

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ОЦЕНОК ОСНОВНЫХ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

И. В. Войтов,

Председатель ГКНТ, д-р техн. наук, профессор

М. А. Гатих,

главный научный сотрудник ГУ «БелИСА», д-р техн. наук, профессор

В. А. Рыбак,

ведущий научный сотрудник ГУ «БелИСА», канд. техн. наук, доцент

В. В. Ходин,

заведующий отделом промышленной экологии и нормирования РУНИП «БелНИЦ “Экология”»

В настоящее время в Республике Беларусь уделяется большое внимание и стимулируется инновационная деятельность, реализуется План инновационного развития страны на 2007–2010 гг. [1]. Известно, что инновационная деятельность — это вид деятельности, связанный с трансформацией идей (обычно результатов научных работ либо иных научных достижений) в технологически новые или усовершенствованные продукты или услуги, внедренные на рынке, в новые или усовершенствованные технологические процессы или способы производства (передачи) услуг, использованные в практической деятельности [2].

Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь (ГПИР РБ) 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 по-

этапное 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 [3, 5].

В рамках ГПИР РБ, как следует из работ [3, 4], одним из приоритетных направлений инновационной деятельности является реализация на государственном уровне ресурсо- и энергосбережения, минимизации природоемкости и экологии промышленных производств, разработки новых материалов и новых источников энергий, информационных и телекоммуникационных технологий, инновационных проектов в области экологии и рационального природопользования и др. [3]. Среди основных ключевых и групповых факторов инновационного развития экономики являются в том числе и факторы ресурсного типа (природно-ресурсные, трудовые, основные производственные и непроизводственные фонды предприятий и др.) [4].

Важным направлением в области ГПИР РБ является формирование государственной научно-инновационной и научно-технической политики, которые следует рассматривать как систему мер, направленную на регулирование и развитие процессов создания, освоения и использования инноваций как стратегического развития экономики [5].

Из сказанного следует, что одними из перспективных направлений инновационного развития страны являются разработки информационно-аналитического и научно-технического обеспечения формирования и реализации инновационных проектов в рамках рационального природопользования с приоритетными направлениями и определяющими показателями экономики, которыми и являются природно-ресурсные, экономические, экологические, природоохранные и другие мероприятия рационального природопользования с максимальным уровнем их безотходности, ресурсо- и энергосбережения и т. д.

Проблема рационального природопользования тесно связана с количественными и качественными показателями эффективности (рациональности) технологических процессов в тех или иных отраслях экономики. В первую очередь, это касается рационального использования исходного сырья и соблюдения норм его расхода на единицу конечной продукции, минимизации расходов на образование, движение, переработку и захоронение не утилизируемых отходов в различных видах производств, включая отходы в виде выбросов и стоков, уходящих в окружающую среду (ОС) (атмосферный воздух, водные объекты и почвенный покров), от которых преимущественно зависит экономичность и экологичность технологических процессов, их природоёмкость и энергоёмкость как важных показателей любых отраслей экономики страны.

Однако проблема образования, движения и размещения отходов определяется и рядом других показателей технологического регламента производств, таких как оценка и классификация не утилизируемых отходов по классам опасности и составу вредных веществ (ВВ) для ОС по большому количеству действующих технологических процессов (десятки тысяч) в народном хозяйстве страны, сертификация утилизируемых отходов для вторичного использования и получения дополнительной продукции или для энергетических целей (в качестве вторичных энергетических ресурсов).

Не менее острой является также проблема для производств, связанная с комплексом процессов движения и размещения не утилизируемых (не используемых) отходов, включая их сертификацию по степени вредности, транспортировку к месту обезвреживания, захоронения, оборудованием постоянных или временных хранилищ для последних и т. д.

В соответствии с классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, структура накопления видов отходов различного происхождения определяется 5 блоками [10]:

- отходы растительного и животного мира;
- отходы неорганического минерального происхождения и отходы продуктов переработки;
- отходы химических производств и производств, связанных с ними;
- медицинские отходы;
- твердые бытовые отходы и подобные им отходы промышленности.

Следует еще раз подчеркнуть, что именно от качественных и количественных показателей образования и движения отходов зависит эколого-экономические и социальные параметры природопользовательской и природоохранной деятельности в республике, а именно: экологическое состояние природных компонентов ОС и административных территорий, экологический ущерб народному хозяйству от качества (вредности) и состава ВВ в выбросах и стоках в ОС, состояние здоровья населения, проживающего на загрязненных территориях.

