

УДК 504.062.2

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭКОЛОГО-БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
КАК ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ СТРАНЫ**

*канд. техн. наук, доц. В.А. РЫБАК; А.Д. ГРИБ  
(Центральный научно-исследовательский институт  
комплексного использования водных ресурсов, Минск)*

*Рассматриваются перспективные эколого-безопасные технологии. Выявляется связь между развитием «зеленой» экономики и устойчивым развитием страны в целом. Показаны направления реализации задач по снижению вредных воздействий на окружающую среду и восстановлению природных комплексов в рамках международного сотрудничества в области развития «зеленой» экономики. Представлена методика оценки экологичности ресурсоемких технологий, выделены наиболее значимые параметры, характерные для ресурсоемких производств.*

**Ключевые слова:** «зеленая» экономика, устойчивое развитие, рациональное природопользование, оценка ресурсоемких технологий, принципы экологической оценки, перспективные эколого-безопасные технологии.

**Введение.** В современных условиях проблема эколого-экономической безопасности страны, устойчивого социально-экономического развития, а также использования человеческих возможностей в сфере рационального природопользования решается качественно новым образом. Непрерывно растущий спрос на природные ресурсы становится актуальной темой и требует к себе повышенного внимания – более эффективного их использования, а также поддержки тех экологических систем, которые являются источниками этих ресурсов.

Об актуальности рассматриваемого вопроса говорит и создание концепции «зеленой» экономики, которая на сегодняшний день является важным элементом государственной политики в области охраны окружающей среды.

Изучив различные подходы к определению сущности понятия «зеленая» экономика, можно говорить о том, что это хозяйственная деятельность, нацеленная на экономический рост и социальное развитие, основанная на разработке, производстве и эксплуатации технологий и оборудования рационального природопользования, а также мониторинга и прогнозирования климатических изменений. В рамках данной концепции предполагается гармоничное согласование между экономическим, экологическим и социальным компонентами, каждый из которых базируется на общих принципах устойчивого развития и в то же время имеет свои особенности функционирования и взаимодействия.

Возникновение феномена «зеленой» экономики связано с тем, что современный технологический уклад является экорасточительным и далеким от выполнения принципов устойчивого развития. Естественно, что его следствием становятся многочисленные эколого-экономические проблемы [1]. Наиболее актуальные из них – загрязнение атмосферного воздуха; значительная антропогенная нагрузка на поверхностные водные объекты; образование и накопление отходов; деградация экологических систем; сокращение биологического разнообразия; другие проблемы, результатом которых является изменение климата [2].

Несмотря на работу, проводимую в рамках единой политики перехода к «зеленой» экономике, в стране существует ряд нерешенных проблем. Среди них отсутствие четкого и последовательного определения «зеленой экономики» как основы перспективных эколого-безопасных технологий и отсутствие инструментов управления качеством окружающей среды, позволяющих оценивать используемую технологию на предмет экологичности и сравнивать технологии между собой, а также в полной мере отвечающих на вопрос: «Как технологии стать более экологичной?», и др.

Таким образом, решение обозначенных проблем будет являться одним из условий успешной реализации комплекса мер по снижению вредных воздействий на окружающую среду и восстановлению природных комплексов.

**Аналитический обзор**

По мнению многих экспертов, концепция «зеленой» экономики должна рассматриваться в увязке с более широкой концепцией устойчивого развития. Так, в итоговом документе конференции ООН «Рио+20» (2012 г.) «Будущее, которого мы хотим» «зеленая» экономика сводится к устойчивому развитию, то есть к способности рационально использовать природные ресурсы с меньшими отрицательными последствиями для окружающей среды, повышению эффективности использования ресурсов и уменьшению количества отходов.

Заметим, что концепция «зеленой» экономики не заменяет собой концепцию устойчивого развития, однако Т.Д. Макарецкая считает, что сейчас все более распространено признание того, что достиже-

ние устойчивости в основном зависит от создания правильной экономики. Устойчивость, по мнению А.В. Червякова, подразумевает модель экономического развития, обеспечивающего рост благосостояния и удовлетворение потребностей живущих людей и одновременное сохранение природной среды в том виде, который позволит будущим поколениям удовлетворять их потребности.

