

10. Обеспечение ведения государственного кадастра «Отходы» на основании формы госотчётности 2-ОС (отходы): отчет о НИР (заключ.) / РУП «БелНИЦ «Экология». - Мн., 2006. - 324с. - № ГР 20063775.
11. Постановление Совета Министров Республики Беларусь №19 от 01.02.2005 г. «О лимитах используемых (изымаемых, добываемых природных ресурсов, допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросов сточных вод и размещения отходов производства».
12. Шторм, Р. Теория вероятности. Математическая статистика. Статистический контроль качества. / Р.Шторм.- М.: МИР, 1970. - 368с.
13. Неверов, А.В. Экономика природопользования / А.В.Неверов.- М.: Высшая школа, 1990. - 216с.

Материал поступил в редакцию 21.02.08

VOJTOV I.V., GATICH M.A., RYBAK V.A., CHODIN V.V. Science-innovation method of valuation and control of level of production without waste with generation, movement and burying of waste

New science principles of valuation and control of waste level are described in the paper. They are based on resources of RUP BelNIC ECOLOGY.

УДК 681.324:354(478)+504.062

Войтов И.В., Гатих М.А., Рыбак В.А.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ АНАЛИЗА И ОЦЕНОК РЕСУРСООБЕСПЕЧЕННОСТИ, ПРИРОДОЁМКОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРОИЗВОДСТВ КАК ВАЖНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ БЕЛАРУСИ

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 26 марта 2007 года №136 «О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2007-2010 годы» и Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25 апреля 2007 года №523 «Об утверждении Плана реализации Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь (ГПИН РБ) на 2007-2010 годы» в Беларуси реализуется Государственная программа инновационного развития экономики страны (в дальнейшем – Государственная программа).

Государственная программа направлена на достижение главного приоритета страны – перевода национальной экономики в режим интенсивного развития в рамках белорусской экономической модели и определяет цели и задачи инновационного развития экономики, направления, механизмы и средства их реализации. В основу государственной программы заложено поэтапное построение национальной инновационной системы (НИС) – современной институциональной модели генерации, распространения и использования знаний, их воплощения в новых продуктах, технологиях, услугах во всех сферах жизни белорусского общества.

В плане реализации ГПИН РБ предусмотрены следующие основные показатели (индикаторы реализации):

- выполнение Плана-графика и основных показателей программы;
- доля новой продукции в общем объеме продукции промышленности;
- доля инновационно активных предприятий в общем количестве предприятий промышленности;
- доля сертифицированной продукции в общем объеме промышленного производства;
- степень износа активной части основных промышленно-производственных средств на конец года;
- доля инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции промышленности;
- доля затрат на оборудование, инструмент и инвентарь в инвестициях в основной капитал;
- численность работников, выполняющих научные исследования и разработки;
- увеличение финансовых затрат на исследования и разработки за счёт средств республиканского бюджета;
- индексы внутренних затрат на исследование и разработки;
- внутренние затраты на исследование и разработки.

Особое внимание в Программе уделяется реализации мероприятий по модернизации экономики на основе новых технологических решений на следующих трёх уровнях:

- I уровень. Создание новых предприятий и важнейших производств.
- II уровень. Создание новых производств на действующих предприятиях.

III уровень. Модернизация действующих производств на основе внедрения новых и высоких технологий.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Приведённые производственно-технические показатели условно важны в Государственной программе с позиций социально-экономического развития экономики. Однако в настоящее время в Беларуси и в зарубежных странах уделяется большое внимание эколого-экономическому состоянию и развитию последней в рамках рационального природопользования и охраны окружающей природной среды (ОС). Рациональное использование природных ресурсов, ресурсообеспеченность, природоёмкость и экологичность производств относятся к показателям современного стратегического направления её развития и совершенствования на базе ГПИН РБ [1].

Среди указанных показателей рационального природопользования и охраны ОС уделяется большое внимание экологизации производств, ресурсосбережению и эффективности использования природных ресурсов (ПР) на основе безотходности и технологичности производственных процессов. Это касается, в первую очередь, Плана развития и модернизации экономики на I-III уровнях технологических решений ГПИН РБ.

Данной проблеме уделяется большое внимание в Российской Федерации и Беларуси [2-18]. Предложены методические рекомендации, принципиальные подходы и расчётные зависимости, позволяющие в основном на качественном уровне проанализировать и оценить указанные и другие показатели рационального природопользования, практическая реализация которых относится к одному из важных направлений инновационного развития Республики Беларусь [1].

Так, А.В.Неверов в своей работе [5] натуральным показателем экологичности и природоёмкости технологических процессов предлагает считать коэффициент эффективности использования природного сырья  $K_{эс}$ , который рассчитывается как отношение общего веса производимой товарной продукции  $B_m$  к весу сырья  $B_c$ , затраченного на её изготовление:

$$K_{эс} = B_m / B_c \quad (1)$$

В качестве стоимостного показателя экологической оценки материального производства следует использовать коэффициент уровня безотходности производства  $K_{бл}$ , который рассчитывается по формуле (2) [5].

$$K_{бл} = \frac{P_{бл}}{P_{вл}} = \frac{(C_{пс} + M_{бл})}{P_{вл}} = \frac{(C_{пс} + B_{вл} \cdot P_{ср})}{P_{вл}} \quad (2)$$

где  $P_{бл}$  – продукция безотходного производства, руб.;  $P_{вл}$  – валовая продукция современного производства, руб.;  $C_{пс}$  – чистая продукция современного производства, руб.;  $M_{бл}$  – материальные затраты безотходного производства, руб.;  $B_{вл}$  – масса готовой продукции, т.;  $P_{ср}$  – средневзвешенная цена единицы веса материальных ресурсов, руб.

