

Померанец В.Н.

ЭКОЛОГИЯ – ВАЖНЕЙШАЯ ПРОБЛЕМА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

Человеческое общество в настоящее время находится на качественно новом этапе взаимодействия с окружающей природной средой, использования её ресурсов и условий. Поэтому необходимо всесторонне учитывать особенности функционирования современного общества, закономерности биосферных процессов и влияние на них интенсивной производственной деятельности, допустимые уровни антропогенных нагрузок на природную среду и отдельные её компоненты. Среди важнейших вопросов развития эколого-безопасной экономики отметим:

- ограниченность ресурсов земной биосферы, вызывающая необходимость взаимосогласования численности народонаселения с требованиями ресурсно-экологической безопасности;
- чрезмерное обострение отношений общества с окружающей средой, наличие антропогенного обмена веществ между человеком и природой, недостаточно эффективного, несовершенного и природоразрушающего;
- углубление ресурсно-экологического кризиса почти во всех регионах планеты из-за наличия мощного демографического “взрыва” и стремительных темпов урбанизации;
- нарастание и обострение политических и экономических противостояний между народами и странами из-за использования ресурсов биосферы, что отрицательно сказывается на природной среде и решении экологических проблем.

Разрешение этих противоречий возможно, если руководствоваться следующими принципами:

- приоритет экологии над экономикой, экологических критериев, показателей и требований над экономическими. Иными словами в оценке и выборе вариантов хозяйственных, технико-технологических организационных решений преимущество следует отдавать тем, которые являются лучшими не только по экономическим, но, прежде всего, по экологическим критериям и показателям;
- оптимальное сочетание отраслевого и территориального управления природопользованием и охраной окружающей Среды;
- жесткий контроль за соблюдением требований экологического законодательства;
- интеграция экологического и экономического подходов к развитию и размещению производительных сил государства. Создание на этой основе единого эколого-экономического комплекса при помощи разработки и применения интегральных эколого-экономических критериев, показателей, нормативов и стандартов как в практике прогнозирования и планирования, так и при проектировании и строительстве народнохозяйственных объектов.

Автор, принимая участие в создании пилот-проекта “Экосистемы Крыма”(заказчик- международная ассоциация “Projectmanagement”,

1991-1993гг.) разработал некоторые элементы описанных подходов.

Так как загрязнение среды реально угрожает не только здоровью, но и самой жизни людей, качество окружающей среды становится “продуктом” производственной деятельности, а природопользование - “природопроизводством” [1,2]. При этом окружающая среда, как и любое производство, становится объектом планирования и управления. Этим же действиям должна подвергаться вся природно-техническая геосистема /ЛТГ /, включающая объекты промышленного и строительного техногенеза, среду обитания и объекты среды: флору, фауну, человека.

Так как все компоненты биосферы тесно связаны между собой и влияние человека на один из них вызывает изменения во всей социоэкосистеме, необходимы не просто отраслевые разработки по

охране Среды, а комплексные, влияющие на сами причины будущих воздействий. Это требует объединения в едином комплексе мероприятий по использованию природных ресурсов и мероприятий по формированию окружающей Среды, функциональных и организационных аспектов реализации будущей социально- экологической программы.

Основой такого подхода является не защита, а формирование окружающей Среды, где целевой функцией становится ее качество, а средства и производственные процессы выступают в роли ограничений. Исследование взаимодействия указанной функции и ограничений может осуществляться с помощью методов системного анализа еще на предпроектной стадии, позволяя выявлять наиболее целесообразные технологические процессы, наилучшее расположение

будущих объектов, а также наметить оптимальные природоохранные и природовосстановительные мероприятия [3]. При таком подходе должны быть четко сформулированы цели экологической политики. По - видимому, глобальной конечной целью ее должен стать вектор, компонентами которого будут согласованные стандарты социального, экономического и экологического качества жизни. В этом случае обеспечивается максимальная устойчивость и продуктивность экосистем, улучшаются условия жизни и здоровье населения. При этом необходим учет производственно - технического потенциала региона (материально - технические, кадровые и финансовые ресурсы), научно - информационное обеспечение (методические разработки, достоверная информация о среде и воздействиях на неё, системы правовых актов и пр.).

