$ ;

– для значений выбросов CO<sub>2</sub> от стационарных источников  $y = 2,2948x^2 - 30,64x + 167,93$ ,  $R^2 = 0,9794$ .

Расчетные и плановые значения приведены в табл. 3.

Таблица 3

## Показатели углеродной эффективности производства Пермского края

Показатель	Год									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Углеродная эффективность производства	7,36	8,73	12,58	15,61	15,60	17,33	18,00	16,78	15,26	13,56

Расчет интенсивности выбросов проведен по данным [2, 8, 10].

Трендовые модели для расчета показателей имеют следующий вид:

– для численности населения Пермского края  $y = -1,256x^2 + 8,756x + 2622,5$ ,  $R^2 = 0,9795$ ;

– для значений валовых выбросов в Пермском крае  $y = -6,2496x^2 + 54,679x + 507,62$ ,  $R^2 = 0,3443$ .

Плановые и расчетные значения показателя интенсивности выбросов приведены в табл. 4.

Таблица 4

## Показатели интенсивности выбросов на территории Пермского края

Показатель	Год									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Интенсивность валовых выбросов	0,21	0,24	0,22	0,22	0,23	0,24	0,25	0,15	0,17	0,14
Интенсивность производственных выбросов CO <sub>2</sub>	0,044	0,039	0,029	0,025	0,027	0,026	0,026	0,030	0,035	0,042

По изменению показателей можно наблюдать тенденцию к сокращению (на 10,5 % к 2021 г.), что является положительным фактом. Интенсивность производственных выбросов CO<sub>2</sub>, напротив, возрастает (+61,41 % с 2017 г.), что свидетельствует об увеличении объёма производственных выбросов CO<sub>2</sub> на 1 человека.

Третий уровень расчетов – уровень предприятия. Объектом расчета выступает ООО «Газпром Трансгаз Чайковский», на долю которого в 2019 году приходилось 41,59 % выбросов всего региона [1, 11].

Проведем анализ показателей углеродной эффективности и интенсивности выбросов для данного предприятия. Но прежде всего необходимо рассмотреть понятие валового регионального продукта и определить, какой показатель на уровне предприятия больше всего соответствует этому мезоэкономическому параметру.

Итак, согласно определению, представленному на сайте Росстата [9], валовой региональный продукт (ВРП) – обобщающий показатель экономической деятельности региона, характеризующий конечный результат производственной деятельности всех экономических единиц. Он отражает стоимость конечных товаров и услуг, произведенных этими единицами в течение отчетного периода в ценах конечного покупателя. Иными словами, ВРП представляет собой показатель, характеризующий экономическое состояние региона.

На наш взгляд, наиболее подходящим показателем для замены ВВП и ВРП на уровне предприятия может выступать выручка.

Поэтому далее показатель углеродной эффективности будет рассчитываться как частное годового объема выручки и годового объема выбросов CO<sub>2</sub> предприятием на территории Пермского края.

В связи с отсутствием данных о выбросах CO<sub>2</sub> на территории Пермского края объем выбросов будет рассчитан как доля выбросов CO<sub>2</sub> предприятием от совокупных выбросов предприятия на территории Пермского края (табл. 5).

Таблица 5

Показатели выбросов CO<sub>2</sub> предприятием на территории Пермского края (составлено автором на основе [12])

Год	Совокупные выбросы предприятия, тыс. т	Выбросы предприятия на территории региона, тыс. т	Доля выбросов на территории в общем объеме выбросов предприятия, %	Совокупные выбросы CO <sub>2</sub> предприятия, тыс. т	Выбросы CO <sub>2</sub> предприятия на территории региона, тыс. т
1	2	3	4 = 3/2	5	6 = 4*5
2012	146,08	112,50	77,01 %	93,09	71,69