Следует отметить, что рассматриваемый комплекс вопросов, наряду с государственным, имеет также большое научное и практическое значение в области рационального природопользования и охраны ОС. По этой причине в Беларуси и зарубежных странах (Россия, Украина и др.) этой проблеме уделяется большое внимание, она решается на высших государственных уровнях. Так, в Беларуси принят ряд законов (об отходах, об охране окружающей среды и др.), постановлений Совета Министров РБ, постановлений и приказов Минприроды РБ. Разработаны и действуют многие законодательно-нормативные и методические документы, инструкции и рекомендации [6–11]. Более того, в последние годы в РУП «БелНИЦ “Экология”» выполнен ряд НИР по программе ГНТП «Экологическая безопасность» и других программ, относящихся к области образования и движе-

ния отходов и промышленной экологии. Среди них заслуживают высокой оценки созданные «Правила разработки и согласования нормативов образования отходов производства» [9, 10], утвержденные руководством Минприроды РБ. Этот документ является универсальным и содержит практически всю необходимую информацию применительно к формализации функций анализа, оценки и контроля за процессами расхода исходного сырья, образования и реализации утилизируемых и не утилизируемых отходов в тех или иных технологических процессах.

Нормирование образования отходов производства — это установление на основе нормативно-технической и технологической документации предельного количества отходов определенного вида, образуемого при производстве единицы продукции или энергии, выполнения работ или оказания услуг [9, 10]. Нормирование образования и размещения отходов составляет основу комплексного системного подхода к государственному контролю за этим процессом в отраслях экономики. Основным принципом данного нормирования является минимизация образования отходов и максимизация комплексной переработки материально-сырьевых ресурсов, а также внедрение технологий по переработке отходов и новых современных технологий (малоотходных и экологически чистых). Под удельным показателем образования основного производства последних понимается количество или их доля, образующихся в расчете на единицу выпускаемой продукции или перерабатываемого сырья [9].

При выборе метода расчета нормативов учитывается уровень организации нормирования в отрасли экономики, особенности технологических процессов производства, влияние нормообразующих факторов на назначение норматива. В настоящее время используются 3 метода нормирования: расчетно-аналитический, экспериментальный и статистический.

Расчетно-аналитический метод (РАМ). В его основе в соответствии с установленным составом норм расхода сырья и материалов лежит норматив образования отходов. Он рассчитывается как разность между нормой расхода сырья (или материалов) N на единицу продукции и чистым (полезным) их расходом P с учетом неизбежных безвозвратных потерь сырья H_n по формуле [9]:

$$H_o = N - (P + H_n). \quad (1)$$

При наличии на предприятии разработанных и утвержденных в установленном порядке коэффициентов норматив образования отходов производства определяется по формуле:

$$H_o = N(1 - K_n) - P, \quad (2)$$

где $K_n = \frac{H_n}{N}$ — коэффициент неизбежных потерь сырья (материалов).

Норматив образования отходов производства в процентах или как коэффициент выхода вторичного сырья H_o^1 определяется по формуле:

$$H_o^1 = 1 - K_{исп} - K_n, \quad (3)$$

где $K_{исп} = \frac{P}{N}$ — коэффициент использования сырья, материалов при производстве продукции, характеризующий степень их использования в виде затрат к норме затрат на единицу продукции.

Групповые (средневзвешенные) нормативы на единицу однотипной продукции определяются по формуле:

$$H_{o.гp.} = \frac{\sum_{i=1}^m N_i \times q_i - \sum_{i=1}^m (P_i + H_{ni}) q_i}{\sum_{i=1}^m q_i}, \quad (4)$$

где q_i — объем выпуска i -й продукции; i — индекс вида продукции на предприятии или отрасли экономики ($i = 1, 2 \dots m$); m — количество выпускаемой продукции на предприятии или в отрасли.

Нормативное количество образования отходов V_o рассчитывается как произведение норм их образования на объем (количество) используемого сырья Q_c , то есть:

$$V_o = Q_c \times H_o. \quad (5)$$

Результаты расчета нормативов образования отходов РАМ приведены в [9, 14] и определяются в табличной форме применительно к единице производимой продукции, к единице используемого сырья, групповым методом расчета норматива. Применение РАМ предусматривает также необходимость составления материальных балансов образования и движения отходов, оформляемых также в табличной форме.

