

УДК 504.062.4 : 303.725.36

© А. В. Кутышкин, д-р техн. наук, профессор  
© О. В. Шульгин, канд. экон. наук, доцент  
(Нижевартовский государственный университет,  
Нижевартовск, Россия)  
E-mail: avk\_200761@mail.ru, shul.oleg.val@mail.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-6-108-116

© A. V. Kutyshkin, Dr. Sci. Tech., Professor  
© O. V. Shulgin, PhD in Sci. Ec., Associate Professor  
(Nizhnevartovsk State University,  
Nizhnevartovsk, Russia)  
E-mail: avk\_200761@mail.ru, shul.oleg.val@mail.ru

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО НОРМАТИВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АСПЕКТА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

### USE OF DYNAMIC STANDARD TO ASSESS THE ENVIRONMENTAL ASPECT OF THE FUNCTIONING OF THE REGIONAL SYSTEM OF CONSUMER WATER USE

В статье предложено использование динамического норматива для оценки функционирования региональной системы потребительского водопользования. В его состав включены показатели, характеризующие основные параметры данной системы, регистрируемые действующей системой государственной статистики. Проведена апробация динамического норматива на соответствующих данных Ханты-Мансийского автономного округа за период с 2013 г. по 2020 г. Установлено, что наибольшее влияние на результативность региональной системы потребительского водопользования оказывает недостаток её основных производственных фондов. Результаты исследования в целом согласуются с оценками наличия эффекта декаплинга в экономике, полученными на основе расчетов модифицированного коэффициента декаплинга, и оценками экологического состояния региона, ежегодно публикуемыми региональной профильной службой.

*Ключевые слова:* динамический норматив, вода, водопотребление, очистка воды.

The article proposes using the dynamic standard for assessing the functioning of the regional system of consumer water use. It includes the indicators that characterize the main parameters of this system and are recorded by the currently used system of the state statistics. The dynamic standard was tested on the corresponding data of Khanty-Mansi autonomous region for the period from 2013 to 2020. It has been found out that the greatest impact on the performance of the regional system of consumer water is induced by the lack of its basic production assets. The results of the study are generally consistent with the estimates of the decoupling effect present in the economy obtained on the basis of calculations of its modified decoupling coefficient, as well as with the estimates of the ecological state of the region published annually by the regional specialized service.

*Keywords:* dynamic standard, water, water consumption, water treatment.

#### Введение

Стандартная схема оценки экологического состояния региональной социально-экономической системы (РСЭС) включает комплекс регулярно проводящихся измерений определенного перечня показателей воздуха, воды, почвы, а также мониторинг утилизации промышленных и бытовых отходов. Формируемые вре-

менные ряды значений этих показателей иллюстрируют динамику экологической обстановки в регионе. Вместе с тем, ограничиваясь анализом этих рядов, достаточно сложно охарактеризовать влияние сопутствующих организационно-технических процессов, направленных на устранение неблагоприятных воздействий экономики региона на его экологию. Такую возможность

предоставляет использование непараметрических моделей (в том числе динамического норматива (ДН)) функционирования предприятий, деятельность которых связана с устранением типовых загрязнений природной среды. Концепция использования динамического норматива, построенного на основе ординалистского подхода для оценки устойчивости функционирования экономических систем, изложенная в работе [1], была развита в работах [2, 3] сначала применительно к оценке финансовой устойчивости фирмы, а в дальнейшем и для оценки устойчивого развития РСЭС [4–7], где в достаточно обобщенном и в определенной степени упрощенном варианте предложен ДН для оценки устойчивого развития экологической подсистемы РСЭС. Проводя функциональную декомпозицию этой подсистемы, можно выделить ее следующие ключевые функции: сокращение и нейтрализация вредных выбросов в атмосферу от стационарных и подвижных источников, сбор и очистка сточных вод, очистка и рекультивация загрязненных земель, сбор и переработка отходов производства и потребления. Для мониторинга и оценки реализации рассматриваемой подсистемой указанных функций целесообразно формировать индивидуальные динамические нормативы, учитывающие специфику этих функций.

Объект нашего исследования — региональная система потребительского водопользования (РСПВ) Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО-Югра). В данной работе предложено использование динамического норматива для оценки функционирования РСПВ, который построен на основе ее функционального анализа с использованием типовых системных элементов описания системных функций. Апробация разработанного ДН осуществлялась на данных о функционировании указанной системы Ханты-Мансийского автономного округа за период с 2013 г. по 2020 г.

Целью исследования является разработка динамического норматива для оценки экологического аспекта функционирования региональной системы потребительского водопользования Ханты-Мансийского автономного округа на основе систематизации ее характеристик, регистрируемых действующей системой государственной статистики.