Необходимо отметить, что важнейшими задачами обеспечения устойчивого развития в области экологии является снижение негативного воздействия на окружающую среду и улучшение ее качественного состояния, а также восстановление нарушенного экологического равновесия.

Новый аспект понимания экономического устойчивого развития выдвинул О.С. Пчелинцев, предложив трактовать его как переход от экономики использования ресурсов к экономике их системного воспроизводства, что связано, по мнению автора, с обустройством территории и развитием инфраструктуры. Однако, на наш взгляд, человечество сегодня не обладает необходимыми средствами и технологиями для воспроизводства, например, нефти или драгоценных металлов.

Интересным представляется мнение Т.А. Савицкой, которая говорит, что «зеленая» экономика – это, по сути, практический подход к достижению устойчивого развития, то есть указание пути, который позволит сформировать экономику завтрашнего дня.

Примечательно, что Т.Д. Макарецкая считает, что возникновение феномена «зеленой» экономики связано с тем, что современный технологический уклад является экорасточительным и далеким от выполнения принципов устойчивого развития. Естественно, что его следствием становятся многочисленные экономические, экологические и социальные проблемы.

В современном мире важнейшими задачами обеспечения устойчивого развития в области экологии являются «снижение негативного воздействия на окружающую среду и улучшение ее качественного состояния, а также восстановление нарушенного экологического равновесия» [3, с. 29].

В рамках международного сотрудничества в области развития «зеленой» экономики реализация этих задач должна включать такие направления [4]:

- *создание общей системы мониторинга экологических показателей в рамках геоинформационной системы*, включающей спутниковое слежение и предупреждение об экологических бедствиях;
- *создание общего информационно-вычислительного пространства в области экологических технологий и альтернативных расчетов* по их эффективному производству и применению;
- *общий бюджет для расходов на экологические мероприятия по всем важнейшим направлениям* – от поддержания биоразнообразия до разработки и внедрения «зеленых» технологий.

Результатом этих мероприятий станет развитие такой экономики, «которая приведет к повышению благосостояния людей и укреплению социальной справедливости при одновременном существенном снижении рисков для окружающей среды и дефицита экологических ресурсов, экономики с низким уровнем загрязнения окружающей среды и эффективным использованием природных ресурсов» [5, с. 72].

В настоящее время в качестве одного из приоритетных направлений инновационного развития Республики Беларусь выступает промышленность. Экспертами обозначена намеченная ориентация промышленного комплекса на экологически безопасные производства со щадящим режимом потребления ресурсов. Однако сегодня приоритетным направлением промышленной политики, направленным на сведение к минимуму техногенных воздействий на окружающую среду, является внедрение экологических стандартов. Так, к настоящему времени в республике введены и действуют свыше 20 тыс. стандартов, соблюдение которых направлено на обеспечение экологической безопасности и безопасности потребительских товаров [6]. Эти инструменты хотя и являются важными элементами государственной политики в области охраны окружающей среды, однако не позволяют оценивать текущую технологию на предмет экологичности, а также сравнивать технологии между собой.

Вместе с тем эколого-безопасные технологии являются важнейшим инструментом повышения безопасности и качества жизни современного общества, формирование которых возможно только на основании постоянного мониторинга и оценки их экологичности. Такая оценка экологичности ресурсоемких технологий должна базироваться на определенных принципах, которые в совокупности определяют подходы к отбору *содержания методики оценки экологичности проектов и технологий*.