Экспериментальный метод. Экспериментальный метод состоит в определении этих нормативов на базе единых прямых инструментальных замеров массы, веса, объема путем постановки эксперимента. Он применяется в

тех случаях, когда из-за отсутствия нормативных показателей затрат материально-сырьевых ресурсов невозможно применить расчетный метод, или его применение сопряжено с большой трудоемкостью аналитических расчетов. Этот метод заключается в определении нормативов образования отходов производства на основе статистической обработки опытных измерений массы полезного (выходного) продукта, полученного из единицы массы сырья (материалов). В этом случае определяется показатель C_{mn} , характеризующий долю полезного продукта в единице сырья в процентах. Исходя из значения этого показателя и данных о массе извлеченного из сырья полезного продукта M_{mn} , определяется норматив H_0^{II} на единицу произведенной продукции по формуле [9]:

$$H_0^{II} = \frac{V_0}{Q_{np}} = (M_{mn} \times \frac{100\% - C_{mn}}{C_{mn}}) / Q_{np}, \quad (6)$$

где V_0 — объем (масса) образования отходов; Q_{np} — количество продукции, при производстве которой образуются отходы.

Результаты полученных экспериментальных данных обрабатываются статистическими методами. Из полученного ряда замеров исключаются нехарактерные. Для этих целей целесообразно использовать метод с определением и построением функции распределения случайных величин $A = X$, определяемой выражением $F(x) = P(X < x)$, где $F(x)$ — плотность распределения случайной величины X [12].

Статистический метод. Статистический метод определения нормативов применяется в тех случаях, когда нормативы нельзя установить расчетным или экспериментальным путем. Этот метод применяется на основе статистической обработки отчетной информации за базовый (3-летний) период с последующей корректировкой данных в соответствии с последующими организационно-техническими мероприятиями, предусматривающими снижение ресурсоматериалоемкости производимой продукции. Определяется по формуле [9]:

$$H_0^{II} = \frac{V_{on}}{N_n K_M}, \quad (7)$$

где V_{on} — масса отходов; N_n — количество изделий (материалов), при производстве которых образуются отходы; K_M — коэффициент перевода единицы измерения количества изделий в единицу массы.

Статистический метод применяется, если продукция (изделие) исчисляется не в единицах массы, а в единицах площади, объема и т. д.

На производствах с неустойчивыми регламентированными процессами, где нормативы образования отходов непосредственно не связаны с единицей производимой продукции, они определяются статистическим методом по формуле:

$$H_0^{III} = \frac{V_0}{Q_c}, \quad (8)$$

где H_0^{III} — норматив образования отходов на единицу перерабатываемого сырья и материалов; V_0 — масса образования отходов за рассматриваемый период (в массу образованных отходов включается только текущий выход отходов); Q_c — масса перерабатываемого сырья (материалов) при производстве продукции.

Статистический метод целесообразно применять для определения нормативов в тех производствах (процессах), в которых не намечается кардинальных качественных изменений развития технологий, связанных с техническим прогрессом.

Формализация анализа и оценки уровня безотходности промышленных производств является определенным вкладом в научно-информационное обеспечение реализации оценочной функции рационального природопользования. Этой проблеме уделяется большое внимание в научно-технической литературе. Так, в [13] для оценки уровня безотходности предлагается использовать коэффициент $K_{нб}$, определяемый по формуле:

$$K_{нб} = \frac{\Pi_{бн}}{\Pi_{вн}} = \frac{(\mathcal{C}_{nc} + M_{бн})}{\Pi_{вн}} = \frac{(\mathcal{C}_{nc} + B_{zn} \times \Pi_{cp})}{\Pi_{вн}}, \quad (9)$$

где $\Pi_{бн}$ — продукция безотходного производства, руб.; $\Pi_{вн}$ — валовая продукция современного производства, руб.; \mathcal{C}_{nc} — чистая продукция современного производства, руб.; $M_{бн}$ — материальные затраты безотходного производства, руб.; B_{zn} — масса готовой продукции, т; Π_{cp} — средневзвешенная цена единицы веса материальных ресурсов, руб.