## Методы

Методом проведенного исследования является упорядочение статистических показателей (ординалистский подход) [8], характеризующих функционирование РСВП для формирования комплексного показателя оценки уровня реализации этой системой своей ключевой системной функции. В качестве комплексного показателя использовался динамический норматив [4–6, 9], в состав которого были включены показатели основных характеристик РСВП.

Под динамическим нормативом принято понимать упорядоченную последовательность темпов роста значений показателей, которые в контексте решаемой задачи, с точки зрения разработчика, достаточно полно характеризуют функционирование рассматриваемой системы. Если порядок темпов роста показателей при фактическом режиме (ФР) функционирования системы соответствует режиму, заданному принятым ДН нормативному режиму (НР), то можно заключить, что значения моделируемого показателя «выхода» системы имеют требуемую динамику. Чем больше расходится фактическое и нормативное упорядочение включенных в ДН показателей, тем ниже результативность системных функций. Идентификация и упорядочивание показателей ДН может осуществляться на основании использования следующих подходов: целевого; анализа известных коэффициентов, характеризующих функционирование и состояние рассматриваемой системы; построения функциональных моделей исследуемой системы методами системного анализа.

Функциональный анализ является частью системного анализа наряду с целевым (анализом целей системы) и структурным анализом системы.

Чаще всего используется функциональный анализ системы специальной структурно-функциональной модели (ФМ).

Основными типовыми системными элементами/характеристиками, которые используются для описания функционирования систем, являются «функция», «вход», «процессор/преобразователь», «выход». Можно считать, что основной функцией, характеризующей назначение РСПВ, является обеспечение роста доли или объемов очищенной до нормативных показателей использованной воды в ее общем сбросе

в водоемы региона. Под «входом» ( $Vx$ ) согласно общим принципам функционального анализа понимают совокупность поступающих в систему вещественных, энергетических и информационных компонентов, предназначенных для преобразования этой системой в «выход» ( $Vyx$ ). «Процессор/преобразователь» «входа» в «выход» рассматривается в виде интеграции следующих составляющих/элементов: оснащение процессора ( $Pr$ ), катализатор ( $K$ ), субъективный фактор ( $Cф$ ) и упорядоченность ( $Un$ ).

Типовой ДН для ФМ системы имеет следующий вид [6, 7, 9]:

$$T(Vyx) > T(Vx) > T(Pr) > T(K) > T(Cф) > T(Un), \quad (1)$$

где  $T(\dots)$  — темп роста соответствующего показателя.

При наличии необходимых данных в структуру (1) могут включаться дополнительные показатели. Допускается также и замена показателя при отсутствии данных о его значениях на показатель, близкий с содержательной точки зрения. Предлагается рассматривать РСПВ в виде «обобщенного предприятия» (ОП), агреги-

рующего все предприятия и организации региона, занимающиеся данной деятельностью. Перечень показателей, включенных в ДН региональной системы потребительского водопользования Ханты-Мансийского автономного округа, приведен в табл. 1.

Показатель «Оснащение процессора» имеет два показателя, один из которых характеризует суммарные материальные затраты РСПВ, другой — затраты на капитальный ремонт основных производственных фондов (ОПФ) системы<sup>1</sup> ( $Pr1$ ), что, по мнению автора, более точно характеризует функциональные возможности по очистке сточной воды. Показатель «Субъективный фактор», как правило, характеризуется среднегодовой численностью людей, занятых на предприятии. В связи с отсутствием в открытой печати таких данных предлагается использовать близкий по содержанию показатель затрат на оплату труда и отчисления на социальные нужды<sup>1</sup> ОП. Тогда с учетом выражения (1) ДН для рассматриваемого ОП будет иметь вид:

<sup>1</sup> Сведения о текущих затратах на охрану окружающей среды и экологических платежах. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13295> (дата обращения: 18.03.2022)

Таблица 1

**Обозначения и характеристики показателей динамического норматива оценки функционирования региональной системы водопользования ХМАО-Югра**

Вид показателя	Обозначение показателя	Характеристика показателя
Выход ( $Vyx$ )	$p_1$	Объем сброшенной нормативно чистой и нормативно очищенной сточной воды в поверхностные водные объекты, млн м <sup>3</sup> в год
Вход ( $Vx$ )	$p_2$	Объем пресной воды, забранной из природных водных объектов для производственных и потребительских нужд, млн м <sup>3</sup> в год.
Оснащение процессора 1 ( $Pr1$ )	$p_3$	Материальные затраты и затраты на капитальный ремонт основных производственных фондов организаций по охране окружающей среды в части сбора и очистки сточных вод в ценах текущего года, млн руб.
Оснащение процессора 2 ( $Pr2$ )	$p_4$	Суммарная мощность очистных сооружений <i>Такой показатель используется в официальной статистике.</i> перед сбросом воды в водные объекты, млн м <sup>3</sup> в год
Катализатор ( $K$ )	$p_5$	Суммарный объем воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, млн м <sup>3</sup> в год
Субъективный фактор ( $Cф$ )	$p_6$	Затраты на оплату труда и отчисления на социальные нужды организаций по охране окружающей среды в части сбора и очистки сточных вод в ценах текущего года, млн руб.
Фактор упорядоченности ( $Un$ )	$p_7$	Доля проб воды из источников централизованного водоснабжения, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, %.