Важным показателем в составе безотходного производства является стоимость неутраченных отходов  $C_{HO}$ , который определяется согласно [5] по цене первоначального сырья. Экологическая (стоимостная) оценка неутраченных отходов  $\mathcal{E}_{HO}$  определяется по формуле (3) [5]:

$$\mathcal{E}_{HO} = \sum_1^n \frac{C_{HO}}{E_H}, \quad (3)$$

где  $n$  – виды неутраченных отходов по вредности;  $E_H$  – нормативный коэффициент эффективности средозащитных инвестиций (изменяется в пределах 0,02-0,14).

Зная экологическую оценку неутраченных отходов, можно рассчитать коэффициент экологичности материального производства по формуле (4) [5]:

$$K_{ЭП} = \frac{C}{C + \sum_1^n \mathcal{E}_{HO} E_H}, \quad (4)$$

где  $C$  – стоимость сырья, руб.,  $E_H$  – отраслевой норматив эффективности капитальных вложений.

Расчёт коэффициента экологичности производства необходим для оценки и сравнения во времени результирующей природоохранной деятельности предприятий разных ведомств, а также одного и того же предприятия во времени.

Об экономической целесообразности роста экологичности производств говорит следующее неравенство (5) [5]:

$$\mathcal{E}_3 = (C_o \cdot E_{HO} / E_{H3}) > П_q, \quad (5)$$

где  $\mathcal{E}_3$  – величина экономии затрат, связанная с эквивалентной заменой единицы кондиционного сырья вторичным ресурсом (или более полным использованием исходного сырья);  $C_o$  – стоимость образующихся отходов, отрицательно влияющих на ПС при современной технологии переработки единицы исходного сырья, руб.;  $E_{HO}$  – нормативный коэффициент экологической эффективности, дифференцированный в зависимости от вредности вещества;  $П_q$  – затраты, связанные с приростом продукции из отходов, эквивалентной по потребительским свойствам единице кондиционного сырья.

Выражение  $C_o \cdot E_{HO} / E_{H3}$  представляет собой величину эффекта капитальных вложений (предназначенную для утилизации экологически вредных веществ (ВВ), образующихся в результате переработки единицы исходного сырья в готовый продукт), т.е. экологический эффект [5].

Более значимые научные исследования в области экологической эффективности приведены в работах О.С.Шимовой [4, 11, 14]. Так, природоохранная деятельность предприятия может быть отражена следующими группами показателей [4]:

- натуральными и условными, характеризующими негативное влияние предприятия на состояние ОС (объёмы фактических и условных выбросов и сбросов ВВ, образование / размещение отходов, уровней вредных физических воздействий, рассчитанные и фактические, средние и максимальные концентрации ВВ в различных средах и т.д.);
- ресурсопотребление и ресурсный баланс предприятия (потребление кислорода, водопотребление, производство и потребление электроэнергии и т.д.);
- характеристики территории, на которую оказывает воздействие предприятие (плотность населения, структура биоценозов, ценность территории);
- категория опасности предприятия (КОП);
- комплексные показатели, характеризующие экологическую безопасность предприятия;
- эколого-экономические показатели, отражающие стоимостный аспект экологической безопасности.

Такая оценка предприятия производится на основе технической и экологической документации предприятия – томов нормативов ПДВ и ПДС, ОВОС, материалов экологической экспертизы, экологического паспорта, финансовой документации, данных территории расположения предприятия, соответствующих методик расчётов комплексных экологических и эколого-экономических показателей [4].

Экологизация показателей основного производства будет способствовать заинтересованности субъектов хозяйствования в результатах природоохранной деятельности. Так, одним из основных итоговых показателей работы предприятий служит рентабельность, отражающая как количественные, так и качественные результаты. Показатель общей рентабельности ( $R$ ) рассчитывается как отношение общей (балансовой) прибыли ( $Пб$ ) к стоимости основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств ( $\Phi$ ) [11, 14]:  $R = Пб / \Phi$ .

Рост рентабельности производства возможен как за счёт возрастания прибыли, так и за счёт экономного использования фондов. Однако это никак не отражает последствий воздействия предприятия на ОС, степени природоёмкости производства. Необходим расчёт чистой прибыли, которая бы отражала как результат производственной деятельности, так и степень её негативного влияния на ОС. Воздействие на среду проявляется в виде эколого-экономического ущерба. В случае наращивания фондов без учёта экологических требований предприятие увеличивает балансовую прибыль, но одновременно растёт и ущерб, так как с увеличением объёмов производства, как правило, растёт его природоёмкость. Поэтому при определении рентабельности нужно оперировать размерами чистой прибыли ( $Пч$ ), рассчитываемой как разница между балансовой прибылью ( $Пб$ ) и наносимым производственной деятельностью ущербом ( $У$ ) [11].

Но в процесс производства вовлекаются не только основные фонды, но и природные ресурсы, рациональное использование которых тоже должно сказываться на рентабельности предприятия. В «экологизированном» показателе рентабельности необходимо учитывать оценку используемых ПР. В итоге интегральный показатель оценки работы предприятия – рентабельность будет рассчитываться следующим образом (6) [11]:

$$R = (Пб - У) / (\Phi + ПР). \quad (6)$$

Отражение природного фактора в расчетах экономической эффективности – один из инструментов повышения действенности хозяйственного механизма. Авторами [14] предлагается методика учёта природно-ресурсной составляющей при определении региональной экономической эффективности производства посредством включения в её расчёт цен на используемые в производстве ПР. При расчётах эффективности на различных уровнях управления необходимо учитывать именно цену, а не величину экономической оценки, поскольку цена характеризует ПР производства в полном объёме, сопоставимом с другими производственными ресурсами.