Использование уравнения 9 для оценки уровня безотходности сопряжено с трудностями оценки продукции условного безотходного производства $\Pi_{бн}$, материальных затрат $M_{бн}$ этого производства и оценки Π_{cp} средневзвешенной цены единицы веса материальных ресурсов.

Для анализа и оценки уровня безотходности, как важного показателя рационального

природопользования, наиболее целесообразно использовать уравнение материально-сырьевого баланса современных промышленных производств (с отходами того или иного вида и уровня) $B_{ij}^{мсб} (\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{мсб})$ в составе исходного сырья, материалов и отходов в технологических процессах, отражающих их материально-сырьевую обеспеченность $Q_{ij}^{мсб}$, отнесенную к количеству получаемой конечной продукции Q_{ij}^{np} :

$$B_{ij}^{мсб} (\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{мсб}) = \{ (\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{uc} [N - (P + H_n)] + \sum_{i=1}^n Q_{ij}^{6n} + \sum_{i=1}^n V_{oij}^{yo} - \sum_{i=1}^n V_{oij}^{ho} - \sum_{i=1}^n V_{oij}^{o3} - \sum_{i=1}^n V_{oij}^{oc} (V_{oij}^{as} + V_{oij}^{so} + V_{oij}^{ek}) + \sum_{i=1}^n V_{oij}^{6nep} \} / \sum_{i=1}^n Q_{ij}^{np}, \quad (10)$$

где $\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{uc}$ — нормированное количество использования исходного природного сырья j -го вида в i -м технологическом процессе, включающего: N — норму расхода сырья j -го вида в i -м технологическом процессе; P — чистый (полезный) расход сырья j -го вида в i -м технологическом процессе; H_n — безвозвратные потери сырья j -го вида в i -м технологическом процессе; $\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{6n}$ — количество сырья j -го вида с выходом в бракованную продукцию в i -м технологическом процессе; $\sum_{i=1}^n V_{oij}^{yo}$ — количество утилизируемых нормированных отходов из сырья j -го вида в i -м технологическом процессе, потенциально пригодного для вторичной переработки и использования; $\sum_{i=1}^n V_{oij}^{ho}$ — количество не утилизируемых отходов из сырья j -го вида в i -м технологическом процессе, не пригодного для использования в качестве вторичного сырья; $\sum_{i=1}^n V_{oij}^{o3}$ — количество отходов из сырья j -го вида в i -м технологическом процессе, удаляемого на захоронение или обезвреживание; $\sum_{i=1}^n V_{oij}^{oc}$ — количество отходов j -го вида в i -м технологическом процессе, уходящих в ОС, включающего: V_{oij}^{as} — количество отходов j -го вида в i -м технологическом процессе, уходящего в атмосферный воздух; V_{oij}^{so} — количество отходов j -го вида в i -м технологическом процессе, поступающих на очистное сооружение по очистке сточных вод (в водные объекты); V_{oij}^{ek} — количество отходов j -го вида в i -м технологическом процессе, сбрасываемых в канализацию; $\sum_{i=1}^n V_{oij}^{6nep}$ — количество отходов j -го вида в i -м технологическом процессе, поступающих на вторичную переработку в качестве вторичного сырья; $\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{np}$ — количество чистой

конечной продукции i -х производств, получаемой из j -х материально-сырьевых ресурсов.

Уравнение 10 отражает, с одной стороны, материально-сырьевую обеспеченность $Q_j^{мсб}$ производств, с другой стороны — показатель их безотходности, поскольку с изменением параметров (количественных данных) числителя (или знаменателя) уравнения 10 в составе исходного сырья и отходов меняется показатель $B_{ij}^{мсб}$, который можно рассматривать как уровень (индекс) безотходности. Следовательно, из уравнения (10) можно сформировать интегральный индекс ресурсообеспеченности ($\sum_{i=1}^n I_{poij}$) (и природоёмкости) i -х отраслей экономики, использующих $\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{uc}$ — количество нормированного исходного сырья, $\sum_{i=1}^n V_{oij}^{yo}$ — количество нормированных утилизируемых отходов как потенциального вторичного сырья и $\sum_{i=1}^n V_{oij}^{6nep}$ — количество отходов в технологических процессах, поступающих на вторичную переработку, по формуле:

$$\sum_{i=1}^n I_{poij} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{uc} [N - (P + H_n)] + \sum_{i=1}^n V_{oij}^{yo} + \sum_{i=1}^n V_{oij}^{6nep}}{\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{np}}. \quad (11)$$

