

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРДИНАЛИСТСКОГО ПОДХОДА
ПРИ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ
СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ**

Кутышкин Андрей Валентинович
доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник научно-исследовательской
лаборатории имитационного моделирования,
Нижевартовский государственный университет
Нижевартовск, Россия
E-mail: avk_200761@mail.ru

Предмет исследования: функционирование региональной системы Ханты-Мансийского автономного округа – Югра (ХМАО–Югра) по очистке выбросов от стационарных источников вредных веществ в атмосферу (РСОВ) за период с 2012–2020 гг.

Цель исследования: разработка на основе ординалистского подхода комплексного показателя – нелинейного динамического норматива для оценки результативности функционирования РСОВ на основе системного анализа ее функционирования.

Методы исследования: методом исследования является ординалистский подход при формировании нелинейного динамического норматива из показателей, которые характеризуют функционирование рассматриваемой системы. Последняя представляется как обобщенное предприятие (ОП), агрегирующее все подразделения предприятий региона, связанные с очисткой выбросов в атмосферу от вредных веществ.

Основные результаты исследования: установлено, что наибольшее влияние на результативность ОП оказывает нехватка в регионе производственных мощностей по очистке от вредных веществ выбросов в атмосферу. Это подтверждают и статистические данные за указанный период об отсутствии ввода соответствующих новых мощностей и объектов. Полученные оценки результативности функционирования РСОВ сопоставлялись с оценкой экологической ситуации в регионе по данному виду загрязнений, полученной на основе использования метода «декаплинга», оперирующего схожими по своей структуре переменными.

Ключевые слова: ординалистский подход, динамический норматив, загрязнение атмосферного воздуха, выбросы вредных веществ, очистка выбросов, стационарные источники.

**USING THE ORDINALIST APPROACH IN ASSESSING THE FUNCTIONING
OF THE REGIONAL SYSTEM
FOR CLEANING UP POLLUTING ATMOSPHERIC EMISSIONS**

Andrey V. Kutyshkin
Doctor of Technical Sciences, Professor
Chief Researcher, Simulation Research Laboratory,
Nizhnevartovsk State University
Nizhnevartovsk, Russia
E-mail: avk_200761@mail.ru

Subject of research: is the functioning of the regional system of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra (KhMAO–Yugra) for the treatment of emissions from stationary sources of harmful substances into the atmosphere (RSOV) for the period from 2012–2020.

Purpose of research: to develop, based on the ordinalist approach, a complex indicator – a non-linear dynamic standard for assessing the effectiveness of the functioning of the RSOV based on a systematic analysis of its functioning.

Methods of research: an ordinal approach in the formation of a non-linear dynamic standard from indicators that characterize the functioning of the system under consideration. The latter is presented as a generalized enterprise (GE), aggregating all subdivisions of enterprises in the region associated with the purification of emissions from harmful substances into the atmosphere.

Main results of research: it was found that the greatest impact on the effectiveness of the GE is the lack of production capacities in the region for the purification of emissions from harmful substances into the atmosphere. This is confirmed by the statistical data for the specified period on the lack of commissioning of the corresponding new facilities and facilities. The obtained assessments of the effectiveness of the functioning of the RSOV were compared with the assessment of the environmental situation in the region for this type of pollution, obtained on the basis of the «decoupling» method, which operates with variables similar in structure.

Keywords: ordinalist approach, dynamic standard, atmospheric air pollution, emissions of harmful substances, purification of emissions, stationary sources.