$$T(p_1) > T(p_2) > T(p_3) > T(p_4) > T(p_5) > T(p_6) > T(p_7), \quad (2)$$

где  $T(p_1), \dots, T(p_7)$  — темпы роста показателей, представленных в табл. 1.

Если рассматривать систему (2) как простейший оргграф, то отношения между его вершинами, т.е. заданное упорядочение темпов роста  $T(p_i)$  ( $i = 1, \dots, 7$ ) можно представить в виде матрицы  $M[\text{ЭП}] = \{\mu_{ij}\}$  [6, 7, 9], где

$$\mu_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } T^H(p_i) > T^H(p_j), \text{ в том числе и для } i = j; \\ -1, & \text{если } T^H(p_i) < T^H(p_j); \\ 0, & \text{если нормативное упорядочивание между } T^H(p_i) \text{ и } T^H(p_j) \text{ не установлено,} \end{cases} \quad (3)$$

здесь  $T^H(p_i), T^H(p_j)$  — темпы роста показателей  $p_i$  и  $p_j$  согласно выражению (2).

Одновременно показателям ДН присваиваются соответствующие ранги  $r^H(p_i)$ . При рассмотрении фактического функционирования системы в течение интервала времени  $[t_0, t_K]$  для каждого  $t \in [t_0, t_K]$  по правилам, аналогичным выражению (3), строится матрица фактического упорядочения темпов роста показателей  $T^f(p_i)$  ( $i = 1, \dots, 7$ ) —  $M_t[\text{ФП}] = \{\eta_{ij}\}_t$ . Фактически упорядоченным  $p_i$  присваиваются соответствующие ранги  $r^f(p_i)$ . Тогда мера/степень сходства матриц  $M[\text{ЭП}]$  и  $M_t[\text{ФП}]$  будет характеризоваться матрицей инверсий рангов показателей  $p_i$ :

$$M[\text{ЭП}, \text{ФП}_t] = \{v_{ij}\}_t, v_{ij,t} = \begin{cases} 1, & \text{если } r^f(p_i) > r^f(p_j) \text{ при } i < j; \\ 1, & \text{если } r^f(p_i) < r^f(p_j) \text{ при } i > j; \\ 0, & \text{в остальных случаях,} \end{cases} \quad (4)$$

где  $r^f(p_i), r^f(p_j)$  — ранги  $i$ -го и  $j$ -го показателей ДН в их фактическом упорядочении для года  $t$ .

Количественная же оценка  $MS_t$  степени сходства матриц  $M[\text{ЭП}]$  и  $M_t[\text{ФП}]$  определяется выражением [6, 7, 9]

$$MS_t = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n v_{ij,t}}{n(n-1)}, t \in [t_0, t_K]. \quad (5)$$

Величина  $MS_t$  нормирована, т. е.  $0 \leq MS_t \leq 1$ . Это означает, что при  $MS_t = 1$  имеет место быть полное совпадение матриц  $M_t[\text{ФП}]$  и  $M[\text{ЭП}]$ , т. е. фактический режим функционирования ОП совпадает с нормативным режимом, заданным принятым ДН. Приближение значения  $MS_t$  к «1» означает сближение ФР и НР ОП. Верно и обрат-

ное, т. е. когда значение  $MS_t$  приближается к «0», ФР системы удаляется от НР, что характеризует снижение результативности выполнения ОП его основной функции. Целесообразно оценивать динамику значений  $MS_t$  в течение интервала  $[t_0, t_K]$ , что характеризует волатильность фактического режима функционирования ОП. Для этого предлагается использовать зависимость [6, 7, 9]

$$C_{t+1,t} = \frac{MS_{t+1} - MS_t}{MS_{t+1,t}}, \quad (6)$$

где  $MS_t, MS_{t+1}$  — степени сходства для года  $t$  и  $t+1$  соответственно, определяемые согласно формуле (5);  $MS_{t+1,t}$  — количественная оценка степени сходства между матрицами  $M_{t+1}[\text{ФП}]$  и  $M_t[\text{ФП}]$ , причем в качестве  $M[\text{ЭП}]$  выступает матрица  $M_t[\text{ФП}]$ .