Окончание табл. 5

1	2	3	4 = 3/2	5	6 = 4*5
2013	171,58	121,63	70,89 %	33,64	23,85
2014	138,05	94,96	68,79 %	10,52	7,23
2015	123,4	98,23	79,60 %	9,53	7,58
2016	132,4	107,66	81,31 %	10,63	8,65
2017	140,0	114,88	82,06 %	13,20	10,83
2018	162,5	108,69	66,89 %	14,76	9,87
2019	163,1	119,59	73,32 %	13,72	10,06

Рассчитаем показатель углеродной эффективности выбросов, привязанных к производству, и прогнозируемые значения показателя на основе трендовых моделей показателей выручки ( $y = 0,1104x^2 + 0,8744x + 52,902$ ,  $R^2 = 0,8525$ ) и выбросов CO<sub>2</sub> предприятием на территории Пермского края ( $y = 43,133x^{-0,899}$ ,  $R^2 = 0,6566$ ) (табл. 6).

Таблица 6

Показатели углеродной эффективности выбросов  
ООО «Газпром Трансгаз Чайковский» на территории Пермского края

Показатель	Год									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Выбросы CO <sub>2</sub> предприятием в регионе, тыс. т	71,69	23,85	7,23	7,58	8,65	10,83	9,87	10,06	5,98	5,44
Углеродная эффективность производства	0,75	2,36	7,59	7,74	6,61	5,99	6,69	6,49	11,65	13,35

Проведем расчет соответствующих промежуточных показателей и интегрального показателя интенсивности выбросов (табл. 7).

Таблица 7

Показатели интенсивности выбросов  
ООО «Газпром Трансгаз Чайковский» на территории Пермского края

Показатель	Год									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Интенсивность валовых выбросов	0,043	0,046	0,036	0,037	0,041	0,044	0,042	0,046	0,050	0,056
Интенсивность производственных выбросов CO <sub>2</sub>	0,027	0,009	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,002	0,002

Динамика показателей свидетельствует о сокращении интенсивности производственных выбросов оксида углерода. Интенсивность валовых выбросов предприятия возрастает, что говорит об увеличивающемся объеме выбросов на 1 человека.

Таблица 8

Абсолютные и относительные изменения прогнозных значений ключевых составляющих показателей углеродной эффективности и интенсивности выбросов

Год	ВВП, млрд руб.		ВРП, млрд руб.		Выручка, млрд руб.		Валовые выбросы, тыс. т		Выбросы CO <sub>2</sub> от стационарных источников, тыс. т		Численность населения, млн чел.	
	Абсолютное изменение	Темп прироста, %	Абсолютное изменение	Темп прироста, %	Абсолютное изменение	Темп прироста, %	Абсолютное изменение	Темп прироста, %	Абсолютное изменение	Темп прироста, %	Абсолютное изменение	Темп прироста, %
Россия												
2019	5 416,50	5,18	x	x	x	x	-9 592,00	-29,67	-33,80	-0,69	-0,10	-0,07
2020	7 553,68	6,86	x	x	x	x	870,00	3,83	193,80	4,01	-0,10	-0,07
2021	8 627,89	7,34	x	x	x	x	-3 077,36	-13,04	187,04	3,72	0,22	0,15
Пермский край												
2019	x	x	89,54	7,34	x	x	-258,80	-39,33	10,28	15,16	-11,23	-0,43
2020	x	x	79,03	6,04	x	x	30,15	7,55	12,96	16,61	-15,11	-0,58
2021	x	x	83,80	6,04	x	x	-76,56	-17,83	17,55	19,28	-17,62	-0,68
Газпром												
2019	x	x	x	x	-0,79	-1,20	10,90	10,03	0,19	1,91	-11,23	-0,43
2020	x	x	x	x	4,43	6,79	10,58	8,84	-4,07	-40,51	-15,11	-0,58
2021	x	x	x	x	2,97	4,26	12,31	9,46	-0,54	-9,04	-17,62	-0,68

Таким образом, проведенный анализ показателей углеродной эффективности и расчет прогнозных значений для всех уровней системы можно представить в виде таблицы (табл. 8). Дополнив абсолютные значения показателей темпами прироста можно заметить положительные тенденции в их развитии и спрогнозировать положительные эффекты от экологических программ и мероприятий на всех уровнях социально-экономической системы.