Введение

В настоящее время оценка результативности функционирования региональной системы по очистке выбросов вредных веществ в атмосферу опирается на использование как перечня допустимых концентраций (ПДК) этих веществ, так и на значения целевых показателей предельно допустимой генерации загрязнений атмосферы субъектами региональной экономики (стационарные источники) [1]. В Государственной программе РФ также обозначен и соответствующий минимально допустимый уровень их «обезвреживания». Непосредственно оценка предполагает формирование временных рядов измерений ПДК, статистических данных о величине выбросов в атмосферу стационарными источниками и величине уловленных и очищенных от вредных веществ выбросов. Вместе с тем, ограничиваясь только анализом этих данных, достаточно сложно охарактеризовать влияние тех организационно-технических процессов, которые реализуют различные предприятия для снижения негативного влияния региональной экономики на окружающую среду. Одним из подходов, позволяющим в определенной степени обеспечить решение данной задачи, является ординалистский подход, на основе которого разрабатывается динамический норматив (ДН), используемый для оценки функционирования региональной системы по очистке выбросов вредных веществ в атмосферу (РСОВ) Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО Югра). Концепция использования динамического норматива для оценки устойчивости функционирования экономических систем, изложенная в работе [2], была развита в работах [3, 4] сначала применительно к оценке финансовой устойчивости фирмы, а в дальнейшем – и для оценки устойчивого развития региональной социально-экономической системы (РСЭС) [5, 6]. В последних работах в достаточно обобщенном и, в определенной степени, упрощенном варианте предложен ДН для оценки устойчивого развития экологической подсистемы РСЭС в целом. Экологическую подсистему РСЭС, в свою очередь, также можно рассматривать как совокупность подсистем, целевыми функциями которых являются устранение загрязнений воздуха, водных и земельных ресурсов, а также переработку бытовых и промышленных отходов. Для мониторинга и оценки реализации экологической подсистемой РСЭС этих функций целесообразно формировать индивидуальные динамические нормативы, приведенные в работах автора [7, 8]. В данной работе, в отличие от указанных ранее, рассматривается использование нелинейного динамического норматива (НДН) для оценки функционирования РСОВ, который построен на основе ее функционального анализа с использованием типовых элементов описания системных функций. Апробация разработанного НДН осуществлялась на данных о

функционировании указанной системы Ханты-Мансийского автономного округа за период с 2013 г. по 2020 г. Выбор такого интервала времени обусловлен наличием в открытом доступе статистических данных, характеризующих функционирование рассматриваемой системы.

Целью работы является разработка нелинейного динамического норматива для оценки экологического аспекта функционирования РСОВ на основе системного анализа ее результативности функционирования. При этом использовались показатели, характеризующие основные аспекты ее деятельности, и регистрируемые действующей системой государственной статистики и надзорными органами в области природопользования.

Методом проведенного исследования является упорядочение статистических показателей (ординалистский (порядковый) подход), характеризующих функционирование РСОВ, для формирования комплексного показателя (НДН) оценки уровня реализации этой системой своей основной системной функции. Идентификация и упорядочивание показателей НДН [3, 5, 7, 8] рассматриваемой системы может осуществляться на основании использования либо целевого подхода, либо построения специальной структурно-функциональной модели системы. Основными типовыми системными элементами/характеристиками, которые используются в системном анализе для описания функционирования систем, являются «функция», «вход», «процессор/преобразователь», «выход».

Можно считать, что основной системной функцией РСОВ, характеризующей ее назначение, является обеспечение роста доли или объемов очищенных от вредных веществ выбросов, отходящих от стационарных источников. Динамика выбросов от мобильных источников не учитывается. Это обусловлено тем, что выбросами от этих источников в первую очередь являются газообразные вещества, и их доля в общем объеме выбросов в атмосферу газообразных загрязняющих веществ региона крайне мала, что определяется его природно-климатическими особенностями. В качестве допущения примем, что все технологические подразделения стационарных источников, которые обеспечивают очистку их выбросов, можно представить как «обобщенное предприятие» (ОП), которое характеризуется суммарными значениями стоимости или мощности основных производственных фондов, численности занятых, текущими затратами и т. п. «Процессор/преобразователь» «входа» в «выход» представляет собой интеграцию таких элементов, оснащение процессора, катализатор, упорядоченность и субъективный фактор. Структура модели может меняться в зависимости от типа решаемой задачи и наличия информации для характеристики ее элементов. В таблице 1 приведены показатели, которые, по мнению автора, характеризуют элементы функциональной модели рассматриваемого обобщенного предприятия. Как и любая система, РСОВ под влиянием внешнего окружения и изменений внутренних факторов может функционировать в различных режимах. Для принятой ФМ обобщенного предприятия, соответствующего рассматриваемой системе нормативным режимом (НР) функционирования, считается режим, для которого темпы роста значений показателей таблицы 1 упорядочены следующим образом [3, 7, 8]:

