

**А.Е. Сафронов, Д.М. Зозуля**

## **ПРИРОДНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

Представлены результаты исследования состояния природной среды и промышленной сферы. Предложена система экономических, ресурсных и экологических рейтингов, с соответствующими индексами для технологий, предприятий и территорий, на основе которой формируется балансовая модель экологизации экономической деятельности, позволяющая определить скорректированный объем валового регионального продукта, что, в свою очередь, даст возможность скорректировать процесс финансирования экологизации производственной сферы. Описан разработанный концептуальный подход эколого-экономического моделирования производственных процессов; предложены корректирующие мероприятия, направленные на обеспечение устойчивого природно-экономического развития.

Ключевые слова: социально-экономическое развитие, аллокация ресурсов, экологизация производственной сферы, эколого-экономическая эффективность, природно-экономическая парадигма, эколого-экономическое моделирование, природособерегающее ресурсопользование.

**В** процессе социально-экономического развития общества существенно усилило воздействие на природную среду. Человечество начало осознавать необходимость радикального пересмотра стратегии развития лишь после того, как процессы деградации биосферы приняли такой размах, что начали приводить к ярко выраженным глобальным изменениям всех ее элементов (земли, воды, воздуха и даже околоземного космического пространства), включая здоровье самого человека.

Поэтому огромное значение для формирования стратегии и конкретных мероприятий по переходу к устойчивому развитию имеет предложенный в Декларации в Рио-де-Жанейро принцип упреждения (предосторожности) с аллокацией ресурсов для максимизации общественного благосостояния.

В последние годы природно-ресурсный капитал, в отличие от человеческого и производственного капиталов, трансформировался из избыточного в лимитирующий фактор материального производства, что предопределило необходимость эко-

логического регулирования хозяйственной деятельности. Для реализации концепции устойчивого развития необходим переход к качественно новому способу управления хозяйственной деятельностью, позволяющему сбалансировать возможности природной среды и потребности общества.

В качестве индикаторов сбалансированного регионального развития авторами рекомендуется система экономических, ресурсных и экологических рейтингов, с соответствующими индексами для технологий, предприятий и территорий [5]:

Для описания динамики производственно-хозяйственного сектора:

- индексы эколого-экономической эффективности природоохранных мероприятий (по ряду предприятий региона), как отношение величины вредного воздействия выраженной в натуральных величинах (объем выбросов, сбросов вредных веществ) к затратам на природоохранные мероприятия;
- индексы экономического развития, как отношение прибыли по отраслям к валовому национальному продукту за анализируемый период времени;
- индексы экологического рейтинга технологий по отраслям;
- индексы совершенствования технологий, как отношение объема получаемых отходов (с учетом их опасности для прибрежных зон), приведенный к объему используемого сырья (с дифференциацией на ввозимое и местное) за анализируемый период времени;
- индекс использования НДТ (наилучших доступных технологий), как отношение суммарной балансовой стоимости основных средств к балансовой стоимости основных средств по НДТ;
- индекс использования НДЭТ (наилучших доступных экотехнологий), как отношение суммарной балансовой стоимости основных средств к балансовой стоимости основных средств природоохранного назначения.

Для описания динамики природной среды:

- индексы биоразнообразия, как частота встречаемости отдельных разновидностей элементов в общей совокупности разновидностей;
- индексы динамики населения с позиций соотношения рождаемости и смертности, на которое оказывают влияние внешние и внутренние популяционные факторы;
- индексы приведенной заболеваемости населения, как отношение экологически обусловленных заболеваний к общей численности населения страны.

Для описания динамики «человеческого» капитала:

- индексы образования, как отношение государственных расходов на образование к валовому продукту;
- индексы здравоохранения, как отношение государственных расходов на здравоохранение к валовому внутреннему продукту.

На этой основе формируется балансовая модель экологизации экономической деятельности, позволяющая определить с учетом системы анализируемых индексов, скорректированный объем валового регионального продукта. Это позволит выявить остроту проблемы устойчивого развития, оценить привлекательность регионов, скорректировать процесс финансирования экологизации производственной сферы.

При оценке экономической эффективности инвестиций в природоохранные мероприятия главным результатом является предотвращение экономического ущерба, а платежи, взимаемые за загрязнение окружающей среды, позволят выработать стратегию повышения эффективности соответствующих инвестиций [2].