Динамический норматив можно рассматривать как своего рода упрощенную линейную факторную модель [10, 11] функционирования ОП, которую можно использовать для оценки влияния факторов (показателей ДН) на значение  $MS_t$ , т.е. на сближение фактического упорядочения показателей ДН с их нормативным упорядочением. Оценка относительного влияния  $\alpha_{i,t+1}$  изменения ранга  $r^f(p_i)$   $i$ -го показателя на сближение ФР функционирования РСРВ в году  $t+1$  с НР по отношению к году  $t$  определяется выражением [6, 7, 9]

$$\alpha_{i,t+1} = \frac{\Delta C_{i,t+1}}{\sum_{i=1}^n C_{i,t+1}};$$

$$\Delta C_{i,t+1} = \frac{MS_t - MS_{t+1}}{n(n-1)} = \frac{1}{n(n-1)} \left[ \sum_{i=1}^n (m_{i,t} - m_{i,t+1}) \right], \quad (7)$$

где  $m_{i,t+1}, m_{i,t}$  — количество инверсий показателя  $p_i$  с рангом  $r^H(p_i)$  в фактическом упорядочении показателей  $M_t[\text{ФП}]$  и  $M_{t+1}[\text{ФП}]$  для года  $t+1$  и  $t$ .

Величину  $MS_t$ , характеризующую результативность функционирования РСРВ ХМАО-Югра, можно рассматривать и как оценку экологического состояния региона по критерию сброса в водоемы неочищенной и недостаточно очищенной воды. Поэтому целесообразно сравнить расчетные значения  $MS_t$  с аналогичными оценками, которые получают при использовании подходов, применяемых при анализе устойчивого эколого-экономического развития региона, таких как, например, коэффициенты природоёмкости

ВРП [12, 13], коэффициенты, характеризующие «зеленый след» экономики (ecological footprint) [14–16] или наличие эффекта декаплинга в региональной экономике [17–20]. Наиболее близким к ДН, по мнению автора, является подход, основанный на концепции эффекта декаплинга. Это обусловлено тем, что при расчете коэффициента декаплинга оперируют типовыми видами загрязнений окружающей среды региона и темпами роста экономических показателей развития, в том числе валового регионального продукта (ВРП). Эффект декаплинга предполагает «расщепление» темпов роста ВРП  $TU_t$  по темпам роста  $TR_t$  потребления природных ресурсов/загрязнения окружающей среды и накопления отходов производства и потребления. В работах [19, 20] предложена следующая модификация обычного коэффициента декаплинга:

$$DI'_t = \Delta TR_t - \Delta TU_t, \quad (8)$$

где  $\Delta TU_t$ ,  $\Delta TR_t$  — коэффициенты прироста ВРП и величины рассматриваемого вида загрязнения в регионе для года  $t$ .

Соотношения величин  $DI'_t$ ,  $\Delta TR_t$ ,  $\Delta TU_t$ , а также их знаков использовались авторами этой работы для идентификации и качественной характеристики шести потенциально возможных эколого-экономических состояний региона. Описания этих состояний предполагается сопоставить со значениями  $MS_t$ .

### Результаты

Значения показателей, включенных в сформированный динамический норматив рассматриваемой региональной системы потребительского водопользования ХМАО–Югра за период 2013–2020 гг.<sup>2, 3, 4, 5</sup>, приведены в табл. 2. Стоимостные показатели  $p_3$  и  $p_6$  приведены к сопоставимым ценам 2013 г.

<sup>2</sup> Статистический ежегодник: стат. сб. в II частях. 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.

<sup>3</sup> Статистический ежегодник: стат. сб. в II частях. 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.

<sup>4</sup> 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.

<sup>5</sup> Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе — Югре. URL: <https://prirodnadzor.admhmao.ru/doklady-i-otchyety/> (дата обращения: 11.04.2022).

Расчетные значения  $MS_t$  и  $C_t$ , полученные на основании данных табл. 2, приведены в табл. 3.

Расчетные значения  $MS_t$  характеризуются существенными отклонениями режима функционирования региональной системы потребительского водопользования ХМАО–Югра от режима, определяемого принятым ДН. Это, в конечном итоге, обуславливает снижение результативности реализации основной системной функции РСРВ. Если в период с 2013 г. по 2015 г. присутствовал восходящий тренд значений  $MS_t$  (см. табл. 3), т.е. результативность системы возрастала, то с 2018 г. по 2020 г. наметилась тенденция ее снижения. Фактический режим функционирования РСРВ характеризуется высокой волатильностью ( $C_t$ ). В табл. 4 представлены расчетные значения величины  $\alpha_{t,t+1}$ , характеризующей индивидуальное влияние изменений значений динамического показателя на приближение ФР функционирования РСРВ к ее НР, соответствующему принятому ДН.