Разработанный автором алгоритм формирования ПТГ [3] при веден на рис. 1. Здесь в блоке 1 учитываются данные о регионе : географическое положение, природно - ресурсный потенциал, исторические и национальные особенности, трудовые ресурсы, производственный потенциал, объемы имеющихся средств, требуемый уровень экологической надежности. Блок 2 посвящен вопросам реализации природовосстановительных и охранных мероприятий, блок 3 - оптимальным структурам хозяйственных комплексов и их размещению. В блоке 4 рассматриваются вопросы оценки качества Среды, здоровья людей и, как следствие, возможное повышение рентабельности производств. В 5-ом блоке рассчитывается экологическая надежность объектов ПТГ, являющаяся интегральным показателем как целесообразности строительства объектов, так и отражающая их возможность сохранять свои показатели в пределах, регламентированных экологическими требованиями. Если требуемый уровень надежности достигнут (блок 6), переходят к расчетам рентабельности проектируемых комплексов и оценкам затрат. В противном случае -описанный процесс повторяется. В блоке 8 сопоставляются требуемые затраты и имеющиеся средства. При удовлетворительных результатах итогом работы являются: экологическая надежность объектов ПТГ, их структура и размещение, качество здоровья людей, требуемые затраты. При неудовлетворительных результатах - процесс повторяется. Описанный алгоритм действий на предпроектной стадии позволяет оценить последствия принимаемых решений как с точки зрения строительства будущих комплексов, так и с точки зрения их размещения. Данный подход позволяет произвести оценки и на стадии эксплуатации объектов (выполнение экологической экспертизы). Заметим, что описанные методы накладывают свой отпечаток на экологическую надежность, которая и является средством сопоставления альтернативных вариантов (блоки 5,6).

Экологическая надежность описанной экосистемы включает устойчивость, равновесие, живучесть и безопасность [2]. Отказ является одним из основных критериев надежности природно-технической экосистемы и интерпретируется как событие, заключающееся в наступлении экстремальной ситуации. Основным статистический параметр ПТГ - параметр экологического потока отказов:

$$\omega_e(t) \approx \frac{\sum_{i=1}^n m_{e_i}(t + \Delta t_i) - \sum_{i=1}^n m_{e_i}(t)}{n\Delta t}, \quad (1)$$

где $m_{e_i}(t)$ - число экологически экстремальных ситуаций до заданного времени t функционирования экосистемы;

n - число наблюдаемых объектов (объектов экологического контроля:

$n(i=1, \dots, n)$ - по конкретной компоненте природы,

$n(j=1, \dots, n)$ - по всей совокупности объектов природы в границах ПТГ).

Для анализа процесса развития экологических отказов совокупность единичных параметров биогеоценозов можно выразить каким-либо комплексным функциональным параметром по конкретному объекту природы

$$e_j = \sum_{i=1}^n e_i, \quad (2)$$

или по совокупности объектов

$$E = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n e_{ij}. \quad (3)$$

По результатам ограниченного экологического контроля проводится статистическая оценка экологической обстановки в ПТГ.

При этом экологическая надежность систем, сооружений, объектов оценивается либо на основе экспериментальных данных, либо (при разработке новых проектов) путем использования экспертных оценок [1] при отсутствии экспериментальных данных. Так, при оценке экологической надежности объекта вводится понятие функции полного P и неполного N учета экологических требований:

$$P = \sum_{i=1}^n T_i; \quad (4)$$

$$N = \sum_{i=1}^m T_i. \quad (5)$$

где n, m - соответственно число всех учтенных и неучтенных экологических требований (последние - из-за отсутствия достаточных средств, очевидно $m < n$).