Так, при разработке методики оценки экологичности ресурсоемких технологий необходимо следовать следующим принципам [7]:

1) *принцип системности*, в соответствии с которым каждый отдельный процесс или производство рассматривается как элемент динамичной системы – территориально-производственный комплекс в регионе и эколого-экономическая система в целом. Так, принцип системности должен учитывать существующую взаимосвязь производственных, социальных и природных процессов;

2) *принцип комплексного использования ресурсов*. Данный принцип требует максимального использования всех компонентов сырья, сопутствующих элементов, максимально возможной замены первичных сырьевых и энергетических ресурсов вторичными;

3) принцип цикличности материальных потоков, который должен привести к формированию в отдельных регионах и во всей техносфере сознательно организованного и регулируемого техногенного круговорота вещества и связанных с ним превращений энергии;

4) принцип ограничения воздействия производства на окружающую природную и социальную среду (атмосферный воздух, воду, поверхность земли, рекреационные ресурсы и здоровье населения). Данный принцип, в первую очередь, связан с планомерным и целенаправленным ростом объемов производства и его экологического совершенства;

5) принцип рациональности организации производства, который предполагает оптимизацию производства одновременно по энерготехнологическим, экономическим и экологическим параметрам. Основным путем достижения этой цели являются разработка новых и усовершенствование существующих технологических процессов и производств.

#### **Практическая часть**

В рамках создания методики оценки экологичности ресурсоемких технологий выделены параметры, наиболее значимые для оценки экологичности ресурсоемких производств. К данным параметрам относятся: безотходность, ресурсоемкость, энергоемкость и землеемкость.

*Безотходность* как параметр эколого-безопасных технологий предполагает такой способ производства, который обеспечивает максимально полное использование перерабатываемого сырья и образующихся при этом отходов.

*Ресурсоемкость* рассматривается как показатель, отражающий степень эффективности использования ресурсов предприятия (материалов, сырья и т.д.) при производстве единицы продукции.

*Энергоемкость* предусматривает рациональное использование энергетических ресурсов, то есть экономически оправданное расходование, электроэнергии, газа и тепла в отношении к объему производимой продукции.

*Землеемкость* раскрывает отношение используемой земли к объему продукции, произведенной на данной земле.

Расчет коэффициентов вышеназванных параметров экологичности производится с помощью следующих формул:

1) коэффициент безотходности:  $K_6 = m_{\text{отходов}} / m_{\text{исп. сырья}}$ , где  $m_{\text{отходов}}$  – количество отходов, произведенных за год;  $m_{\text{исп. сырья}}$  – количество использованного сырья за год; количество отходов ( $m_{\text{отходов}}$ ), полученное при производстве цельномолочной продукции (ЦМП) рассчитывается как процент от общего количества произведенных отходов предприятием за год.

Количество отходов ( $m_{\text{отходов}}$ ) определяется суммой значений следующих видов показателей: выбросы в атмосферный воздух, отходы производства, сточные воды.

$K_6 < 1$ ;  $K_6$  должен стремиться к 0, то есть количество отходов ( $m_{\text{отходов}}$ ) должно быть значительно меньше количества использованного сырья ( $m_{\text{исп. сырья}}$ ). Так, технология может считаться безотходной в случае, если  $K_6 = 0$ . Наиболее безотходной технологией может считаться технология, которая имеет минимальное значение  $K_6$ ;

2) коэффициент ресурсоемкости:  $K_7 = m_{\text{исп. сырья}} / V$ , где  $m_{\text{исп. сырья}}$  – количество использованного сырья;  $V$  – количество продукции, выпущенной за год.

Количество использованного сырья ( $m_{\text{исп. сырья}}$ ) определяется суммой значений следующих видов показателей: молоко для ЦМП, дополнительное сырье, упаковка.

$K_7$  должен стремиться к 0, то есть количество использованного сырья должно быть значительно меньше количества выпущенной продукции;

3) коэффициент энергоемкости:  $K_8 = F / V$ , где  $F$  – использованные энергоресурсы;  $V$  – количество продукции, выпущенной за год;  $F$  для производства ЦМП рассчитываются как процент от общего потребления энергоресурсов предприятием за год.

Использованные энергоресурсы ( $F$ ) для производства ЦМП определяются суммой значений следующих видов показателей: природный газ, электроэнергия, теплоэнергия.