Формулу определения интегрального показателя региональной экономической эффективности с учётом природно-ресурсной составляющей ( $\mathcal{E}_{ПР}$ ) в общем виде представляет собой соотношение стоимости чистой продукции и приведённых затрат на её получение (7) [14]:

$$\mathcal{E}_{ПР} = \frac{\sum_{i=1}^n ЧП_i^Ф}{\sum_{i=1}^n [(c + v) + (v + a)^H p^H] + \sum_{j=1}^m Ц_j}, \quad (7)$$

где  $i(1, n)$  – индекс отраслей, входящих в региональную народно-хозяйственную систему;  $ЧП_i^Ф$  – стоимость фактически созданной в  $i$ -ой отрасли чистой продукции;  $(c + v)$  – фактические издержки производства в  $i$ -ой отрасли (себестоимость);  $p^H$  – среднотраслевой норматив рентабельности;  $(v + a)^H p^H$  – нормативная величина стоимости прибавочного продукта, создаваемого в  $i$ -ой отрасли хозяйства региона;  $j(1, m)$  – индекс природных ресурсов, используемых в отраслях региона;  $Ц_j$  – цена  $j$ -го природного ресурса.

Однако, исходя из изложенной выше концепции, чистая продукция региона (отрасли) или конечный продукт (КП) в масштабах всего народного хозяйства с учетом экологических требований должны быть уменьшены на величину возможного экономического ущерба от загрязнения (ЭУЗ) ОС производством. Откорректировав на этой основе формулу (7), унифицированный для всех уровней управле-

ния (регионального, отраслевого, народнохозяйственного) – показатель (коэффициент) экономической эффективности общественного производства в упрощенном виде может быть определен следующим образом (8) [4]:

$$\mathcal{E}_{пр} = (КП - \mathcal{E}УЗ) / (З + Ц_{пр}) = ЧП / (З + Ц_{пр}), \quad (8)$$

где  $\mathcal{E}$  - издержки производства (приведенные затраты);  $Ц_{пр}$  - цена природных ресурсов, вовлечённых в хозяйственный оборот;  $ЧП$  – величина (стоимость) чистого конечного продукта.

Учёт природно-ресурсной составляющей в показателях эффективности нацелен как на экономию ресурсов природы, так и на снижение вредного воздействия на ОС, поскольку экономическая эффективность возрастает при снижении потребления ПР и сокращении возможного экономического ущерба техногенного загрязнения ОС.

Уравнение (8) отражает фактически коэффициент экономической эффективности  $\sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{прi}$  общественного производства (народного хозяйства) в целом, которое состоит из  $i$ -го количества отраслей экономики, потребляющих определенное количество тех или иных  $j$ -х видов природных ресурсов. Каждая  $i$ -я отрасль производства имеет свои финансовые издержки  $\mathcal{E}_i$ . Следовательно, уравнение (8) можно представить в виде следующего индекса  $I_{пр}^{об}$  (9):

$$I_{пр}^{об} = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{прi} = \frac{\sum_{i=1}^n ЧП_i^ф}{\sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i + \sum_{j=1}^m Ц_{прj}}, \quad (9)$$

из которого после преобразования можно определить общую (условную) цену  $Ц_{прi}^{обу}$  природных ресурсов, вовлечённых в хозяйственный оборот:

$$Ц_{прi}^{обу} = \sum_{j=1}^m Ц_{прj} = \frac{\sum_{i=1}^n ЧП_i^ф - \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{прi} \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i}{\sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{прi}} = \frac{\sum_{i=1}^n ЧП_i^ф}{\sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{прi}} - \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i. \quad (10)$$

Уравнение (10) позволяет определять условную отраслевую цену каждого природного ресурса, вовлечённого в каждую реальную отрасль экономики, которая в зависимости от их эффективности и других экономических показателей отрасли существенно выше потребительской цены исходного природного сырья, используемого в технологических схемах последних.

Располагая расчётными данными о потребительских ценах перечисленных выше природных ресурсов и расчётными данными об условных ценах этого природного сырья, используемого в технологических процессах отдельных отраслей экономики и полученными из уравнения (10), представляется возможным определить комплексный (универсальный) критерий природоёмкости  $K_{пр}$ , как разницу цен между этими величинами, которые в определённой мере характеризуют и эффективность переработки и рационального использования исходного ПР в отдельных отраслях экономики. Это касается, например, водных, земельных, лесных и других ресурсов. Следовательно:

$$K_{прi} = \Delta Ц_{прi} = Ц_{прi}^{обу} - Ц_{прj} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n ЧП_i^ф}{\sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{прi}} - \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i \right) / \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{прi} - Ц_{прj}. \quad (11)$$

Применительно к отдельным отраслям экономики, в которых в том или ином виде используются природные ресурсы, отраслевые

значения коэффициентов природоёмкости (и эффективности их использования)  $K_{прi}$  можно представить в следующем виде:

- применительно к водным ресурсам:

$$K_{вр}^{пв} = \Delta Ц_{вр}^{пов.в.} = \frac{ЧП_V^{пов} - \mathcal{E}_V^{пов} \mathcal{E}_V^{пов}}{\mathcal{E}_V^{пов}} - Ц_{вр}^{пов}, \quad (12)$$