Полученные значения позволяют оценить экологическую надежность конкретной ПТГ согласно выражению:

$$R = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{z_0}^{\infty} e^{-0,5z^2} dz, \quad (6)$$

$$z_0 = -(P - N) / \sqrt{D_P + D_N}.$$

где D_P, D_N - сумма дисперсий, определенных соответственно при полном и неполном учете экологических требований. Разработанный метод [1] позволяет установить численное значение экологической надежности как проектируемой системы, так и любого действующего объекта или сооружения.

С помощью метода проверки гипотез устанавливаем соответствие экологической безопасности конкретной экосистемы заданным требованиям. Для определения количественных критериев наступления частичных и полных отказов применяют методы оценки параметров распределения путем сопоставления результатов экспериментальных исследований с данными предварительного прогноза.

К важным задачам оценки экологической безопасности относятся:

- определение корреляционных зависимостей между экологическими отказами в ПТГ;
- выяснение возможностей управления ими;
- синтез промышленных экосистем, имеющих оптимальные корреляционные связи между частичными и полными отказами, а также поиск целесообразных способов учета корреляций. Для решения этих задач используется методика [4], основанная на корреляционном анализе и решении известной задачи “о лидере” теории графов.

Важным моментом является также разработанная автором методика экологически оптимального проектирования по всем звеньям формируемой экосистемы.

Предположим наличие некоторого набора элементов в экосистеме, надежность которой зависит от надежности её элементов [1]. Причем

отказы элементов системы взаимосвязаны (т.е. отказ одного может вызвать отказ другого или других) и не все элементы критичны для системы (т.е. не вызывают отказ всей системы). Такой подход позволяет сформулировать следующую задачу: требуется найти такой набор “собственных надежностей”, в котором “глобальная экологическая надежность системы” была бы не ниже наперед заданного значения при минимизации стоимости надежности элементов. При этом известны связи между элементами, по которым могут передаваться отказы, и методы вычисления стоимости за “собственные надежности”.

Заметим, что “структура экосистемы” - взаимосвязь элементов в смысле передачи отказа от одного к другому. “Степень взаимосвязи отказов” или “сила связи” двух элементов представляет вероятность того, что отказ одного вызовет отказ другого. Таким образом, у каждого элемента экосистемы имеются

две характеристики надежности: R_i - собственная надежность, т.е. надежность, предусмотренная при

изготовлении элемента, и R_i' - смешанная надежность, т.е. надежность, определенная местом элемента в экосистеме и зависящая от “собственной надежности” и взаимосвязей с характеристиками надежности

других элементов. Конкретной дуге $A_{ij} \{i, j\}$ приписывается значение силы связи, отражающее

вероятность того, что при возникновении отказа на элементе E_i он будет вызывать отказ на элементе

E_j . Тогда вероятность безотказной работы элемента представляет его смешанную надежность

$$R_j' = R_j F(q_{ij}, R_i'), \quad (7)$$

где множитель $F(q_{ij}, R_i')$ выражает вероятность того, что по дуге

$A_{ij} \{i, j\}$ не будет передано воздействие отказа, т.е.

$$F(q_{ij}, R_i') = 1 - q_{ij}(1 - R_i'). \quad (8)$$

Для более общего случая нескольких входящих дуг

$$R_j' = R_j \cdot \Pi F(q_{ij}, R_i') = R_j \cdot \Pi [1 - q_{ij}(1 - R_i')]. \quad (9)$$

Последнее выражение описывает, таким образом, надежность всей экосистемы. Для решения задачи оптимального распределения надежности необходимо знать стоимость надежности C_i , суммирование которых позволяет оценить стоимость надежности всей системы:

$$C = \sum_{i=1}^n C_i. \quad (10)$$

Реализация описанного алгоритма методом Монте-Карло позволяет оптимально распределить надежность по элементам системы при условии сохранения требуемого уровня экологической надежности системы.