$$T(p_1) > T(p_2) > T(p_3) > T(p_4) > T(p_5) > T(p_6), \quad (1)$$

где $T(\dots)$ – темп роста соответствующего показателя p_i , $p_i = 1, \dots, 6$.

Выражение (1) называют обобщенным динамическим нормативом. Поддержание обозначенного в (1) порядка $T(\dots)$ на длительном интервале времени реальной деятельности данной системы обеспечит наилучшее выполнение ее системной функции.

Если фактический порядок (ФП) темпов роста показателей $T(p_i)$ при функционировании РСОВ совпадает с нормативным (1) (НП), то это означает, что моделируемый системный параметр («выход») находится в наилучшем динамическом состоянии, т. е. имеет максимальное значение. Чем больше расходятся фактическое (фактический режим, ФР) и нормативное упорядочения (нормативный режим, НР) показателей, включенных в НДН, тем ниже результативность системной функции.

Показатели элементов функциональной модели обобщенного предприятия по очистке выбросов вредных веществ в атмосферу ХМАО–Югра

Показатель	Вид показателя	Характеристика показателя
p_1	Выход	Объем уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферный воздух веществ выбросов, отходящих от стационарных источников, тыс. тонн в год.
p_2	Вход	Объем выбросов, загрязняющих атмосферный воздух веществ, отходящих от стационарных источников, тыс. тонн в год.
p_3	Оснащение	Стоимость основных производственных фондов (основной капитал) для обезвреживания выброшенных в атмосферу загрязняющих веществ в ценах текущего года, млн руб.
p_4	Катализатор	Суммарный объем переработанного попутного нефтяного газа, млрд куб. м в год
p_5	Субъективный фактор	Затраты на оплату труда и отчисления на социальные нужды организаций в части охраны атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата в ценах текущего года, млн руб.
p_6	Фактор упорядоченности	Доля нарушений при проведении государственного регионального экологического надзора в области охраны атмосферного воздуха, %

В основе как линейного, так и нелинейного динамических нормативов лежит построение матрицы $M[\text{ЭП}]$ нормативного упорядочения темпов роста значений показателей p_i (1), которое характеризует нормативный режим (НР) функционирования рассматриваемого ОП [3, 7, 8]

$$M[\text{ЭП}] = \{e_{ij}\}, e_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ если } T_H(p_i) > T_H(p_j), \text{ в том числе и для } i = j; \\ -1, \text{ если } T_H(p_i) < T_H(p_j); \\ 0, \text{ если нормативное упорядочивание} \\ \text{ между } T_H(p_i) \text{ и } T_H(p_j) \text{ не установлено.} \end{cases} \quad (2)$$

Здесь e_{ij} – элемент матрицы $M[\text{ЭП}]$; $T_H(p_i)$, $T_H(p_j)$ – нормативно упорядоченные темпы изменения показателей p_i и p_j соответственно.