поверхностные воды;

$$K_{вр}^{под} = \Delta Ц_{вр}^{под.в.} = \frac{ЧП_V^{под} - \mathcal{E}_V^{под} \mathcal{E}_V^{под}}{\mathcal{E}_V^{под}} - Ц_{вр}^{под}, \quad (13)$$

подземные воды;

- применительно к земельным ресурсам:

$$K_{зр} = \Delta Ц_{зр} = \frac{ЧП_{зр}^ф - \mathcal{E}_{зр} \mathcal{E}_{зр}}{\mathcal{E}_{зр}} - Ц_{зр}, \quad (14)$$

сельскохозяйственные земли;

$$K_{лз} = \Delta Ц_{лз} = \frac{ЧП_{лз}^ф - \mathcal{E}_{лз} \mathcal{E}_{лз}}{\mathcal{E}_{лз}} - Ц_{лз}, \quad (15)$$

лесные земли;

- применительно к минеральным ресурсам:

$$K_{мр} = \Delta Ц_{мр} = \frac{ЧП_{мр}^ф - \mathcal{E}_{мр} \mathcal{E}_{мр}}{\mathcal{E}_{мр}} - Ц_{мр}, \quad (16)$$

разработка месторождений;

- применительно к лесным ресурсам:

$$K_{лр} = \Delta Ц_{лр} = \frac{ЧП_{лр}^ф - \mathcal{E}_{лр} \mathcal{E}_{лр}}{\mathcal{E}_{лр}} - Ц_{лр}, \quad (17)$$

заготовка лесных ресурсов;

- применительно к побочным биологическим ресурсам (побочное лесопользование):

$$K_{бр} = \Delta Ц_{бр} = \frac{ЧП_{бр}^ф - \mathcal{E}_{бр} \mathcal{E}_{бр}}{\mathcal{E}_{бр}} - Ц_{бр}, \quad (18)$$

побочное лесосырьё.

Анализируя показатели  $K_{прi}$  (формулы 11-18) и значения коэффициентов  $K_{эл}$  (4) экологичности ресурсопотребляющих производств, определяемой по преобразованной формуле (4):

$$K_{элi} = \frac{C_j}{C_j + \sum_{i=1}^n \frac{C_{НОj} E_{НОi}}{E_{Hi}}} = \frac{C_j}{C_j + \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{zi}}, \quad (19)$$

несложно убедиться в их тесной функциональной взаимосвязи, которые можно формализовать в виде  $K_{прi} = f_1(K_{элi})$ , или  $K_{элi} = f_2(K_{прi})$ . Из (19) следует, что чем меньше значение

$\sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{zi}$  в каждой  $i$ -ой отрасли, связанной с оценкой полноты использования (переработки) исходного  $j$ -го сырья  $C_j$  стоимости обра-

зующих неутрализованных отходов  $C_{НОj}$  и величиной отраслевых нормативов эффективности капитальных вложений  $E_{НОi}$ , тем выше экологичность тех или иных отраслей экономики, связанных с рациональным использованием  $j$ -х видов природных ресурсов. При этом имеется в виду, что стоимость неутрализованных отходов  $C_{НОj}$  определяется по цене первоначального сырья. Если принять, что при условно безотходном или минимально малой отходности

производства значения  $\sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{zi}$  имеют минимальные величины, то

совокупная экологичность и безотходность отдельных отраслей народного хозяйства будет характеризоваться наиболее высокими значениями критерия экологичности  $K_{элij}^{max}$  (19), где  $i$ -действующий

комплекс отраслей народного хозяйства;  $j$  - вид природного ресурса, используемого ими в качестве сырья с ценовыми показателями, определяемыми уравнениями (11-18). И наоборот, можно условно принять, что при неэффективном использовании природных ресурсов, низкой технологичности и высокой степени отходности в составе неутраченных отходов отраслей экономики их экологичность и экономическая эффективность будет отличаться низкими

значениями критерия  $K_{ЭПij}^{\max}$ , а показатель  $\sum_{i=1}^n \Theta_{zi}$  наибольшей величиной.

Критериальный подход к формализации данного проблемного вопроса изложен в работе О.С.Шимовой [4], в которой с экологических позиций отдельные отрасли экономики в рамках административных территорий подразделены на три группы: загрязняющие, малозагрязняющие и незагрязняющие. Более того, этот подход к оценке их экологической опасности представлен в работе [4], в которой предприятия по степени экологической опасности и технологичности (экологичности) подразделяются на три группы: малоопасные предприятия (МП), опасные предприятия (ОП) и особо опасные предприятия (ООП). При этом каждая группа характеризуется набором принципиально важных показателей, в совокупности определяющих косвенно экологичность отдельных отраслей экономики, которая, как следует из работ [4, 5], оценивается уравнением (4) – коэффициентом экологичности  $K_{ЭП}$  и уравнением (7) – показателем  $\Theta_{ПР}$  экономической эффективности общественного производства.

Перечень важных экологических показателей представляется целесообразным формализовать в виде обобщенного интегрального индекса экологичности  $I_{ЭП}^{общ}$ , функционально связанного с индексами степени экологической опасности отраслей экономики (предприятий), а именно:  $I_{МП}$  - МП,  $I_{ОП}$  - ОП,  $I_{ООП}$  - ООП. Следовательно,  $I_{ЭП}^{общ} = f_1(I_{МП}, I_{ОП}, I_{ООП})$ . В свою очередь каждый индекс  $I_{ЭП}$  имеет тесную функциональную связь с коэффициентами экологичности (критериями)  $K_{ЭПij}$ , из которых:  $I_{МП} = f_2(K_{ЭПij}^{\min})$ ,  $I_{ОП} = f_3(K_{ЭПij}^{op})$ ,  $I_{ООП} = f_4(K_{ЭПij}^{\max})$ .