Разработанный концептуальный подход эколого-экономического моделирования производственных процессов заключается в повышении заинтересованности предприятия в максимизации прибыли при минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду [3].

Логика разработанной модели состоит в отыскании такого значения объема выпуска продукции, который при выполнении условия  $R(Q_0) = R_0$  максимизировал бы прибыль  $\Pi(Q)$  и минимизировал величину экологических издержек  $F(Q)$ , то есть

$$\Pi(Q_0) = \max_{Q>0} \Pi(Q), \quad F(Q_0) = \min_{Q>0} F(Q).$$

Рассмотрим процесс производства крупного предприятия, обозначив объем выпускаемой продукции  $Q$  и цену его реализации  $C$ , которая от него зависит ( $C(Q)$  — функция рыночного спроса). Поскольку такому предприятию приходится снижать цену по мере увеличения выпуска, то:

$$\frac{dC}{dQ} < 0 \quad (1)$$

Общий доход предприятия (валовой доход) имеет вид:

$$W(Q) = C(Q) \cdot Q \quad (2)$$

Функцию общих издержек  $V(Q)$  представим в форме:

$$V(Q) = P(Q) + F(Q) \quad (3)$$

Здесь  $P(Q)$  – издержки производства;  $F(Q)$  – затраты, связанные с очисткой производства от загрязняющих веществ.

Выражение прибыли  $\Pi(Q)$  запишем следующим образом:

$$\Pi(Q) = W(Q) - V(Q) \quad (4)$$

Необходимым условием максимизации прибыли будет равенство нулю производной в определенный период времени:

$$\frac{d\Pi}{dQ} = \frac{dW}{dQ} - \frac{dV}{dQ} = 0 \quad (5)$$

$\frac{dW}{dQ} - \frac{dV}{dQ} = Q^*$ , где  $Q^*$  – оптимальный объем выпуска продукции (точка максимизации прибыли).

Из этого следует, что  $\frac{dW(Q^*)}{dQ} = \frac{dV(Q^*)}{dQ}$ . Это означает, что равенство соблюдается в точке безубыточности прибыли, а  $F(Q^*) \geq F(Q^{**})$ , где  $(Q^{**})$  – объем продукции, при котором минимизируются издержки.

Сделаем следующие обозначения:

$$S \equiv \frac{dW(Q^*)}{dQ}, \quad T \equiv \frac{dV(Q^*)}{dQ}, \quad (6)$$

где  $S$  – предельный доход (выручка) – доход от производства одной единицы дополнительной продукции;  $T$  – предельные издержки (издержки на производство одной единицы дополнительной продукции).

Тогда необходимым условием максимизации прибыли крупного предприятия является равенство:

$$S = T \quad (7)$$

Учитывая формулы (2), (3) и (6), перепишем последнее равенство в виде:

$$S - T_{\Pi} - T_{\text{э}} = 0, \quad (8)$$

где  $T_{\Pi}$  – предельные производственные издержки;  $T_{\text{э}}$  – предельные затраты на очистку производства от загрязняющих веществ.

При этом:

$$T_{\Pi} \equiv \frac{dP}{dQ}, \quad T_{\Xi} \equiv \frac{dF}{dQ}. \quad (9)$$

При увеличении объема производства на одну единицу изменение (прирост) предельного дохода будет ниже изменения (уменьшения) предельной цены, то есть:

$$S < C \quad (10)$$

Тогда, учитывая формулы (5), (8), получаем:

$$\frac{d\Pi}{dQ} = S - T_{\Pi} - T_{\Xi} \quad (11)$$

Достаточным условием максимизации прибыли является неравенство:

$$\frac{d^2\Pi}{dQ^2} < 0 \quad (12)$$

Представим величину общих экологических издержек (руб./год) следующим образом:

$$F = (1 - R)mH + M, \quad (13)$$

где  $m$  – масса загрязнений на входе очистных сооружений (т/год);  $R$  – уровень очистки производства от загрязняющих веществ (доли единицы);  $H$  – норма платы за единицу массы загрязнений (руб./т);  $M$  – затраты на очистку от загрязнений при  $R$  – уровне очистки (руб./год).