$K_8$  должен стремиться к 0, то есть чем меньше  $K_8$ , тем менее энергоемка технология и, соответственно, более экологична;

4) коэффициент землеемкости:  $K_9 = X_{\text{га}} / V$ , где  $X_{\text{га}}$  – количество гектаров, занимаемое предприятием, для производства продукции;  $V$  – количество продукции, выпущенной за год. Количество гектаров, занимаемое предприятием ( $X_{\text{га}}$ ) для производства ЦМП, рассчитывается как процент от количества гектаров, занимаемых предприятием для производства всей продукции.

Коэффициент землеемкости  $K_9$  должен стремиться к 0, то есть на единице площади должно производиться больше продукции.

Таким образом, расчеты коэффициентов выделенных эколого-экономических параметров перспективных эколого-безопасных технологий позволяют оценить применяемую технологию на предмет экологичности и сравнить технологии между собой.

Для практической апробации предложенных параметров выполнены исследования экологичности ресурсоемких технологий в области производства молочной продукции. Данное направление актуально для Республики Беларусь и в общем объеме промышленного производства занимает лидирующее положение, о чем свидетельствуют данные, представленные в таблице.

Средние объемы производства отдельных видов промышленной продукции за 2000–2015 годы (тыс. т)

Производство пищевых продуктов	Период 2000–2015 годы
Мясо и пищевые субпродукты, тыс. т	10 206,2
Колбасные изделия, тыс. т	4 047,6
Масло сливочное, тыс. т	1 447,1
Цельномолочная продукция (в пересчете на молоко), тыс. т	21 827,0
Сыры, тыс. т	1 726,3
Маргарин и аналогичные пищевые жиры, тыс. т	275,8
Растительные масла, тыс. т	1 772,0
Шоколад, кондитерские изделия из шоколада и сахара, тыс. т	1 170,9

По результатам оценки и анализа параметров экологичности выполняется подбор наиболее оптимальных природоохранных мероприятий. Система включает мероприятия по оптимизации выделенных параметров безотходности, ресурсоемкости, энергоемкости и землеемкости.

Данная система разработана как в общем для предприятий, так и отдельно для предприятий каждой отрасли.

В общем, мероприятия по оптимизации безотходности как параметра эколого-безопасных технологий предполагают использование такого способа производства, который обеспечивает максимально полное использование перерабатываемого сырья и образующихся при этом отходов. Кроме того, важно разрабатывать и внедрять прогрессивные способы утилизации обходов и нейтрализации веществ, загрязняющих окружающую среду.

В комплекс мероприятий по сокращению до минимума количества вредных отходов и уменьшению их воздействия на окружающую природную среду, по рекомендациям различных авторов, входят:

1) разработка различных типов бессточных технологических систем и водооборотных циклов на основе очистки сточных вод. Одно из основных мероприятий на начальном внедрении малоотходной и безотходной технологии – наличие систем повторного и оборотного использования воды.

Совершенствование основного технологического процесса, рост количества и мощностей водочистных сооружений, методов очистки сточных вод и стабилизации очищенных, использование образующихся осадков позволяет создавать в последующем системы замкнутого (бессточного) водоснабжения. Так, при создании оборотных и замкнутых систем водоснабжения необходимо рассматривать основной технологический процесс и очистку сточных вод как единое целое.

2) разработка систем переработки отходов производства во вторичные материальные ресурсы. Это возможно посредством создания комплекса предприятий с цепочной, от одного к другому, схемой использования отходов, когда образующиеся отходы производства используются в качестве сырья для производства другой продукции;

3) создание и выпуск новых видов продукции с учетом требований повторного ее использования;

4) создание принципиально новых производственных процессов, позволяющих исключить или сократить технологические стадии, на которых происходит образование отходов. Так, при разработке безотходного производства необходимо учитывать, что производственный процесс должен осуществляться при минимально возможном числе технологических стадий и аппаратов, поскольку на каждой из них образуются отходы и теряется сырье;

5) разработка мероприятий по оценке и уменьшению степени токсичности отходов и их компонентов, а также их опасности для окружающей среды. Мероприятия по оптимизации ресурсоемкости как параметра эколого-безопасных технологий рассматриваются как увеличение степени эффективности использования ресурсов предприятия (материалов, сырья и т.д.) при производстве единицы продукции. Это возможно путем создания технологий с замкнутыми циклами производства и комплексным использованием сырья.