Как же следует учитывать неэффективность деятельности, являющуюся результатом внешних эффектов с точки зрения экономической теории? Эти эффекты проявляются в том, что в результате производственной деятельности одного субъекта изменяются условия производства или потребления у другого субъекта. В настоящее время наиболее распространенным примером внешних эффектов в производстве является промышленное загрязнение окружающей Среды.

Предположим, химический завод на каждую единицу изготавливаемых красителей сливает в реку h ед. отравляющих веществ. Чем меньше химический завод загрязняет реку, тем выше его затраты производства из-за расходов на очистные работы, т.е. его функция затрат производства имеет вид

$$C_K = C_K(Q_K, h); \frac{\partial C_K}{\partial Q_K} > 0, \frac{\partial C_K}{\partial h} < 0 \quad (11)$$

Вследствие производственной деятельности химического завода у станции водоснабжения увеличиваются затраты на очистку воды, и её функция затрат имеет вид

$$C_B = C_B(Q_B, h); \frac{\partial C_B}{\partial Q_B} > 0, \frac{\partial C_B}{\partial h} > 0. \quad (12)$$

Отметим, что, хотя затраты производства станции водоснабжения зависят от величины загрязнений h , она в отличие от химического завода не может влиять на эту величину. Условия совершенной конкуренции направляют деятельность каждого производителя на максимизацию прибыли. Так как химический завод выпускает два продукта - красители и загрязнения, то прибыль завода можно представить формулой:

$$\pi_K = P_K Q_K + P_h h - C_K(Q_K, h); \quad P_h = 0 \quad (13)$$

Прибыль станции водоснабжения определяется по формуле

$$\pi_B = P_B Q_B + P_h h - C_B(Q_B, h). \quad (14)$$

Условиями максимизации прибыли химического завода являются равенства:

$$\frac{\partial C_K}{\partial Q_K} = P_K, \quad (15)$$

$$\frac{\partial \mathcal{C}_K}{\partial h} = 0. \quad (16)$$

Прибыль станции водоснабжения достигает максимума при

$$\frac{\partial \mathcal{C}_B}{\partial Q_B} = P_B. \quad (17)$$

Из равенств (15-17) определяются объёмы производства красителей, загрязнений и годной к потреблению воды.

Чтобы выяснить, является ли такое использование ресурсов наилучшим для всего хозяйства, изменим организационную форму его ведения. Предположим, что химический завод и станция водоснабжения объединились в одну фирму, деятельность которой будет направлена на максимизацию суммарной прибыли от продажи красителей и воды. Прибыль в этом случае определится по формуле:

$$\pi(Q_K, Q_B, h) = P_K Q_K + P_B Q_B - C_K(Q_K, h) - C_B(Q_B, h) \rightarrow \max. \quad (18)$$

Условием её максимизации является система уравнений

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathcal{C}_K}{\partial Q_K} &= P_K, \\ \frac{\partial \mathcal{C}_B}{\partial Q_B} &= P_B, \\ \frac{\partial \mathcal{C}_K}{\partial h} + \frac{\partial \mathcal{C}_B}{\partial h} &= 0 \Rightarrow \frac{\partial \mathcal{C}_K}{\partial h} = -\frac{\partial \mathcal{C}_B}{\partial h}. \end{aligned} \quad (19)$$

Следовательно, прибыль объединенной фирмы достигает максимума, когда предельная экономия химического завода от загрязнения воды становится равной предельному приросту затрат

водоснабжающей станции от этого загрязнения. Так как $\frac{\partial \mathcal{C}_B}{\partial h} > 0$, то объединенная фирма прекратит выпуск красителей до достижения равенства и, следовательно, для хозяйства в целом целесообразно снизить объём загрязнения, хотя и не до нуля. Таким образом при производстве обоих благ в самостоятельных фирмах в реку будет спущено большее количество загрязнений. Объединенная фирма произведет значительно меньше загрязнений и общество в целом выиграет.