### Список литературы

1. О стратегии социально-экономического развития Пермского края до 2026 года: постановление Законодательного собрания Пермского края от 1 декабря 2011 г. № 3046. Доступ через справ.-правов. систему «КонсультантПлюс».

2. OECD (2016), Green Growth Indicators 2014: (Russian version), OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264256767-ru> (accessed 22 September 2020)

3. Валовой внутренний продукт. Годовые данные [Электронный ресурс] / Федер. служба гос. стат. – URL: [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/vvp/vvpr-god/tab1a.xls](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/vvp/vvpr-god/tab1a.xls) (дата обращения: 22.09.2020).

4. Выбросы наиболее распространенных загрязняющих атмосферу веществ стационарными и передвижными источниками [Электронный ресурс] / Федер. служба гос. стат. – URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/LpfHaVhN/oxr\\_vibr2.xls](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/LpfHaVhN/oxr_vibr2.xls) (дата обращения: 22.09.2020).

5. Производство валового регионального продукта [Электронный ресурс] / Территориальный орган Федер. службы гос. стат. по Пермскому краю. – URL: [https://permstat.gks.ru/storage/mediabank/ПРОИЗВОДСТВО\\_валового\\_регионального\\_продукта.pdf](https://permstat.gks.ru/storage/mediabank/ПРОИЗВОДСТВО_валового_регионального_продукта.pdf) (дата обращения: 23.09.2020).

6. Выбросы наиболее распространённых загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников [Электронный ресурс] / Территориальный орган Федер. службы гос. стат. по Пермскому краю. – URL: <https://permstat.gks.ru/storage/mediabank/11.4.html> (дата обращения: 23.09.2020).

7. Численность и состав населения [Электронный ресурс] / Федер. служба гос. стат. – URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/demo11.xls> (дата обращения: 22.09.2020).

8. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году: гос. докл. [Электронный ресурс] / Мин. природ. ресурсов и экологии Российской Федерации. – URL: <http://gosdoklad-ecology.ru/2017/pokazateli-atmosfernnyu-vozdukh/vybrosy-po-veshchestvam/pfo/> (дата обращения: 23.09.2020).

9. Валовой региональный продукт (ВРП) [Электронный ресурс] / Федер. служба гос. стат. – URL: [https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/B08\\_14p/IssWWW.exe/-Stg/d2/11-08.htm](https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/B08_14p/IssWWW.exe/-Stg/d2/11-08.htm) (дата обращения: 24.09.2020).

10. Численность населения [Электронный ресурс] / Территориальный орган Федер. службы гос. стат. по Пермскому краю. – URL: <https://permstat.gks.ru/storage/mediabank/V7AIIJ9J/2.1.html> (дата обращения: 22.09.2020).

11. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края [Электронный ресурс] // Природа Пермского края: докл. – URL: <http://www.permecology.ru/ежегодный-экологический-доклад/ежегодный-экологический-доклад-2019/> (дата обращения: 23.09.2020).

12. Экологические отчеты [Электронный ресурс] / ООО «Газпром Трансгаз Чайковский». – URL: [https://tchaikovsky-tr.gazprom.ru/ecology/ecology\\_reports/](https://tchaikovsky-tr.gazprom.ru/ecology/ecology_reports/) (дата обращения: 24.09.2020).

Получено 03.09.2020

**Таскаева Алёна Андреевна** – магистрант, группа ЭУПН-19-1м, гуманитарный факультет, кафедра «Экономика и управление промышленным производством», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: [alenka.tas@yandex.ru](mailto:alenka.tas@yandex.ru).

Научный руководитель **Лобова Елена Сергеевна** – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и управление промышленным производством», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: [elena.bykova555@yandex.ru](mailto:elena.bykova555@yandex.ru).