Как следует из работы [4], интегральный показатель  $I_{ЭП}^{общ}$  позволяет также осуществлять оценку ресурсопотребления отдельных отраслей экономики. Однако главное его достоинство – возможность на основании известных или рассчитываемых по приведённым выше экологическим и экономическим показателям, частично представленных в [4], формализовать экологическую эффективность отраслей экономики, основанных на потреблении тех или иных  $j$ -х видов природных ресурсов. Безусловно, экологическая эффективность характеризуется, как было показано выше, и рядом других эколого-экономических показателей: экологичностью, природоёмкостью, безотходностью, энергоёмкостью, рентабельностью, потребительской стоимостью природного сырья и др. При этом потребительская стоимость природного сырья  $\Delta_{ПРi}$  и расчётный показатель  $\Delta_{ПРi}$ , характеризующий в ценовом выражении ресурсопотребление или природоёмкость предприятий (чем больше значение  $\Delta_{ПРi}$ , тем больше ресурсопотребление и природоёмкость), позволяют формализовать экологическую эффективность в денежном эквиваленте, включая такую оценку и перечисленных выше экономических показателей эффективного природопользования. При этом имеется в виду, что расчет обобщенного комплексного индекса  $I_{ЭП}^{общ}$  рекомендуется выполнять применительно к отраслям экономики, потребляющих отдельные  $j$ -е виды природных ресурсов, перечень которых и ценовые показатели представлены формулами (11-18). При этом, исходя из сказанного, можно согласиться с тем обстоятельством, что, выполняя комплекс расчётов по определению интегрального индекса  $I_{ЭП}^{общ}$  экологичности природопользования, осуществляется этим самым и оценка эффективности или рациональ-

ного использования природных ресурсов в экономике страны, что является в конечном итоге фундаментальной основой экономики природопользования.

Таким образом, анализируя и обобщая приведенные выше эколого-экономические показатели, в той или иной степени функционально связанные с экологической эффективностью и рациональным природопользованием, этот важнейший критерий рационального природопользования можно представить в виде универсального интегрального индекса  $I_{ЭП}^{общ.у}$  в виде следующего функционала:

$$I_{ЭП}^{общ.у} = f_5(I_{MN}, I_{OP}, I_{OOP}, K_{ЭПi}, K_{ПРi}), \quad (20)$$

в достаточной степени отражающего экологическую эффективность экономики в рамках того или иного административного региона страны, где  $K_{ПРi}$  - показатель природоёмкости отдельной отрасли экономики, определяемой по формулам (11-18). Соответственно, отраслевые интегральные индексы, связанные с отдельными отраслями экономики, потребляющие  $j$ -е виды природных ресурсов, можно формализовать в виде следующих функциональных зависимостей, потребляющих ресурсы:

- водные ресурсы (поверхностные воды - ПВР):

$$I_{ЭП}^{пов.в} = f_6(I_{МП}^{пов.в}, I_{ОП}^{пов.в}, I_{ООП}^{пов.в}, I_{ЭП}^{пов.в}, K_{ВР}^{пов.в}); \quad (21)$$

- подземные воды (ПВДР):

$$I_{ЭП}^{под.в} = f_7(I_{МП}^{под.в}, I_{ОП}^{под.в}, I_{ООП}^{под.в}, I_{ЭП}^{под.в}, K_{ВР}^{под.в}); \quad (22)$$

- земельные ресурсы (ЗР):

$$I_{ЭП}^{ЗР} = f_8(I_{МП}^{ЗР}, I_{ОП}^{ЗР}, I_{ООП}^{ЗР}, I_{ЭП}^{ЗР}, K_{ЗР}); \quad (23)$$

- лесные земли (ЛЗ):

$$I_{ЭП}^{ЛЗ} = f_9(I_{МП}^{ЛЗ}, I_{ОП}^{ЛЗ}, I_{ООП}^{ЛЗ}, I_{ЭП}^{ЛЗ}, K_{ЛЗ}); \quad (24)$$

- минеральные ресурсы (МР):

$$I_{ЭП}^{МР} = f_{10}(I_{МП}^{МР}, I_{ОП}^{МР}, I_{ООП}^{МР}, I_{ЭП}^{МР}, K_{МР}); \quad (25)$$

- лесные ресурсы (ЛР):

$$I_{ЭП}^{ЛР} = f_{11}(I_{МП}^{ЛР}, I_{ОП}^{ЛР}, I_{ООП}^{ЛР}, I_{ЭП}^{ЛР}, K_{ЛР}); \quad (26)$$

- побочные биологические (лесные) ресурсы (БР):