Отметим возможность уменьшить загрязнения и для объединенной фирмы. С одной стороны это может быть достигнуто путем увеличения налога на объем выпуска продукции, а с другой стороны - путем применения оборудования для уменьшения выброса вредных веществ или изменения технологии, без уменьшения объёма производства. Экономическая теория определяет предельные общественные издержки от загрязнения Среды (воздух, вода, почва) в виде кривой, имеющей наклон вверх, так как предельные общественные издержки внешнего воздействия возрастают по мере его увеличения.

В то же время предельные издержки на снижение уровня выбросов представляется кривой, имеющей наклон вниз, так как с уменьшением объёма средств, затраченных на защиту Среды, объём выбросов растёт. Поэтому стимулирование производителей к сокращению выбросов можно осуществить следующими методами:

- соблюдением стандартов по вредным выбросам. Устанавливая оборудование по уменьшению загрязнения, производитель соблюдает стандарт, увеличивая свои средние издержки;

- платой за выбросы - отчисления, взимаемые с производителя за каждую единицу объёма вредных веществ. Часто производителю выгоднее установить специальное оборудование, так как в этом случае предельные издержки за сокращение загрязнения меньше, чем плата за выбросы;

- передаваемыми временными разрешениями на выброс - каждая фирма должна иметь разрешение на определенный объём выбросов, причем общий объём выбросов по всем разрешениям равен их желаемому объёму, установленному административным путем. Разрешения имеют рыночную стоимость - могут покупаться и продаваться и создают рынок внешних воздействий. Агентство, управляющее системой, определяет общее количество разрешений и,

следовательно, общий объём выбросов, как это сделала бы система стандартов. Но возможность торговли разрешениями позволяет достичь уменьшения загрязнения при минимальных издержках, как

это сделала бы система платежей.

Среди заслуживающих внимание мероприятий по защите Среды отметим также:

- налоги на экологически вредную в потреблении продукцию (горючее, грузовые автомобили, покрышки для автомобилей, холодильники и охлаждающие вещества, аккумуляторы для автомобилей и упаковочные материалы);

- экологический налог и экономические санкции за экологический ущерб (экологический налог выполняет стимулирующую и планово-учетную функцию, а санкции - стимулирующую, сдерживающую и функцию экономического наказания);

- плата за специальное использование природных ресурсов;

- экологическая сертификация лесов (на западе - "зелёная сертификация") - мероприятие по улучшению качества лесных материалов;

- стандарты по качеству воздуха (издержки и выгода от сокращения выбросов двуокиси серы).

Таким образом, описанные подходы и мероприятия повышают экономическую эффективность природопользования. С момента реализации этой концепции должна претерпеть существенные изменения вся система управления процессом промышленного освоения региональных территорий и размещения на них производительных сил. В рамках такой концепции процессы формирования окружающей среды приобретут фундаментальный характер, подчиняющий себе процессы совершенствования технологических схем производства, способы размещения предприятий промышленности, сельского хозяйства и соответствующих инфраструктурных подсистем. В итоге сформированная среда обеспечит не только выживание общества, но и его дальнейшее развитие и процветание.

Литература

1. Померанец В. Н. Процессы формирования окружающей среды с позиций системного анализа. В сб. "Математические методы в задачах расчета и проектирования сложных механических систем" - К., Академия наук Украины. Институт кибернетики имени В.М.Глушкова, 1992. - С.46-51
2. Померанец В.Н. Математическое моделирование техногенных воздействий при формировании природно-технических геосистем. Академия Наук Украины. Сборник научных трудов. -К.: Институт кибернетики имени В.М.Глушкова, 1993, с.20 -25.
3. Померанец В.Н. Системный подход в экономике и управлении. // Экономика окружающей Среды на юге Украины. -ТНУ, 2001.- 173-178с.
4. Померанец В.Н. Планирование стратегии маркетинговой деятельности фирм // Культура народов Причерноморья. - Симферополь, ТНУ, 2001, № 26 с.284-289

Рис. 1. АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИРОДНО - ТЕХНИЧЕСКОЙ ГЕОСИСТЕМЫ