Интегральный индекс уровня безотходности производства $\sum_{i=1}^n I_{nbij}$ рассчитывается, как следует из [9], отношением стоимости производственных затрат на получение чистой конечной продукции $\sum_{i=1}^n \Pi_{ij}^{чкп}$ безотходного и экологически чистого производства с общими затратами $\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{6онр}$, отнесенными к стоимости производственных затрат $\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{омх.з}$, и $\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{6онр}$ на получение конечного продукта (изделий, товаров) современными ресурсоемкими производствами с теми или иными видами утилизируемых и не утилизируемых отходов. Для получения данного индекса можно использовать уравнение:

$$\sum_{i=1}^n I_{nbij} = \frac{\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{6онр}}{\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{6онр} + \sum_{i=1}^n Z_{ij}^{омх.з}}, \quad (12)$$

в котором количественная составляющая $\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{омх.з} = f(\sum_{i=1}^n V_{oij}^{np})$ в основном и определяет уровень безотходности производств. Теоретически и практически значение этого индекса может меняться от максимального значения $\sum_{i=1}^n I_{nbij} = \frac{\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{6онр}}{\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{6онр}} = 1$ при $\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{омх.з} = 0$ (полностью безотходное производство) до $\sum_{i=1}^n I_{nbij}^{min} = 0,5 \sum_{i=1}^n I_{ij}^{max}$ при $\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{6онр} = \sum_{i=1}^n Z_{ij}^{омх.з}$ и при условии, что $\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{6онр} = 1$,

то есть $\sum_{i=1}^n I_{nбij}^{min} = \frac{1}{(1+1)} = 0,5$. Если $\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{бонр} < \sum_{i=1}^n Z_{ij}^{отх.з}$, то производство работает в основном с нулевой рентабельностью и его функционирование экономически невыгодно (требуется усовершенствование технологического процесса).

В реальных современных i -х технологических процессах отраслей экономики, использующих те или иные j -е виды природных ресурсов, уровень их безотходности, определяемый интегральным индексом, в большинстве случаев может меняться в пределах от 1 до 0,5. Исключения составляют, например, горнодобывающая и горно-обогатительная промышленности (добыча золота, алмазов, урана и т. д.), у которых $I_{nбij}$ может изменяться от 0,01 до 0,5.

Общие затраты $\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{отх.з}$ состоят из следующих основных затрат:

$$\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{отх.з} = \sum_{i=1}^n Z_{oij}^{уно} + \sum_{i=1}^n Z_{ij}^{ном} + \sum_{i=1}^n Y_{ij}^{зoc} + \sum_{i=1}^n Z_{ij}^{np}, \quad (13)$$

где $Z_{oij}^{уно}$, $Z_{ij}^{ном}$, $Y_{ij}^{зoc}$, Z_{ij}^{np} — затраты на раздельный сбор и сортировку утилизируемых отходов; затраты на реализацию природоохранных мероприятий; затраты на компенсацию экологического ущерба от загрязнения ОС; прочие экологические затраты, связанные с содержанием производственных и экологических служб, соответственно.

В целом затраты $\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{отх.з}$ и определяют уровень безотходности производств. Среди этих затрат доминирующими являются затраты $\sum_{i=1}^n Z_{oij}^{уно}$, которые определяются комплексом затрат, связанных с образованием и движением производственных отходов $\sum_{i=1}^n V_{oij}^{npo}$ в составе:

$$\sum_{i=1}^n V_{oij}^{npo} = \sum_{i=1}^n V_{oij}^{yo} + \sum_{i=1}^n V_{oij}^{но} + \sum_{i=1}^n V_{oij}^{os} + \sum_{i=1}^n V_{oij}^{oc} + \sum_{i=1}^n V_{oij}^{с.нер}. \quad (14)$$

Чем больше значение $\sum_{i=1}^n V_{oij}^{npo}$, тем больший уровень отходности, более низкая экологичность производств и большие затраты $\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{отх.з}$. Следует также отметить, что от величины отходов, уходящих в окружающую среду $\sum_{i=1}^n V_{oij}^{oc}$, непосредственно зависят затраты $\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{ном}$ на реализацию природоохранных мероприятий и связанные с экономическим ущербом, то есть определяют экологичность производств:

$$\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{ном} + \sum_{i=1}^n Y_{ij}^{зoc} = \sum_{i=1}^n Z_{ij}^{оoc} = f(\sum_{i=1}^n V_{oij}^{oc}), \quad (15)$$

где $\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{ном}$ — затраты реальной экономики, связанные с охраной окружающей среды и экологичностью отраслей экономики природопользования.