$$I_{ЭП}^{БР} = f_{12}(I_{МП}^{БР}, I_{ОП}^{БР}, I_{ООП}^{БР}, I_{ЭП}^{БР}, K_{БР}). \quad (27)$$

Предложенные аналитические методы анализа и оценок, как отдельных экологических показателей, так и эколого-экономической эффективности ресурсопотребления отрасли экономики и эффективности использования природных ресурсов в рамках рационального природопользования безусловно представляют собой сложные многофакторные, многопараметрические и многовариантные математические зависимости. Однако они формально позволяют рассчитывать (формализовать) критериальные показатели и интегральные индексы, в совокупности отражающие как социально-экономическую эффективность основных отраслей экономики, так и отдельные компоненты эффективности природоохранной деятельности. К ним относятся экологичность, природоёмкость, антропогенное воздействие на природные комплексы окружающей среды – качественное состояние водных ресурсов, атмосферного воздуха, почвенного покрова и биологических ресурсов, потребительские цены используемых природных ресурсов, экологический ущерб от загрязнения природных сред, количественные показатели ЗВ, выбрасываемых в атмосферный воздух и стоками в водные объекты и др. Каждый из перечисленных параметров и показателей имеет самостоятельное значение в различных областях природопользования и природоохранной деятельности, может быть рассчитан приведёнными выше соответствующими зависимостями и в совокупности позволяют формализовать главный критерий экологии – экологическую эффективность (экологичность) рационального природопользования (ЭЭРП). Сказанное можно с целью упрощения процедуры последующих расчётов ЭЭРП (и  $K_{ПРi}$ ) (главных факторов в экологии) формализовать следующей системой зависимостей – уравнениями (11) и (19) в составе:

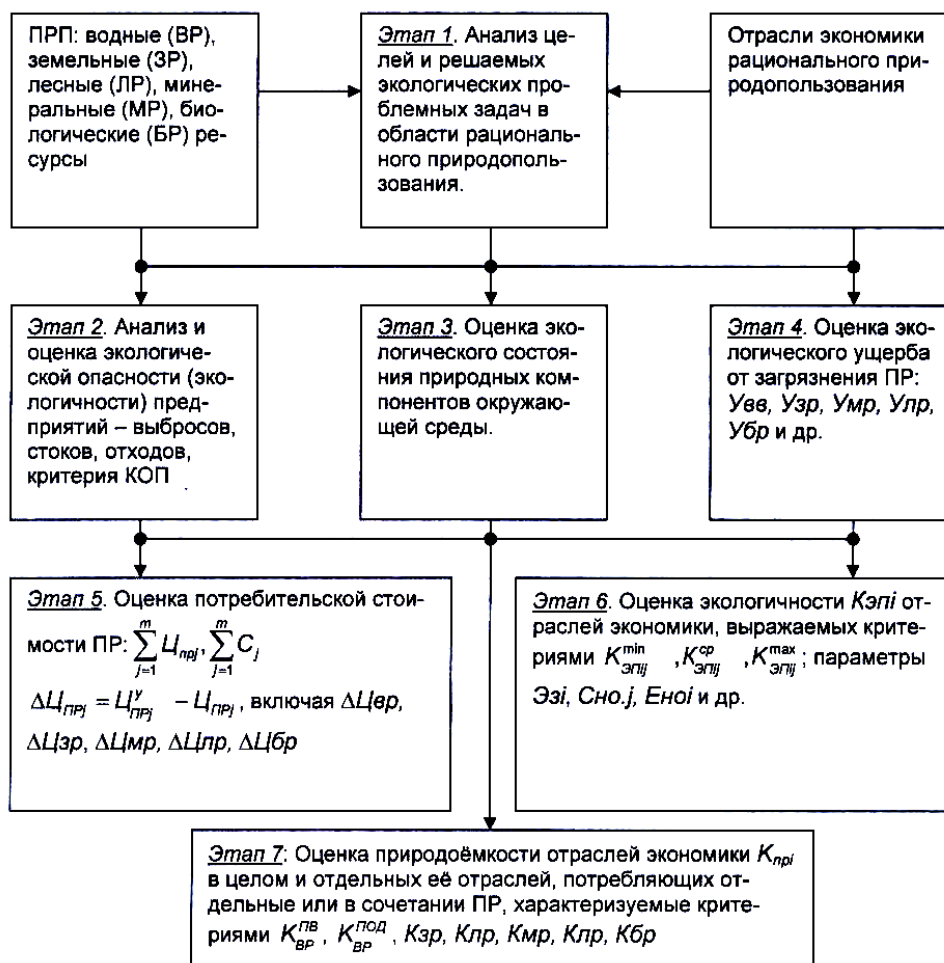


Рис. 1. Алгоритмическая схема формализации оценки экологичности и природоёмкости рационального природопользования

$$\begin{aligned}
 \text{ЭЭРП} &= f_{13}(K_{\text{пр}i}, K_{\text{эп}i}); \\
 Y_{\text{об}} &= Y_{\text{ВР}} + Y_{\text{ЗР}} + Y_{\text{МР}} + Y_{\text{ЛР}} + Y_{\text{БР}}; \\
 \sum_{i=1}^n K_{\text{эп}i} &= \frac{\sum_{j=1}^m C_j}{\sum_{j=1}^m C_j + \sum_{i=1}^n \text{Э}_{zi}}; \\
 I_{\text{ПР}}^{\text{об}} &= \sum_{i=1}^n \text{Э}_{\text{ПР}i}; \\
 C_{\text{ПР}}^{\text{обу}} &= \sum_{j=1}^m C_{\text{ПР}j}^y; \\
 \sum_{i=1}^n K_{\text{пр}i} &= K_{\text{ВР}}^{\text{пв}} + K_{\text{ВР}}^{\text{под.е}} + K_{\text{ЗР}} + K_{\text{ЛЗ}} + K_{\text{МР}} + K_{\text{ЛР}} + K_{\text{БР}}; \\
 \sum_{j=1}^m C_{\text{ПР}j} &= C_{\text{ПВР}} + C_{\text{ПДВР}} + C_{\text{ЗР}} + C_{\text{ЛЗ}} + C_{\text{МР}} + C_{\text{ЛР}} + C_{\text{БР}}; \\
 \text{ПРП} &= \text{ПВР} + \text{ПДВР} + \text{ЗР} + \text{ЛЗ} + \text{МР} + \text{ЛР} + \text{БР}; \\
 \Delta C_{\text{ПР}j} &= C_{\text{ПР}j}^y - C_{\text{ПР}j}; \\
 K_{\text{гб}} &= (C_{\text{гс}} + B_{\text{еп}} \cdot \text{П}_{\text{ср}}) / \text{П}_{\text{вп}}.
 \end{aligned}
 \tag{29}$$