Определим вид функции предельных экологических издержек  $T_{\Xi}(Q)$ . Согласно формуле (13), получаем:

$$\begin{aligned} T_{\Xi}(Q) = \frac{dF}{dQ} = (1 - R) \frac{dm}{dQ} H - \frac{dR}{dQ} mH + \\ + \frac{dM}{dR} \frac{dR}{dQ} + \frac{dH}{dR} (1 - R)m(Q). \end{aligned} \quad (14)$$

Наибольший интерес представляет ситуация, когда:

$$\frac{dT_{\Xi}}{dQ} > 0, \quad T_{\Xi 0} = T_{\Xi}(Q^{**}) = 0$$

где  $(Q^{**})$  – объем продукции, при котором минимизируются издержки:

$$Q_0 < Q^* < Q^{**} \quad (15)$$

В случае выполнения (15) функция экологических издержек обеспечивает в условиях максимизации прибыли (8), (12) оптимальный процесс очистки окружающей среды до нормативного уровня, оказывая при этом минимальное воздействие непосредственно на сам производственный процесс, то есть  $F(Q)$  не влияет на выбор равновесного объема выпускаемой продукции  $Q_0$ .

Действительно, согласно (8), (12) реализация соотношений (15) сводит процесс нахождения максимизирующегося значения прибыли при  $Q = Q_0$  к отысканию решения уравнения:

$$S(Q) - T_{\Pi}(Q) = 0, \quad (16)$$

Равенство  $T_{\text{э}} = 0$  является необходимым и достаточным условием минимизации экологических издержек  $F(Q)$ , а неравен-

ство  $\frac{dS}{dQ} - \frac{dT_{\Pi}}{dQ} < 0$ , соответственно, необходимым и достаточ-

ным условием максимизации прибыли  $\Pi(Q)$  при некотором нормативном уровне очистки  $R_0$ , зависящем не только от специфики производства, но и от его территориального расположения, которое может оказывать существенное влияние на регенерационную устойчивость, то есть способность экосистемы восстанавливать свои свойства после разрушений, вызванных антропогенной нагрузкой.

Механизм интегрированного процесса природосохраняющего ресурсопользования при переходе к устойчивому развитию изменяется в связи с возрастанием роли экономического стимулирования в обеспечении процесса ресурсосбережения. К основным направлениям организации работы по ресурсосбережению предлагаются: экономическое стимулирование рационального использования материальных ресурсов, разработка прогрессивной нормативной базы, создание системы управления материальными ресурсами, разработка и внедрение мер регулирования [1, 4].

В последние годы мировое сообщество вступило в неустойчивую фазу развития, обусловленную ростом численности населения, при интенсивном развитии промышленности, на фоне постепенного истощения природных ресурсов, удорожания их добычи с приближением к убыточной зоне, низкого уровня и неэффективности переработки сырья. Золотой век массивного использования невозобновляемых природных источников закончился, точка невозврата пройдена.

За тридцать лет численность населения в мире по существу удвоилась, если далее сохранятся нынешние темпы его роста, то до середины нынешнего столетия может быть израсходовано такое же количество материальных ресурсов, которое было использовано за всю предыдущую историю человечества [6, 7].

При этом, запасы разведанных наиболее важных природных ресурсов могут закончиться в ближайшие 10–70 лет: металлов платиновой группы в 2020-е годы, свинца, серебра, цинка – примерно в 2030-е годы, фосфорита, хрома, никеля, молибдена – в 2040–2050-е годы, железа, нефти и газа – в 2060-е годы, золота – в 2070-е годы. Численность промысловых рыб за столетие сократилась втрое и т.п.

Кроме того, чем меньше природных ресурсов остается и чем они дороже, в связи с переходом к более сложным условиям, осуществляется их добыча и использование с соответствующим ускорением роста цен, приближается этап, когда себестоимость сырья превысит возможную цену, добыча станет убыточной [8, 9].

Серьезная проблема заключается в том, что уровень переработки ресурсов крайне низок, особенно в России, где до сих пор в огромных количествах сжигается попутный, при добыче нефти, газ. В мире перерабатывается не более 20% фосфоритов, примерно половина железа, 70% платины и т.п., хотя после использования алюминиевых банок, уровень переработки этого ресурса в развитых странах достиг 85% [10].

Во многих регионах наблюдается дефицит воды, не говоря уже о высокой загрязненности воздушного бассейна. В России, в связи с несовершенными технологиями и неэффективным использованием, на душу населения расточительно потребляется многократно больше материальных ресурсов и энергии, по сравнению со многими другими странами.