В табл. 5 приведены расчетные значения  $DI'_t$  для рассматриваемой РСРВ ХМАО–Югра при показателе загрязнения «Объем сброшенной неочищенной сточной, транзитной и другой воды в поверхностные объекты,  $Q_w$ » (млн м<sup>3</sup>)<sup>4, 5</sup>. Расчеты  $DI'_t$  проводились как по значениям ВРП ХМАО–Югра —  $Y_t$  в ценах 2013 г. (млн руб.), так и по абсолютным значениям объемов добытой нефти  $Q_{oil}$  (тыс. т)<sup>5</sup>.

### Обсуждение

Наименьшее влияние на результативность работы РСРВ ХМАО–Югра оказывает динамика значений показателей  $p_3$  и  $p_4$ . Это указывает, что имеющиеся основные производственные фонды используются достаточно результативно, но поскольку в целом результативность системы находится на низком уровне, то можно сделать заключение, что имеющихся мощностей основных производственных фондов (ОПФ) по сбору и очистке сточных вод недостаточно, несмотря на нейтрально-положительное влияние динамики объемов воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения ( $p_5$ ). Изменение значений показателя  $p_2$  оказывает переменное воздействие на результативность РСРВ ХМАО–Югра, а с 2018 г. это влияние существенно снижается. Влияние динамики значений показателя  $p_6$ , характеризующего затраты

Таблица 2

**Значения показателей ДН функционирования региональной системы потребительского водопользования ХМАО-Югра за 2013–2020 гг.**

Показатели	Годы							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
$p_1$	733,18	300,40	493,79	461,55	797,74	909,47	986,24	675,90
$p_2$	1 483,94	2 422,76	2 678,22	2 855,99	3 420,56	3 456,72	3 340,79	2 784,56
$p_3$	4 434,74	4 629,87	4 810,43	5 084,62	5 511,73	5 759,76	6 082,31	6 276,94
$p_4$	208,49	205,03	207,09	207,18	240,06	232,57	238,61	241,78
$p_5$	8 694,38	8 451,48	8 600,90	8 379,06	7 817,53	7 517,68	8108,25	7 716,30
$p_6$	1 860,46	2 013,01	2 282,76	2 476,79	2 553,57	2 604,64	2 664,55	2 768,47
$p_7$	0,383	0,339	0,283	0,281	0,298	0,254	0,314	0,286

Таблица 3

**Расчетные значения величин  $MS_t$  и  $C_t$**

Показатели	Годы							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
$MS_t$	0,476	0,571	0,810	0,333	0,762	0,714	0,524	0,381
$C_t$	–	0,222	0,357	–0,833	0,692	–0,070	–0,444	–0,500

Таблица 4

**Оценки влияния динамики значений показателей ДН ( $\alpha_{t,t+1}$ ) на режим функционирования системы потребительского водопользования ХМАО-Югра в период с 2014 г. по 2020 г.**

Показатели	Годы							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
$p_1$	0,25	–0,25	0,1471	–0,357	0	0,033	0,182	
$p_2$	–0,2	–0,042	0,1471	–0,286	0,094	–0,033	0,091	
$p_3$	0	–0,042	0,0588	–0,143	0	0,067	0	
$p_4$	–0,05	0	0,0294	–0,071	0	0	0,045	
$p_5$	–0,05	0	0,0588	–0,143	0	0,067	–0,045	
$p_6$	–0,05	–0,042	0,0588	–0,214	0,031	–0,067	0,182	
$p_7$	–0,1	–0,042	0,0882	–0,071	–0,063	0,2	–0,182	

Таблица 5

**Оценка эколого-экономического состояния ХМАО-Югра по критерию загрязнения поверхностных водоемов сбросами неочищенной воды за период с 2013 г. по 2020 г.**

Показатели	Годы							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
$\Delta TQ_{wt}$	0,4994	2,052	–0,151	0,177	–0,842	–0,028	–0,008	0,126
$\Delta TY_t$	–0,0102	–0,023	–0,041	–0,064	–0,063	–0,035	–0,034	–0,096
$DI'_{t,Y}$	2,075	2,075	–0,110	0,241	–0,779	0,007	0,025	0,222
$N_s$	6	6	3	6	3	5	6	5
$\Delta TQ_{oil}$	–0,0188	–0,0186	–0,0291	–0,0159	–0,0164	0,0050	–0,0019	–0,1102
$DI'_{t,Oil}$	0,5182	2,0703	–0,1216	0,1932	–0,8255	–0,0326	–0,0066	0,2360
$N_s$	6	6	5	6	5	5	5	6