где  $\sum_{i=1}^n K_{\text{пр}i}$ ,  $\sum_{i=1}^n K_{\text{эп}i}$  – природоёмкость и экологичность  $i$ -ой отрасли экономики; ПРП – природно-ресурсный потенциал админи-

стративной территории;  $C_{\text{ПВД}}$ ,  $C_{\text{ПДВР}}$ ,  $C_{\text{ЗР}}$ ,  $C_{\text{ЛЗ}}$ ,  $C_{\text{МР}}$ ,  $C_{\text{ЛР}}$ ,  $C_{\text{БР}}$  – потребительские цены природных ресурсов;  $Y_{\text{ВР}}$ ,  $Y_{\text{ЗР}}$ ,  $Y_{\text{МР}}$ ,  $Y_{\text{ЛР}}$ ,  $Y_{\text{БР}}$  – экономический ущерб от загрязнения компонент природных ресурсов. Остальные обозначения приведены в составе формул, включённых в систему зависимостей (28).

В данной системе зависимостей уравнение (28) является главным, в совокупности отражающим взаимосвязанные показатели  $K_{\text{пр}i}$  и  $K_{\text{эп}i}$  – многофакторное состояние ЭЭРП. Система уравнений (29) представляет собой компонентный состав главного уравнения (28). Многовариантность реализации этого критерия заключается в том, что оценки состояния ЭЭРП той или иной отрасли экономики и используемые для оценки функционирования и состояния природных ресурсов отдельные компоненты зависимости (28) могут не определяться. Это зависит, в первую очередь, от степени природоёмкости отрасли и полученных расчётных значений  $K_{\text{пр}i}$ . Аналогичными обстоятельствами будет также определяться вариант расчёта показателя  $K_{\text{эп}i}$  по формуле (19), в которой фигурируют потребительские цены природного сырья  $C_j$ , неупотребленных отходов  $C_{\text{НО}j}$  и издержки  $i$ -го производства  $\text{Э}_{zi}$ , связанные с переработкой  $j$ -го сырья и безотходностью (отходностью) технологических процессов.

Процедуры расчётов обобщённых значений критериев  $K_{\text{пр}i}$  и  $K_{\text{эп}i}$  представляют собой сложный многоэтапный процесс, состоящий из следующих этапов, представленных в виде алгоритмической схемы на рисунке.

**Этап 1.** Анализ цели и проблемной природоохранной задачи, сформулированной заказчиком (руководящим лицом или ЛПР) в области экологических проблем, ресурсообеспеченности и ресурсопотребления отдельными отраслями экономики. Выбор конкретной

отрасли (код отрасли) экономики, обоснование используемого её того или иного вида природных ресурсов, определение целевого назначения анализируемой задачи в составе ЭЭПР представлены в системных классификаторах отраслей экономики применительно к использованию  $j$ -х видов ПР.

**Этап 2.** Анализ и оценка экологической опасности (экологичности) предприятий на основе количественных данных об отходах, выбросах, стоках и показателей категории опасности предприятий (КОП).

**Этап 3.** На основании анализа источников загрязнения окружающей среды, рассмотренных на этапе 2, определяются показатели экологического состояния природных сред ОС.

**Этап 4.** На основании данных и показателей, определённых на втором этапе работ, осуществляется расчёт экономического ущерба народному хозяйству от загрязнения основных природных сред, а именно  $У_{вр}$ ,  $У_{зр}$ ,  $У_{мр}$ ,  $У_{лр}$ ,  $У_{бр}$  в зависимости от целевого назначения решаемой задачи. В случае необходимости определяется и  $У_a$ . Процедуры их расчёта приведены в [13, 14].

**Этап 5.** Определяется оценка потребительской стоимости  $C_j$  и  $Ц_{пр,j}$   $j$ -х видов ПР, используемых в той конкретной отрасли экономики, которая фигурирует в решаемой проблемной задаче, а также значение  $\Delta Ц_{пр,j}$ , включая  $\Delta Ц_{вр}$ ,  $\Delta Ц_{зр}$ ,  $\Delta Ц_{мр}$ ,  $\Delta Ц_{лр}$ ,  $\Delta Ц_{бр}$ .

**Этап 6.** С учётом значений  $C_j$  определяется критерий экологичности анализируемой отрасли экономики  $K_{эпi}$ . Определяются также показатели экологичности и безотходности отраслей, выражаемых критериями  $K_{эпij}^{min}$ ,  $K_{эпij}^{cp}$ ,  $K_{эпij}^{max}$ . В составе указанных критериев определяют также параметры  $Э_{zi}$ , связанные с оценкой полноты использования  $j$ -го сырья  $C_j$ , стоимости образующихся не утилизируемых отходов  $C_{ноj}$  и величиной отраслевых нормативов эффективности капитальных вложений  $E_{ноj}$ .