Необходима новая природно-экономическая парадигма развития, содержащая ряд постулатов и императивов (оценки, а также более полного и эффективного использования природных ресурсов; снижения антропогенной нагрузки; применения инновационных факторов; реализации предпринимательского потенциала с созданием условий для его функционирования и пр.).

Требуется резкое увеличение степени переработки добываемых природных ресурсов (до 70–90% по различным видам), переход к замкнутым технологическим циклам промышленного производства, вознаграждению за повторное использование ресурсов (на основе залоговой стоимости, например, алюми-

ниевой и стеклянной посуды), с наказанием за его неиспользование или выбрасывание [11].

Все больше должны использоваться возобновляемые источники энергии с соответствующим совершенствованием технологий, которые будут постепенно заменять невозобновляемые энергетические ресурсы, учитывая возрастающую вероятность их убыточности, в связи с ростом дефицитности и усложнением добычи.

Все указанные мероприятия должны осуществляться в рамках и на основе государственного управления, с разработкой длительных и скользящих (с корректировкой по мере освоения) планов использования природных ресурсов и экономического развития на срок не менее 40–50 лет.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зозуля Д. М.* Инфраструктура инновационного бизнеса в России: проблемы и решения // Концепт (научно-методический электронный журнал). – 2013. – № 34. – С. 1101–1105.

2. *Зозуля Д. М., Сафронов А. Е.* Роль бизнеса и государства в процессе экологизации производственной сферы региона. Сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции: «Стратегия устойчивого развития регионов России». – Новосибирск: изд-во ЦРНС, 2011. – № 7. – С. 131–135.

3. *Колотырин К. П.* Экономические инструменты стимулирования природоохранной деятельности // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2009. – № 1 (37). – С. 186–196.

4. *Костюхин Ю. Ю., Елисеева Е. Н., Тихоненко А. В.* Процессный подход к распределению затрат промышленного предприятия // Цветные металлы. – 2007. – № 12. – С. 14–20.

5. *Костюхин Ю. Ю., Шерстнева М. А.* Оценка стоимости бизнеса как элемент управления стоимостью компании // Экономика в промышленности. – 2010. – № 2. – С. 40–44.

6. *Савон Д. Ю., Сафронов А. Е.* Эколого-экономические аспекты инновационного развития промышленных предприятий региона: монография. – Ростов-на-Дону: Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Донской гос. технический ун-т», 2010.

7. *Самарина В. П.* Проблемы сочетаемости эффективного природопользования и экономического роста в старопромышленных регионах (на примере Белгородской области) // Региональная экономика: теория и практика. – 2012. – № 12 (243). – С. 34–48.

8. *Сафронов А. Е.* Природоохранная деятельность промышленных предприятий в условиях устойчивого развития экономики региона: монография. – Ростов-на-Дону: изд-во СКНЦ ВШ, 2011.

9. *Сафронов А. Е., Павленко Т. С.* Рациональное использование природно-экономического потенциала региона / Экономика развития ре-



гиона: проблемы, поиски, перспективы: ежегодник. Вып.13. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2012.

10. *Тиболов Д. П.* Управление затратами в рамках современных систем планирования предприятия // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2005. – № 2. – С. 73–78.

11. *Тиболов Д. П.* Объекты и особенности финансового планирования на горном предприятии // Научный вестник Московского государственного горного университета. – 2011. – № 12. – С. 83–87. **ГИАБ**

#### КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Сафронов Андрей Евгеньевич*<sup>1</sup> – доктор экономических наук, профессор, e-mail: rgashm@mail.ru,

*Зозуля Дарья Михайловна*<sup>1</sup> – кандидат экономических наук, доцент, e-mail: daria\_zozulya@mail.ru,

<sup>1</sup> Донской государственный технический университет.

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2016. No. 9, pp. 105–114.