Для каждого года t интервала времени $[t_0, t_k]$ функционирования наблюдаемой системы формируются матрицы $M_t[\text{ФП}]$ упорядочения темпов роста $T_f(p_{i,t})$ показателей НДН, соответствующих фактического режиму функционирования (ФР) рассматриваемого ОП [3, 7, 8]:

$$M_t[\text{ФП}] = \{f_{ij,t}\}, f_{ij,t} = \begin{cases} 1, \text{ если } T_f(p_{i,t}) > T_f(p_{j,t}), \text{ в том числе и для } i = j; \\ -1, \text{ если } T_f(p_{i,t}) < T_f(p_{j,t}); \\ 0, \text{ если нормативное упорядочивание} \\ \text{ между } T_f(p_{i,t}) \text{ и } T_f(p_{j,t}) \text{ не установлено.} \end{cases} \quad (3)$$

Далее формируется матрица $B_t = \{b_{ij,t}\}$ совпадения $T_H(p_i)$ и $T_f(p_{i,t})$, элементы которой определяются следующим выражением:

$$b_{ij,t} = \begin{cases} 1, \text{ если } e_{ij} = 1 \text{ одновременно с } f_{ij,t} \geq 0 \text{ или} \\ e_{ij} = -1 \text{ одновременно с } f_{ij,t} \leq 0; \\ 0, \text{ во всех остальных случаях.} \end{cases} \quad (4)$$

Близость матриц $M[\text{ЭП}]$ и $M_t[\text{ФП}]$ определяется зависимостью:

$$MS_t = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij,t}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |e_{ij}|}, t \in [t_0, t_N], n = 6. \quad (5)$$

Очевидно, что величина MS_t нормирована, т. е. $0 \leq MS_t \leq 1$. Это означает, что при $MS_t = 1$ имеет место полное совпадение матриц $M[\text{ЭП}]$ и $M_t[\text{ФП}]$, т. е. нормативный и фактический режим функционирования ОП совпадают. В том случае, когда значение MS_t приближается к «0», то режим фактический функционирования ОП характеризуется снижением результативности реализации его основной системной функций.

Актуальна также и оценка волатильности ФР функционирования рассматриваемого ОП, которая определяется при помощи матрицы волатильности $D_t = \{d_{ij,t}\}$ значений показателей НДН:

$$d_{ij,t} = \begin{cases} 1, \text{ если } b_{ij}^{omc} > b_{ij}^{6az} \text{ и } b_{ij,t+1} > b_{ij,t}; \\ -1, \text{ если } b_{ij}^{omc} < b_{ij}^{6az} \text{ и } b_{ij,t+1} < b_{ij,t}; \\ 0, \text{ во всех остальных случаях.} \end{cases} \quad (6)$$

Здесь b_{ij}^{omc} , b_{ij}^{6az} – значения b_{ij} для отчетного $t+1$ и базисного t года временного интервала $[t_0, t_N]$ функционирования ОП.

Матрица D_t отражает направленность изменений $T_f(p_{i,t})$. Если в базисном году t $T_f(p_{i,t})$ не совпадает с $T_n(p_i)$, а в отчетном году $t+1$ это несоответствие устраняется, то $d_{ij,t+1} = 1$. В противоположной ситуации $d_{ij,t+1} = -1$. Количественную оценку W_t волатильности ФР рассматриваемого ОП предлагается определять выражением:

$$W_t = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij,t}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |d_{ij,t}|}, t \in [t_0, t_N], n = 6. \quad (7)$$

Оценка W_t характеризует приближение или удаление ФР функционирования ОП к НР, заданного принятым НДН, вследствие изменений значений показателей НДН. Диапазон изменений W_t от «-1» до «+1».

Для оценки влияния динамики значений отдельного показателя p_i НДН на ФР ОП используется матрица нарушений $V_t = \{v_{ij,t}\}$:

$$v_{ij,t} = \begin{cases} 1, \text{ если } e_{ij} = 1 \text{ одновременно с } f_{ij,t} < 0 \text{ или} \\ e_{ij} = -1 \text{ одновременно с } f_{ij,t} > 0; \\ 0, \text{ во всех остальных случаях.} \end{cases} \quad (8)$$

Тогда влияние динамики значений l -ого показателя (p_l) НДН на «приближение» ФР к НР определяется при учете $v_{ij,t} = v_{ji,t}$ зависимостью:

$$S_{l,t} = \frac{\sum_{j=1}^n v_{lj,t}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |e_{ij}|}. \quad (9)$$