К числу важных показателей рационального природопользования относится также уровень энергоёмкости технологических процессов отраслей экономики и отдельных инновационных производств, который определяется отношением количества используемого топливно-энергетического сырья на единицу получаемой продукции Q_{ij}^{np} , и может быть получен из уравнения материально-энергетического баланса $B_{ij}^{мэб} (\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{мэо})$ в виде интегрального индекса $\sum_{i=1}^n I_{ij}^{эМЕ}$ [15]:

$$\sum_{i=1}^n I_{ij}^{эМЕ} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{эnc} + \sum_{i=1}^n V_{oij}^{эсп} + \sum_{i=1}^n V_{oij}^{yрm} + \sum_{i=1}^n V_{ij}^{эmp} + \sum_{i=1}^n Q_{ij}^{mco}}{\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{np}}, \quad (16)$$

где $\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{эnc}$ — количество исходного (основного) энергетического природного сырья j -го вида в i -х технологических процессах (нефть, продукты нефтепереработки, газ, уголь, торф, дрова и др.); $\sum_{i=1}^n V_{oij}^{эсп}$ — количество вторичных энергетических ресурсов j -го вида в i -х технологических процессах; $\sum_{i=1}^n V_{oij}^{yрm}$ — количество внутренних вторичных ресурсов j -х видов в i -х технологических процессах получения продукции, используемых в качестве вторичного сырья (например, тепло отходящих газов, отходы деревообработки, лесопильных и фанерных производств, отходы льняного и гидролизного производства и др.); $\sum_{i=1}^n V_{ij}^{эmp}$ — количество внутренних электрических, тепловых, трудовых и других ресурсов j -х видов для получения продукции $\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{np}$; $\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{mco}$ — материально-сырьевая обеспеченность технологических процессов, включающих j -е виды необходимого природного сырья, основные показатели которого включены в состав уравнения 10.

Уравнение 16 может быть использовано для оценки энергоёмкости и ресурсоёмкости как на микроуровне, так и на макроуровне. На микроуровне рассматривается конкретное i -е предприятие, перерабатывающее определенное количество j -го природного сырья и выпускающее Q_{ij}^{np} количество продукции. На макроуровне данная оценка может выполняться применительно к отдельным отраслям экономики с выпуском значительного набора готового продукта или изделий i -м количеством технологических процессов с использованием j -х видов природного сырья $\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{uc}$, а также в рамках экономики страны в целом. В этом случае показатель $\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{np}$ отражает ВВП всех ее отраслей в совокупности.

Одним из основных экономических показателей в составе ГПИР РБ являются: объем

производимой продукции $\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{np}$, созданной в результате реализации инновационного проекта; прибыль (доход) $\sum_{i=1}^n \Pi_{ij}^{ИП}$, зависящая от $\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{np}$, то есть $\sum_{i=1}^n \Pi_{ij}^{ИП} = f(\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{np})$; общие инновационные затраты $\sum_{i=1}^n Z_{об}^{ИП}$ [14, 15].

Перечисленные показатели входят в состав уравнения баланса [15], из которого можно сформировать главный экономический интегральный показатель состояния и развития промышленного производства, включая инновационное, $\sum_{i=1}^n I_{нр.об.}^{ИП}$, определяемые уравнением [13, 14]:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n I_{нр.об.}^{ИП} = & \sum_{i=1}^n \Pi_{ij}^{ИП} (\sum_{i=1}^n Q_{ij}^{ИП}) = \{ \sum_{i=1}^n \Pi_{ij}^{ИС} + \sum_{i=1}^n \Pi_{ij}^{ЧКП} + \\ & + \sum_{i=1}^n \Pi_{ij}^{ЭПС} + \sum_{i=1}^n K_{ij}^{HT} + \sum_{i=1}^n Z_{ij}^{УНО} - \sum_{i=1}^n Z_{ij}^{ПОМ} - \sum_{i=1}^n Y_{ij}^{ЗОС} + \\ & + \sum_{i=1}^n Z_{ij}^{P2n} + \sum_{i=1}^n \Phi_{ij}^{ПФ} + \sum_{i=1}^n N_{срi} + \sum_{i=1}^n N_i^{HPM} + \\ & + \sum_{i=1}^n T_i(Z_T) \} / \sum_{i=1}^n Q_{ij}^{np}, \end{aligned} \quad (17)$$