UDC  
658:332.2

**A.E. Safronov, D.M. Zozulya**

#### **NATURAL AND ECONOMIC MODEL OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

Significant intensification of society impact on natural environment observed over the past few decades caused the necessity of sustainable eco-economic development. Recently the natural and resource capital has transformed from superfluous to limitative factor of material production that predetermined the need of economic activity environmental regulation. Transition to the brand new way of economic activity management enabling to balance natural environment capabilities and public needs is necessary for implementation of the conception of sustainable development. New natural and economic model containing a number of postulates and imperatives is needed for sustainable development (assessment, and also more complete and efficient use of natural resources; anthropogenic impact reduction; innovative factors application; entrepreneurial potential implementation including creation of conditions for its functioning, etc.). The results of the authors' research of environment state and industry condition are presented in the article. The system of economic, resource and ecological ratings with applicable indexes for technologies, enterprises and territories is offered. On the basis of that system the balance model of economic activity ecologization is developed which allows determining the adjusted amount of gross regional product that, in turn, will give a chance to adjust the production sphere ecologization funding process. The developed conception of production processes eco-economic simulation is described; corrective actions aimed to provide sustainable natural and economic development are offered.

Key words: social and economic development, allocation of resources, production sphere ecologization, eco-economic efficiency, natural and economic model, eco-economic simulation, environment-friendly resource consumption.

#### AUTHORS

*Safronov A.E.*<sup>1</sup>, Doctor of Economical Sciences, Professor, e-mail: rgashm@mail.ru,

*Zozulya D.M.*<sup>1</sup>, Candidate of Economical Sciences, Assistant Professor, e-mail: daria\_zozulya@mail.ru,

<sup>1</sup> Don State Technical University, 344023, Rostov-on-Don, Russia.

## REFERENCES

1. Zozulya D. M. *Kontsept (nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal)*. 2013, no 34, pp. 1101–1105.
2. Zozulya D. M., Safronov A. E. Rol' biznesa i gosudarstva v protsesse ekologizatsii proizvodstvennoy sfery regiona. *Sbornik materialov VII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: «Strategiya ustoychivogo razvitiya regionov Rossii»* (Private and public sectors' role in the process of region production sphere ecologization. Information package of VII All-Russian research-to-practice conference: «Russian regions' sustainable development strategy»), Novosibirsk, izd-vo TsRNS, 2011, no 7, pp. 131–135.
3. Kolotyurin K. P. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2009, no 1 (37), pp. 186–196.
4. Kostyukhin Yu. Yu., Eliseeva E. N., Tikhonenko A. V. *Tsvetnye metally*. 2007, no 12, pp. 14–20.
5. Kostyukhin Yu. Yu., Sherstneva M. A. *Ekonomika v promyshlennosti*. 2010, no 2, pp. 40–44.
6. Savon D. Yu., Safronov A. E. *Ekologo-ekonomicheskie aspekty innovatsionnogo razvitiya promyshlennykh predpriyatiy regiona: monografiya* (Environmental and economic aspects of innovative development of industrial enterprises in the region: monograph), Rostov-on-Don, 2010.
7. Samarina V. P. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika*. 2012, no 12 (243), pp. 34–48.
8. Safronov A. E. *Prirodookhrannaya deyatel'nost' promyshlennykh predpriyatiy v usloviyakh ustoychivogo razvitiya ekonomiki regiona: monografiya* (Environmental activity of industrial enterprises in conditions of region economy sustainable development: monograph), Rostov-on-Don, izd-vo SKNTs VSh, 2011.
9. Safronov A. E., Pavlenko T. S. *Ekonomika razvitiya regiona: problemy, poiski, perspektivy: ezhegodnik. Vyp.13* (Region development economics: problems, searches, prospects: annals, issue 13), Volgograd: Izd-vo VolGu, 2012.
10. Tibilov D. P. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2005, no 2, pp. 73–78.
11. Tibilov D. P. *Nauchnyy vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta*. 2011, no 12, pp. 83–87.



## НЕ УСТАЛО НЕБО ПЛАКАТЬ...

### БЕДА НА ПОРОГЕ

*И первые признаки этой беды – множество нищих и попрошаек в городах.*

Огромное количество попрошаек на дорогах, в метро, на вокзалах пугает знающих историю. С одной стороны, это очевидный признак обнищания населения. С другой – признак падения нравственности, ведь нищие стали организованной частью криминалитета, а попрошайничество перестало быть постыдным делом. С третьей – нищие стали новым политическим классом, ведь их много, у них особые социальные запросы. Не стоит пренебрегать возможностью выступлений этих обездоленных и бесправных граждан. И хоть падшие люди просят на пропитание, не приведи бог принести им кусок хлеба, кусок колбасы или пакет молока. Ведь они просят денег на еду, а не саму пищу.

*Продолжение на с. 127*