Результаты и обсуждение

Значения показателей, включенных в сформированный динамический норматив (1), рассматриваемой региональной системы ХМАО-Югры по очистке выбросов вредных веществ в

атмосферу за период 2013–2020 гг. приведены в таблице 2 [9–12]. Показатель «Оснащение» (p_3) – «Стоимость основных производственных фондов (основной капитал) для обезвреживания выброшенных в атмосферу загрязняющих веществ» в связи с отсутствием этих данных в открытых источниках был заменен на показатель, значения которого равны сумме «Материальных затрат организаций на охрану атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата в ценах текущего года» и «Затрат организаций на капитальный ремонт основных производственных фондов для улавливания и обезвреживания вредных веществ, загрязняющих атмосферный воздух в ценах текущего года» [13]. По этой же причине в НДН не был включен показатель «Инвестиции в основной капитал, направленные организациями (без субъектов малого предпринимательства) на охрану на охрану атмосферного воздуха», т. к. инвестиции осваиваются в течение некоторого промежутка времени и для идентификации того же распределенного временного лага их освоения необходимы данные о динамике непосредственно стоимости основного капитала обобщенного предприятия. В качестве «Субъективного фактора» (p_5) использовался показатель «Затраты на оплату труда и отчисления на социальные нужды организаций в части охраны атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата в ценах текущего года». Стоимостные показатели p_3 и p_5 были приведены к сопоставимым ценам 2013 г. В таблице 3 приведены расчетные значения величин MS_t (5) и W_t (7), полученные на основании данных таблицы 2.

Таблица 2

Значения показателей нелинейного динамического норматива функционирования региональной системы ХМАО–Югры по очистке выбросов вредных веществ в атмосферу за период 2013–2020 гг.

Год	Значения показателей динамического норматива					
	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6
2013	2,10	83,102	4 343 045,08	24,8	818 805,00	0,69
2014	1,20	56,899	4 534 139,06	34,7	704 621,07	0,59
2015	1,40	52,195	4 706 462,38	33,8	660 026,01	0,44
2016	6,60	58,146	5 168 745,24	35,5	627 377,98	0,46
2017	10,00	57,517	5 922 286,27	35,0	564 700,76	0,48
2018	16,00	62,185	6 708 647,44	35,0	638 450,89	0,53
2019	17,40	52,903	7 403 126,62	36,6	560 975,02	0,49
2020	17,20	51,998	8 185 133,69	33,2	547 458,90	0,31

Таблица 3

Расчетные значения величин MS_t (5) и W_t (7) для периода 2013–2020 гг.

	Год							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MS_t	0,4	0,4	0,733	0,8	0,667	0,6	0,667	0,733
W_t	-	0	0,667	0,111	-0,400	-0,111	0,111	0,25

Расчетные значения MS_t (табл. 3) характеризуют отклонения режима функционирования РСОВ ХМАО–Югры от режима, определяемого принятым НДН, особенно в 2013 г. и 2014 г. В дальнейшем значения MS_t стабилизируются на достаточно высоком уровне, что, в конечном итоге, характеризуется повышением результативности реализации рассматриваемой системой ее основной функции. Динамика значений величины W_t (таблица 3) указывает, что фактический режим функционирования данной системы отличается достаточно высокой волатильностью и не имеет какого-либо устойчивого тренда.

В таблице 4 представлены расчетные значения величины $S_{i,t}$ (9), характеризующие индивидуальное влияние показателей динамического показателя на приближение фактического режима функционирования рассматриваемой системы к ее нормативному режиму, соответ-

ствующему НДС. Достаточно нейтральное влияние на динамику значений MS_t оказывают показатели p_1 и p_3 (табл. 4), которые характеризуют наличие и результативность использования ресурсов, показатель которых при определенных допущениях был введен для замены стоимости/мощности основных производственных фондов данного ОП. Таким образом, можно считать, что имеющиеся ОПФ в целом используются достаточно результативно.