где $\sum_{i=1}^n \Pi_{ij}^{ИС}$ — суммарная цена нормированного количества j -х видов исходного природного сырья в i -х технологических процессах инновационных производств; $\sum_{i=1}^n \Pi_{ij}^{ЧКП}$ — суммарная цена чистого конечного продукта j -х видов в i -х технологических процессах инновационных производств; $\sum_{i=1}^n \Pi_{ij}^{ЭПС}$ — суммарная цена энергетического природного сырья j -х видов в i -х технологических процессах инновационных производств; $\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{УНО}$ — суммарные затраты на разделенный сбор и сортировку утилизируемых отходов, транспортировку и захоронение j -х видов не утилизируемых отходов, образованных в i -х технологических процессах инновационных производств; $\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{ПОМ}$ — производственные (экономические) затраты j -х видов на реализацию природоохранных мероприятий, обусловленных i -ми технологическими процессами инновационных производств; $\sum_{i=1}^n Y_{ij}^{ЗОС}$ — экономический ущерб от загрязнения окружающей среды i -ми технологическими процессами инновационных производств, использующих j -е виды природного сырья; $\sum_{i=1}^n Z_{ij}^{P2n}$ — стоимость основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств в i -х технологических процессах инновационных производств; $\sum_{i=1}^n \Phi_{ij}^{ПФ}$ — экономические затраты на реализацию готовой (конечной) продукции (изделий), производимой i -ми технологическими процессами инновационных производств из j -х видов природного сырья;

$\sum_{i=1}^n K_i^{HT}$ — стоимость приобретенных i -х новых и модернизированных технологий; $\sum_{i=1}^n \Pi_{ij}^{ИП}$ — прибыль (в денежном исчислении) от реализации инновационной продукции i -ми предприятиями; $\sum_{i=1}^n N_{срi}$ — затраты на содержание количества работников i -м предприятием; $\sum_{i=1}^n T_i(Z_T)$ — проектные сроки (время выполнения инновационных проектов (T_i — плановые и $T_{ф}$ — фактические) i -ми предприятиями, оцениваемые денежными затратами Z_T).

Уравнение (17) является универсальным и содержит все основные параметры и показатели, которые в той или иной степени влияют на прибыль, качество и количество выпускаемой продукции. Более подробная информация о его показателях (и назначении) изложена в [14, 15].

Все необходимые информационные ресурсы для использования по назначению зависимостей (1–15) имеются в постоянно актуализирующихся базах данных в РУП «БелНИЦ “Экология”» и перечислены ниже [9, 10].

1. Удельные показатели образования отходов производства. В составе этой базы данных, включающей рубрики: технологический процесс или вид производства, наименования образующихся отходов и попутных продуктов, значения удельных показателей отходов, — обобщены практически все производства и технологические процессы, действующие в различных отраслях экономики Беларуси, соответствующие им образующиеся отходы и попутные продукты, включая количественные показатели отходов.

2. Ежегодные данные об образовании, использовании и удалении отходов на предприятиях Республики Беларусь (в разрезе областей), формируемые в базе данных кадастра «Отходы».

3. Обобщенные данные о технологиях по использованию отходов в Республике Беларусь. В базе данных обобщены практически все сведения об имеющихся в стране технологиях, образующихся отходах, объектах применения технологий в разрезе областей, районов и г. Минска.

4. Перечень видов отходов, для которых имеются технологии по использованию отходов в Республике Беларусь.

5. Ежегодные данные об использовании утилизируемых отходов в течение отчетного года в виде вторичных ресурсов различного назначения, включая вторичные энергетические ресурсы.