Мероприятия по оптимизации энергоемкости как параметра эколого-безопасных технологий предусматривают рациональное использование энергетических ресурсов, то есть экономически оправданное расходование, электроэнергии, газа и тепла при производстве продукции. Это возможно 1) путем исполнения освещения в соответствии с действующими нормами, недопущения избытка или недостатка освещенности; 2) путем замены ламп.

Мероприятия по оптимизации землеемкости как параметра эколого-безопасных технологий предполагают минимальное использование земли для реализации проектов и технологий либо увеличение стоимости платы за землю.

Кроме того, одним из основных мероприятий по ускорению темпов внедрения перспективных эколого-безопасных технологий является разработка новых экономических принципов создания и проектирования промышленных производств с учетом экологических вопросов.

#### **Заключение**

Сегодня концепция «зеленой» экономики становится общемировой тенденцией, новой глобальной экономической моделью устойчивого развития, а наличие в Республике Беларусь крупного промышленного комплекса наряду с ограниченным количеством природных сырьевых и энергетических ресурсов диктует необходимость применения современных достижений науки и передового опыта в процессе освоения перспективных эколого-безопасных производственных технологий.

Так, эксперты обращают внимание на необходимость создания благоприятных условий для разработки, внедрения, распространения и передачи эколого-безопасных технологий, опираясь на поддержку международного сообщества, а также на важность укрепления национального научно-технического потенциала в целях устойчивого развития.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Макарецкая, Т.Д. «Зеленая экономика» как основа устойчивого развития государства / Т.Д. Макарецкая // Науч. тр. ; Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь. – Минск, 2013. – Вып. 15, ч. 1. – С. 262–269.
2. Национальный план действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 года [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Республики Беларусь 21 декабря 2016 № 1061. – Режим доступа: <http://www.government.by/upload/docs/fileb9cfb7e9401807aa.PDF>. – Дата доступа: 10.03.2017.
3. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. / Нац. комис. по устойчивому развитию Респ. Беларусь ; редкол.: Л.М. Александрович [и др.]. – Минск : Юнипак, 2004. – 202 с.
4. Титова, Е.О. Формирование «зеленой экономики» в Союзном государстве = Creation of the green economy in the Union State / Е.О. Титова // Гуманітарна-эканамічны веснік. – 2013. – № 3. – С. 96–104.
5. Шимова, О.С. Оценка эффекта декарбонизации для мониторинга «зеленой» экономики / О.С. Шимова // Белорус. экон. журн. – 2012. – № 2. – С. 71–83.
6. Хамчуков, Д.Ю. «Зеленый» сектор в экономике / Д.Ю. Хамчуков // Стратегия устойчивого развития Беларуси: экологический аспект / Е.А. Антипова [и др.]. – Минск, 2014. – С. 12–25.
7. Основные принципы оценки экологичности производства [Электронный ресурс] // studopedia.ru – информ. ресурс. – Режим доступа: <http://studopedia.org/1-137715.html>. – Дата доступа: 14.07.2016.

*Поступила 11.05.2017*

#### **PROMISING ENVIRONMENTAL-FRIENDLY TECHNOLOGIES AS THE MAIN DIRECTION OF SUSTAINABLE INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE COUNTRY**

**V. RYBAK, H. HRYB**

*Promising environmental-friendly technologies are considered. The relationship between the development of the “green” economy and the sustainable development of the country as a whole is revealed. The directions of the implementation of tasks to reduce the harmful effects on the environment and restore natural complexes within the framework of international cooperation in the development of the “green” economy are shown. The methodology for assessing the environmental friendliness of resource-intensive technologies is presented, the most significant parameters characteristic for resource-intensive industries are identified.*

**Keywords:** “green” economy, sustainable development, environmental management, evaluation of resource-intensive technologies, the principles of the environmental assessment, promising environmental-friendly technologies.