Таблица 4

Оценки индивидуального $S_{i,t}$ (9) влияния показателей НДС на режим функционирования региональной системы ХМАО-Югры по очистке выбросов вредных веществ в период 2013–2020 гг.

Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
p_1	0	-0,102	0,060	0,032	0	0	-0,040	0
p_2	0,143	0,051	0	0,065	-0,042	-0,068	-0,040	0,107
p_3	-0,143	0	0,179	-0,032	0	0	-0,040	0
p_4	0	0	0,032	-0,042	-0,034	0,119	-0,071	0
p_5	-0,071	-0,153	0,119	0	0	-0,034	0,079	-0,036
p_6	0,143	0,102	0	-0,032	-0,083	0,034	0	0,071

Вторым по нейтральности показателем, согласно расчетам, является показатель p_4 , который характеризует динамику объемов переработанного попутного нефтяного газа. Это обусловлено тем, что уже в 2018 г. уровень его переработки по округу на предприятиях нефтедобычи превысил 90 %. Изменения показателя p_6 также положительно влияют на изменения значений MS_t . Это соответствует общей устойчивой тенденции снижения количества нарушений по округу природоохранного законодательства в данной сфере. Влияние показателя p_5 – затраты на оплату труда и отчисления на социальные нужды организаций (субъективный фактор) носит негативный характер, но степень его влияния к концу рассматриваемого периода значительно снижается. Наибольшее же как положительное, так и отрицательное влияние на динамику значений MS_t оказывает показатель p_2 – объемы выбросов, загрязняющих атмосферный воздух веществ, что говорит о наличии определенного дисбаланса между имеющимися и необходимыми региону ОПФ по очистке выбросов стационарных источников в атмосферу. Это косвенно подтверждают статистические данные [9–12], согласно которым за рассматриваемый период новых мощностей и объектов для очистки выбросов, загрязняющих атмосферный воздух, введено не было. Если сравнить нормативные значения выбросов вредных веществ от стационарных источников $[Q_w]$ и объемов, уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферный воздух веществ $[U_w]$ [1], для ХМАО-Югры с 2013 г. по 2020 г., представленные в таблице 5, и соответствующие значения p_1 и p_2 , то можно констатировать, что фактические значения выбросов p_2 , загрязняющих атмосферный воздух, существенно меньше $[Q_w]$. Вместе с тем, существенно меньше $[U_w]$ и значение показателя p_1 . Таким образом, это согласуется с ранее сделанным выводом о недостаточном количестве основных производственных фондов предприятий, работающих в данной сфере.

Таблица 5

Нормативные значения выбросов вредных веществ от стационарных источников $[Q_w]$ и объемов, уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферный воздух веществ $[U_w]$, для ХМАО-Югры в период с 2013 по 2020 гг.

Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
$[Q_w]$	655,94	613,34	585,57	571,51	539,39	521,90	505,57	456,95
$[U_w]$	63,16	43,24	39,67	44,19	43,83	47,70	40,87	40,25

Полученные результаты целесообразно сопоставить с оценками состояния окружающей среды региона по данному виду загрязнения, основанными на подходах, которые в настоящее время достаточно часто используются при исследованиях устойчивого эколого-экономического развития регионов [10–13]. Наиболее близким к предложенному в данной

работе подходу к оценке состояния и функционирования рассматриваемой региональной системы по очистке выбросов вредных веществ, по мнению автора, является метод оценки для региона эффекта «декаплинга» [14, 15]. Близость обусловлена только структурой переменных, которые используются в данном методе, а именно – темпы роста показателей загрязнения природной среды региона и валового регионального продукта (ВРП). Эффект «декаплинга» предполагает «расщепление» темпов роста ВРП по темпам роста загрязнения окружающей среды и накопления отходов производства и потребления, т. е. потребления природных ресурсов. При расчете модифицированного коэффициента «декаплинга» DI'_t [15] используются коэффициенты прироста объемов загрязнения ΔTR_t и ВРП – ΔTY_t :