6. Ежегодные обобщенные данные о наличии, образовании и движении в Республике Беларусь утилизируемых отходов.

7. Ежегодные данные об образовании и движении отходов в разрезе предприятий.

8. Реестры объектов размещения промышленных и коммунальных отходов по областям.

В заключение следует отметить, что представленный информационно-аналитический метод оценки может быть использован для обоснования инновационных проектов в области повышения эффективности рационального природопользования, связанных с решением таких важных проблем, как минимизация безотходности и энергоёмкости расходов на образование, движение и захоронение отходов производств, максимизация экологичности промышленных производств, определяемая выбросами загрязняющих веществ в окружающую среду.

Литература:

1. План реализации Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2007–2010 гг. — Мн.: ГУ «БелИСА», 2007. — 400 с.

2. Наука, инновации и технологии в Республике Беларусь 2005. Статистический сборник / Под ред. В. Н. Томашевич и др. — Минск: ГУ «БелИСА», 2006. — 204 с.

3. Войтов, И. В. Стратегия устойчивого развития Республики Беларусь и Государственная программа инновационного развития на 2007–2010 гг. Республика Беларусь: инновационная экономика — конкурентоспособность — безопасность / И. В. Войтов // Сборник докладов XIV Белорусского конгресса по телекоммуникациям, информационным и банковским технологиям «ТИБО-2007» / Под ред. Е. П. Сапелкина. — Мн.: ГУ «БелИСА», 2007. — 236 с.

4. Карпенко, Е. М. Оценка инновационной восприимчивости промышленных предприятий: сб. науч. тр. / Е. М. Карпенко, С. Ю. Комков; под ред. В. Н. Недилько. — Мн.: ГУ «БелИСА», 2004. — 164 с.

5. Недилько, В. Н. О механизме государственной поддержки науки и инноваций: сб. науч. тр. / В. Н. Недилько, А. Н. Коршунов, И. А. Хартоник; под ред. В. Н. Недилько. — Мн.: ГУ «БелИСА», 2004. — 164 с.

6. Закон Республики Беларусь об охране окружающей среды. — Мн.: БелНИЦ «Экология», 2004. — 80 с.

7. Методика экологической и социально-экономической оценки природных ресурсов как составной части национального богатства. — Мн.: НИЭИ, 1998. — 116 с.

8. Временная методика определения размера экологического ущерба, причиняемого загрязнением, деградацией и нарушением земель. — Мн.: БелНИЦ «Экология», 1997. — 33 с.

9. Разработка порядка согласования нормативов образования отходов производства: отчет о НИР (заключ.) / РУП «БелНИЦ «Экология». — Мн., 2006. — 109 с.

10. Обеспечение ведения государственного кадастра «Отходы» на основании формы госотчетности 2-ОС (отходы): отчет о НИР (заключ.) / РУП «БелНИЦ «Экология». — Мн., 2006. — 324 с.

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. — 368 с.

13. Неверов, А. В. Экономика природопользования / А. В. Неверов. — М.: Высшая школа, 1990. — 216 с.

14. Войтов, И. В. Научно-инновационный метод оценки и контроля за уровнем безотходности производств, образованием, движением и захоронением производственных отходов / И. В. Войтов, М. А. Гатих, В. А. Рыбак, В. В. Ходин // Вестник Брестского государственного технического университета. — 2008. — № 2. — С. 65–71.

15. Войтов, И. В. Научно-инновационный метод оценки и оптимизации управления эколого-экономической эффективностью рационального природопользования / И. В. Войтов, М. А. Гатих, В. А. Рыбак // Вестник ПГУ. — 2008. — № 6. — С. 129–138.

Summary

I. Voitov, M. Gatih, V. Rybak, V. Khodin

INFORMATION-ANALYTICAL METHODS OF ANALYZE AND ESTIMATION OF BASE ECOLOGICAL-ECONOMIC INDEXES OF RATIONAL USING OF NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

New scientific principles of an estimation and the control over levels of wasteless, ecologies and security resources manufactures of the industry, by the manipulation, movement and a burial place of industrial wastes within the limits of realization of the program of rational wildlife management in structure of innovative development the national economies which are based information resources, collected and staticized by experts RUP "BelCRC "Ecology" at the Ministry of Natural Resources and Environment Preservations and SO "BellISA" are proved.