**Этап 7.** На основании обобщённого анализа выполненных расчётов по этапам 1-6 производится формализация важного показателя рационального природопользования – критерия природоёмкости отраслей экономики  $K_{прi}$  в целом и отдельных их отраслей, использующих те или иные ПР (водные, земельные, лесные, минеральные, сырьевые и биологические) или в их сочетании, характеризующиеся критериями  $K_{вр}^{пв}$ ,  $K_{вр}^{под}$ ,  $K_{зр}$ ,  $K_{лр}$ ,  $K_{мр}$ ,  $K_{лр}$ ,  $K_{бр}$ .

Информационное обеспечение для реализации как отдельных параметров, функциональных зависимостей, показателей экологического состояния ОС и эколого-экономической эффективности природопользования, так и формализация ЭЭРП в целом приведены в работах [2-18]. Перечень отраслей (подотраслей) экономики, использующих водные, земельные, лесные, минеральные и биологические ресурсы, приведён в системном классификаторе отраслей экономики (СКОЭ), состоящем из четырёх отраслевых классификаторов: СКВР, СКЗР, СКБР и СКМР (водных, земельных, биологических и минеральных ресурсов). При этом, учитывая существенную значимость в экономике природопользования водных и земельных ресурсов, в СКВР и СКЗР приведены обобщённые сведения о сбросах сточных вод в водные объекты основными отраслями – водопользователями и обобщённые сведения о наличии и распределении земель по видам и категориям землепользователей.

Все необходимые показатели, данные и расчётные зависимости для экологических (стоимостных) оценок природных ресурсов и экологического ущерба от загрязнения природных сред приведены в методических рекомендациях [12, 13, 15, 17, 18].

## ВЫВОДЫ

В заключение следует отметить, что представленные методические принципы формализации (анализа и оценок) таких важных

критериальных показателей рационального природопользования как ресурсообеспеченность, безотходность, природоёмкость и экологическая эффективность отраслей экономики, связанных с потреблением (переработкой) основных природных ресурсов, позволяют оценить недостатки и предложить технологические мероприятия по минимизации (безотходность, природоёмкость) или максимизации (ресурсообеспеченность, экологическая эффективность) указанных показателей реальной экономики на основе обоснованных инновационных проектов в составе Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь.

## СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. План реализации Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2007-2010 годы.- Мн.: ГУ «БелИСА», 2007.- 400с.
2. Гирусов Э.В., Бобылёв С.Н. и др. Экология и экономика природопользования.- М.: Закон и право, ЮНИТИ, 1998.- 455с.
3. Гусев А.А. Об экономической оценке природных ресурсов // Экономика природопользования, вып. 5.- М.: ВИНТИ, 2005.- с.99-103.
4. Шимова О.С. Управление природопользованием и природоохранной деятельностью.- Мн.: ЮПАК, 2005.- 220с.
5. Неверов А.В. Экономика природопользования.- М.: Высшая школа, 1990.- 216с.
6. Неверов А.В., Водопьянов О.В. Экономическая и эколого-экономическая оценка минеральных ресурсов: методология и методика. // Природные ресурсы, №2, 2004.- с.90-99.
7. Неверов А.В., Редьковская О.В., Неверов Д.А. Экономическая оценка биоразнообразия особоохраняемых природных территорий Беларуси. // Природные ресурсы, №3, 2001.- с.89-95.
8. Кочановский С.Б., Войтов И.В. и др. Методика и результаты экологической оценки ущерба от загрязнения атмосферного воздуха и водных объектов. // Природные ресурсы, №3, 2000.- с.55-67.
9. Игнатенко Н.Г., Руденко В.П. Природно-ресурсный потенциал территорий. Географический анализ и синтез.- Львов: «Вища школа», 1986.- 163с.
10. Методика экологической и социально-экономической оценки природных ресурсов как составной части национального богатства.- М.: НИЭИ, 1998.- 116с.
11. Шимова О.С., Соколовский Н.К. Экономика природопользования: учебное пособие.- М.: ИНФРА-М, 2005.- 377с.
12. Методика определения предотвращённого экологического ущерба.- М.: Госком по охране ОС, 1999.- 105с.
13. Кочановский С.Б., Войтов И.В., Ванеева И.Т., Неверова Т.А. Отчёт о НИР «Выполнить эколого-экономические оценки ущерба от загрязнения ОС и эффективности природоохранных мероприятий с использованием ЭВМ».- Мн.: НИЭИ Минэкономики, 1995.- 231с.
14. Шимова О.С., Соколовский Н.К. Основы экологии и экономика природопользования.- Мн.: БГЭУ, 2002.- 368с.
15. Временная методика определения размера экономического ущерба, причиняемого загрязнением, деградацией и нарушением земель.- Мн.: «БелНИЦ «Экология», 1997.- 33с.
16. Актуальные вопросы экономики природопользования: теоретические и практические аспекты / Под. ред. О.Ф.Балацкого.- Сумы, 1991.- 197с.
17. Временная типовая методика определения экономической эффективности и осуществления природоохранных мероприятий и экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды.- М.: Экономика, 986.- 197с.
18. Сборник нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды, выпуск 39.- Мн.: «БелНИЦ «Экология», 2002.- 222с.

Материал поступил в редакцию 12.02.08

VOJTOV I.V., GATICH M.A., RYBAK V.A., Methodic principles of analysis and valuation of resource securing of productions in Belarus economy

Methodic principles of analysis and valuation of resource securing are proposed by authors after studying of know literature data.