$$DI'_t = \Delta TR_t - \Delta TY_t. \quad (10)$$

На основании соотношений значений DI'_t , ΔTR_t , ΔTY_t и их знаков в указанной работе выделено и охарактеризовано шесть возможных эколого-экономических состояний региона (N_S). В таблице 6 приведены расчетные значения DI'_t для рассматриваемой региональной системы по очистке выбросов вредных веществ ХМАО-Югры при показателе загрязнения «объем выбросов, загрязняющих атмосферный воздух веществ, отходящих от стационарных источников, Q_w » (тыс. т.) [11–12]. Расчеты проводились по значениям ВРП [9–11] ХМАО-Югры – Y_t в ценах 2013 г. Согласно классификации эколого-экономических состояний N_S , приведенной в работе [15] на основании расчетных значений DI'_t , можно сделать заключение, что превалирует отсутствие эффекта «декаплинга» ($N_S = 4, 5, 6$), когда присутствуют положительные темпы прироста выбросов вредных веществ в атмосферу на фоне отрицательных темпов роста ВРП, или отрицательный прирост темпов выбросов реализуется на фоне более интенсивного падения величины ВРП.

Таблица 6

Расчетные значения коэффициента DI'_t , характеризующего состояние природной среды ХМАО-Югры по показателю загрязнения атмосферного воздуха выбросами от стационарных источников

Год, t	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
$\Delta TQ_{w,t}$	0,014	-0,009	0,224	0,103	-0,093	0,050	-0,203	0,211
ΔTY_t	0,019	-0,013	-0,005	-0,006	0,025	0,029	-0,029	-0,066
$DI'_{t,Y}$	-0,005	0,004	0,229	0,109	-0,118	0,021	-0,174	0,277
N_S	2	5	6	6	3	4	3	6

Относительный эффект «декаплинга» наблюдается реже ($N_S = 2, 3$) и характеризуется снижением экологической нагрузки на окружающую среду при опережающем росте ВРП. Таким образом, проведенный анализ присутствия эффекта «декаплинга» в экономике ХМАО-Югры в части влияния выбросов вредных веществ в атмосферу на окружающую среду показывает, что снижение этого влияния при существующих основных производственных фондах в этой области достаточно проблематично.

Заключение и выводы

На основе процессного подхода разработан нелинейный динамический норматив для оценки и мониторинга функционирования региональной системы ХМАО-Югры по очистке выбросов вредных веществ в атмосферу. Указанная система рассматривалась как обобщенное предприятие, агрегирующее все субъекты экономики региона или их подразделения, реализующие данный вид деятельности. В состав ДН включены показатели, отражающие ключевые аспекты функционирования предприятия, регистрируемые действующей системой государственной статистики и профильными службами надзора за природоохранной деятельностью регионального уровня. ДН определяет нормативный режим функционирования

ОП, который обеспечивает реализацию предприятием своей основной функции. Отклонение фактического режима функционирования ОП от нормативного характеризует не только комплексную оценку результативности его деятельности, но позволяет выявить те показатели НДН, изменения значений которых оказывают наибольшее влияние на сближение или расхождение ФР функционирования ОП с НР. Установлено, что наибольшее влияние на отклонение ФР ОП от нормативного оказывает динамика показателя объемов выбросов загрязняющих веществ стационарными источниками. Динамика значений остальных показателей НДН характеризует достаточно результативное использование ОП соответствующих ресурсов. Это указывает на то, что региональной системе ХМАО-Югры по очистке выбросов вредных веществ в атмосферу не хватает основных производственных фондов. Это подтверждают статистические данные об отсутствии ввода новых профильных производственных объектов в данной области за рассматриваемый период времени. Достаточно сложную ситуацию с выбросами загрязняющих веществ стационарными источниками в регионе характеризуют и результаты оценки наличия эффекта «декаплинга» по этому виду загрязнений, которые показали практически полное отсутствие данного эффекта, что соответствует устойчивому росту загрязнения на фоне стагнации значений валового регионального продукта. Таким образом, можно говорить о возможности использования непараметрических моделей на основе ординалистского подхода для анализа функционирования систем, аналогичных рассмотренной.