на оплату труда персонала ОП, в целом незначительно и также носит переменный характер. Это обусловлено тем, что рост уровня зарплаты труда, как правило, носит запаздывающий характер. Основное и в целом положительное влияние на результативность функционирования РСВП ХМАО-Югра оказывает изменение показателя  $p_1$ . Исключение составляют только два года — 2015 г. и 2017 г. Следует отметить, что для этих лет динамика всех показателей ДН оказывает отрицательное влияние на результативность функционирования рассматриваемой системы. Последний показатель  $p_7$  в основном оказывает негативное влияние на результативность РСВП ХМАО-Югра, что также, пусть и косвенно, подтверждает недостаток ОПФ для очистки сбрасываемой в поверхностные объекты сточной воды.

Согласно классификации, приведенной в работах [19, 20], эколого-экономические состояния  $N_s$  характеризуются отсутствием эффекта декаплинга в экономике ХМАО-Югра, что соответствует либо росту объемов сброшенной неочищенной сточной, транзитной и другой воды в поверхностные объекты на фоне снижения темпов роста ВРП или  $Q_{oil}$  ( $N_s = 5$ ), либо росту загрязнений при росте ВРП или  $Q_{oil}$  ( $N_s = 6$ ). Эпизодический характер носит состояние «относительного декаплинга» ( $N_s = 3$ ). Следует отметить, что методики расчета эффекта декаплинга, «зеленого следа» [12, 13], показателя «природоемкости» региональной экономики в части водопользования [14–16] носят регистрационный характер, т. е. иллюстрируют динамику значений определенного вида загрязнения на фоне динамики значений валового регионального продукта. Использование каких-либо других количественных показателей, характеризующих влияние региональной экономики на его экологическое состояние, в данных методиках отсутствует.

#### Выводы

В работе предложен динамический норматив для оценки и мониторинга функционирования региональной системы потребительского водопользования. В его состав включены показатели, регистрируемые действующей системой государственной статистики и отражающие ключевые аспекты функционирования данной системы. Интеграция этих показателей динамическим нормативом позволяет получать комплексную

оценку выполнения рассматриваемой системой своей основной функции. Апробация разработанного ДН на данных региональной системы потребительского водопользования ХМАО-Югра в период с 2013 г. по 2020 г. показала, что режим ее функционирования в данный период значительно отличается от режима, заданного разработанным динамическим нормативом. Наряду с этим ФР функционирования РСВП ХМАО-Югра характеризуется значительной волатильностью. В результате факторного анализа выявлено, что присутствующая в наблюдаемый период динамика мощностей очистных сооружений и объемов воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения не оказывают положительного влияния на увеличение объемов сброшенной нормативно чистой и нормативно очищенной сточной воды в поверхностные водные объекты, а также на изменения режима функционирования данной системы потребительского водопользования ХМАО-Югра в целом. Это позволяет сделать заключение, что значения этих показателей недостаточны для выполнения системой своей основной функции. Результаты анализа функционирования РСВП ХМАО-Югра с использованием предложенного динамического норматива в целом согласуются с соответствующими заключениями профильного департамента региональной администрации, размещаемыми в открытом доступе, в которых отмечается достаточно сложная ситуация как с устойчивым обеспечением потребителей региона водой, соответствующей нормативным показателям, так и соблюдением требований по уровню ее очистки перед сбросом в водные объекты региона.

#### Библиографический список

1. Сыроежин И. М. Совершенствование системы показателей эффективности и качества. М.: Экономика, 1980. 192 с.
2. Тонких А. С. Моделирование результативного управления корпоративными финансами. Екатеринбург-Ижевск: ИЭ УрО РАН, 2006. 200 с.
3. Погостинская Н. Н., Погостинский Ю. А., Коновалов Н. В. Инновационные методы экономического анализа в управлении предприятием // Известия Академии аграрного образования. 2012. № 14 (Т. 2). С. 221–231.

4. Кормановская И. Р., Бернасговская Л. И. Скалярная оценка рисков устойчивого развития региона на основе непараметрических методов // Теория и практика общественного развития. 2016. № 9. С. 34–40.

5. Третьякова Е. А., Осипова М. Ю. Оценка показателей устойчивого развития регионов России // Проблемы прогнозирования. 2018, № 2 (167). С. 24–35.

6. Погостинская Н. Н., Погостинский Ю. А., Власова М. С. Измерение стратегии социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации // Арктика: экология и экономика 2019. № 1 (33). С. 21–33.

7. Кутышкин А. В., Орлова Д. С. Диагностика устойчивости развития региональных социально-экономических систем на примере Ханты-Мансийского автономного округа — Югры // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2019. № 2 (Т.19). С. 103–116.