Литература

1. Государственная Программа РФ «Охрана окружающей среды» на 2012 – 2020 годы (Постановление Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 326). – Текст : электронный. – URL : https://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/3ac/Gosprogramma_OOS.pdf?ysclid=148q7q4vhs345836470 (дата обращения: 15.09.2022)
2. Сыроеждин, И. М. Совершенствование системы показателей эффективности и качества : монография / И. М. Сыроеждин. – М. : Экономика, 1980. – 192 с. – Текст : непосредственный.
3. Погостинская Н. Н. Инновационные методы экономического анализа в управлении предприятием / Н. Н. Погостинская, Ю. А. Погостинский, Н. В. Коновалов – Текст : непосредственный // Известия академии аграрного образования. – 2012. – № 14 (Т. 2). – С. 221–231.
4. Тонких, А. С. Моделирование результативного управления корпоративными финансами / А. С. Тонких. – Екатеринбург – Ижевск : ИЭ УрО РАН, 2006. – 200 с. – ISBN 5-7036-0254-01. – Текст : непосредственный.
5. Погостинская Н. Н. Измерение стратегии социально-экономического развития арктической зоны Российской Федерации / Н. Н. Погостинская, Ю. А. Погостинский, М. С. Власова. – Текст : непосредственный // Арктика: экология и экономика. – 2019. – № 1 (33). – С. 21–33.
6. Третьякова, Е. А. Оценка показателей устойчивого развития регионов России / Е. А. Третьякова, М. Ю. Осипова – Текст : непосредственный // Проблемы прогнозирования. – 2018. – № 2 (167). – С. 24–35.
7. Кутышкин, А. В. Оценка функционирования региональной системы обращения с отходами потребления и производства / А. В. Кутышкин. – Текст : непосредственный // Отходы и ресурсы. – 2022. – Т. 9, № 2.
8. Кутышкин, А. В. Об использовании динамического норматива для оценки функционирования региональной системы очистки земель, загрязненных производственными отходами / А. В. Кутышкин – Текст: непосредственный // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 12. – С. 61–67.
9. Статистический ежегодник : стат. сб. Ханты-Мансийский автономный округ – Югра : в 2-х ч. – Ч II. (2017–2019) / Управление Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области, Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре и Ямало-Ненецкому автономному округу. – Тюмень, 2020. – 278 с.

10. Статистический ежегодник : стат. сб. : в 2-х частях. Ханты-Мансийский автономный округ – Югра. – Ч I. (I) (1990–2016) / Управление Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области, Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре и Ямало-Ненецкому автономному округу. – Тюмень, 2020. – 374 с.

11. Ханты-Мансийский автономный округ – Югра в цифрах : крат. стат. сб. / Управление Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области, Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре и Ямало-Ненецкому автономному округу. – Тюмень, 2021.

12. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре. – Текст : электронный. – URL : <https://prirodnadzor.admhmao.ru/doklady-i-otchyety/> (дата обращения: 11.04.2022).

13. Сведения о текущих затратах на охрану окружающей среды и экологических платежах. – Текст : электронный. – URL : <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13295> (дата обращения: 18.10.2022).

14. Яшалова, Н. Н. Анализ проявления эффекта декаплинга в эколого-экономической деятельности региона / Н. Н. Яшалова – Текст: непосредственный // Региональная экономика: теория и практика. – 2014. – № 9 (366). – С. 54–60.

15. Аникина, И. Д. Эколого-экономическое состояние регионов: совершенствование методологии и методики оценки / И. Д. Аникина, А. А. Аникин – Текст: непосредственный // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. – 2019. – № 4 (Т. 21). – С. 141–151.