8. Батайкин П. А., Хасанова А. Ш., Шлычков В. В., Тумашев А. Р., Тумашева М. В. Экономический рост в условиях ресурсных ограничений: ординалистский подход к оптимизации макроэкономической структуры производства // Вестник экономики, права и социологии. 2016. № 2. С. 16–25.

9. Кутышкин А. В. Оценка функционирования региональной системы обращения с отходами потребления и производства. URL: <https://resources.today/13NZOR222.html>

10. Шермет А. Д. Теория экономического анализа: учебник. 3-е изд., доп. М.: ИНФРА-М, 2011. 352 с.

11. Бекиш Е. И., Баранова А. А. Анализ финансовых результатов деятельности организации // Право. Экономика. Психология. 2021. № 3 (23). С. 24–29.

12. Шкиперова Г. Т., Курило А. Е. Оценка развития регионов Северо-Запада в контексте концепции «зеленой» экономики // Проблемы рыночной экономики. 2019. № 3. С. 5–13.

13. Курило А. Е., Шкиперова Г. Т., Дружинин П. В. Методика прогнозирования уровня загрязнения окружающей среды на основе специальных математических моделей // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2017. № 5 (56). С. 145–153.

14. Ткачев Б. П., Зайцева А. В., Ткачева Т. В. Расчет экологического следа в Ханты-Мансийском автономном округе — Югре // Успехи современного естествознания. 2018. № 11. С. 395–399.

15. Рязанова О. Е., Родина Г. А., Золотарева В. П. Предпосылки реализации стратегии зеленого роста в концепции устойчивого развития экономики // Russian Economic Bulletin. 2020. Т. 3. № 6. С. 88–94.

16. Жилина Н. Н. Формирование концепции устойчивого развития региона на основе принципов

«зеленой экономики» // Open Science. 2022. Т. 4. № 1. С. 13–21.

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

18. Боброва В. В., Коробейников И. Н., Курхмеев Л. В. Эффект декаплинга в эколого-социально-экономическом развитии добывающего региона // Региональная экономика: теория и практика. 2020. Т. 18. № 11 (482). С. 2111–2130.

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

20. Аникина И. Д., Аникин А. А. Оценка эффекта декаплинга на примере регионов ЮФО // Региональная экономика. Юг России. 2019. Т. 7. № 4. С. 138–147.

## References

1. Syroezhin I. M. *Sovershenstvovanie sistemy pokazateley effektivnosti i kachestva* [Perfection of the system of efficiency and quality indicators]. Moscow, Ekonomika Publ., 1980, 192 p.

2. Tonkikh A. S. *Modelirovanie rezul'tativnogo upravleniya korporativnymi finansami* [Modeling of effective management of corporate finances]. Ekaterinburg-Izhevsk: IE UrO RAN Publ., 2006, 200 p.

3. Pogostinskaya N. N., Pogostinskiy Yu. A., Kononov N. V. *Innovatsionnye metody ekonomicheskogo analiza v upravlenii predpriyatiem* [Innovative methods of economic analysis in enterprise management]. *Izvestiya akademii agrarnogo obrazovaniya – Proceedings of the Academy of Agrarian Education*, 2012, no. 14 (vol. 2), pp. 221–231.

4. Kormanovskaya I. R., Bernasovskaya L. I. *Skalyarnaya otsenka riskov ustoychivogo razvitiya regiona na osnove neparametricheskikh metodov* [Scalar risk assessment of sustainable development of the region on the basis of nonparametric methods]. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya – Theory and Practice of Social Development*, 2016, no. 9, pp. 34–40.

5. Tretyakova E. A., Osipova M. Yu. *Otsenka pokazateley ustoychivogo razvitiya regionov Rossii* [Estimation of sustainable development indicators of the Russian regions]. *Problemy prognozirovaniya – Problems of Forecasting*, 2018, no. 2 (167), pp. 24–35.

6. Pogostinskaya N. N., Pogostinskiy Yu. A., Vlasova M. S. *Izmerenie strategii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii* [Evaluating the strategy of socio-economic development of the Arctic zone of the Russian Federation].



*Arktika: ekologiya i ekonomika – The Arctic Region: ecology and economics*, 2019, no. 1 (33), pp. 21–33.

7. Kutyshkin A. V., Orlova D. S. *Diagnostika ustoychivosti razvitiya regional'nykh sotsial'no-ekonomicheskikh sistem na primere Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga — Yugry* [Diagnostics of sustainability of regional socio-economic systems development on the example of Khanty-Mansi Autonomous Okrug Yugra]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Komp'yuternye tekhnologii, upravlenie, radioelektronika – Bulletin of South Ural State University. Series: Computer Technologies, Management, Radioelectronics*, 2019, no. 2 (vol. 19), pp. 103–116.

8. Bataykin P. A., Khasanova A. Sh., Shlychkov V. V., Tumashev A. R., Tumasheva M. V. *Ekonomicheskiy rost v usloviyakh resursnykh ogranicheniy: ordinalistskiy podkhod k optimizatsii makroekonomicheskoy struktury proizvodstva* [Economic growth under resource constraints: an ordinalist approach to optimizing the macroeconomic structure of production]. *Vestnik ekonomiki, prava i sotsiologii – Bulletin of Economics, Law, and Sociology*, 2016, no. 2, pp. 16–25.

9. Kutyshkin A. V. *Otsenka funktsionirovaniya regional'noy sistemy obrashcheniya s otkhodami potrebleniya i proizvodstva* [Assessment of the functioning of the regional system of production and consumption waste treatment]. Available at: <https://resources.today/13NZOR222.html>

10. Sheremet A. D. *Teoriya ekonomicheskogo analiza* [Theory of economic analysis]. 3-rd ed., revised. Moscow, INFRA-M Publ., 2011, 352 p.

11. Bekish E. I., Barinova A. A. *Analiz finansovykh rezul'tatov deyatel'nosti organizatsii* [Analysis of the financial results of the organization operation]. *Pravo. Ekonomika. Psikhologiya – Law. Economics. Psychology*, 2021, no. 3 (23), pp. 24–29.

12. Shkiperova G. T., Kurilo A. E. *Otsenka razvitiya regionov Severo-Zapada v kontekste kontseptsii «zelenoy» ekonomiki* [Evaluation of the development of the North-West regions in the context of the “green” economy concept]. *Problemy rynochnoy ekonomiki – Problems of Market Economy*, 2019, no. 3, pp. 5–13.

13. Kurilo A. E., Shkiperova G. T., Druzhinin P. V. *Metodika prognozirovaniya urovnya zagryazneniya okruzhayushchey sredy na osnove spetsial'nykh matematicheskikh modeley* [Technique of forecasting the

level of environmental pollution on the basis of special mathematical models]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka – The North and the Market: Economic Order Formation*, 2017, no. 5 (56), pp. 145–153.

14. Tkachev B. P., Zaytseva A. V., Tkacheva T. V. *Raschet ekologicheskogo sleda vKhanty-Mansiyskom avtonomnom okruge — Yugre* [Calculation of ecological footprint in Khanty-Mansi Autonomous Okrug Yugra]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya – Advances of Modern Natural Science*, 2018, no. 11, pp. 395–399.

15. Ryazanova O. E., Rodina G. A., Zolotareva V. P. *Predposylki realizatsii strategii zelenogo rosta v kontseptsii ustoychivogo razvitiya ekonomiki* [Prerequisites for the implementation of green growth strategy in the concept of sustainable economic development]. *Russian Economic Bulletin*, 2020, vol. 3, no. 6, pp. 88–94.

16. Zhilina N. N. *Formirovanie kontseptsii ustoychivogo razvitiya regiona na osnove printsipov «zelenoy ekonomiki»* [Formation of the concept of sustainable development of the region on the basis of the principles of “green economy”]. *Open Science*, 2022, vol. 4, no. 1, pp. 13–21.

17. Yashalova N. N. *Analiz proyavleniya efekta dekaplinga v ekologo-ekonomicheskoy deyatel'nosti regiona* [Analysis of the manifestation of the decoupling effect in the ecological and economic activity of the region]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika – Regional Economy: Theory and Practice*, 2014, no. 9 (366), pp. 54–60.

18. Bobrova V. V., Korabeynikov I. N., Kirkhmeer L. V. *Effekt dekaplinga v ekologo-sotsial'no-ekonomicheskoy razvitiy dobyvayushchego regiona* [Decoupling effect in the environmental-socio-economic development of the extractive region]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika – Regional economics: theory and practice*, 2020, vol. 18, no. 11 (482), pp. 2111–2130.

19. Anikina I. D., Anikin A. A. *Ekologo-ekonomicheskoe sostoyanie regionov: sovershenstvovanie metodologii i metodiki otsenki* [Regional Economics. South of Russia]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika – Bulletin of Volgograd State University. Economics*, 2019, vol. 21, no. 4 pp. 141–151.

20. Anikina I. D., Anikin A. A. *Otsenka efekta dekaplinga na primere regionov YuFO* [Estimation of the decoupling effect on the example of the Southern Federal District regions]. *Regional'naya ekonomika. Yug Rossii – Regional Economics. South of Russia*, 2019, vol. 7, no. 4, pp. 138–147.