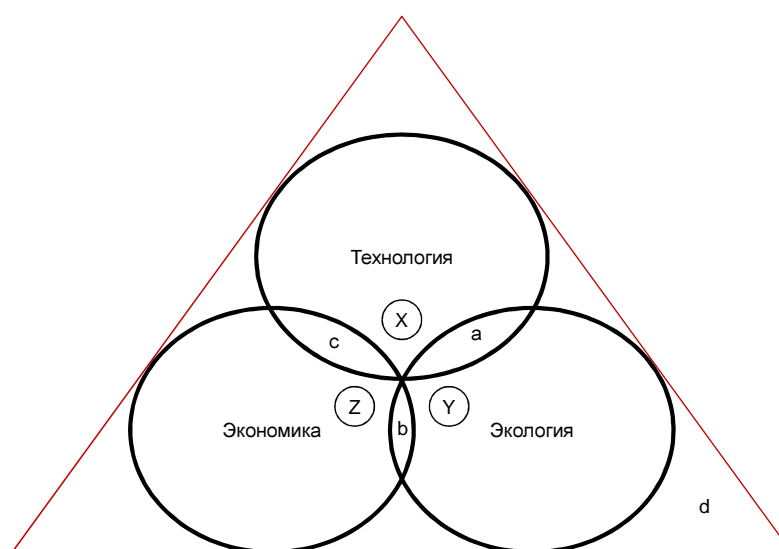


## Триадсистемное моделирование при разработке инновационных технологий

ЩЕТКИН Борис Николаевич  
профессор кафедры экономики ПГНИУ, доктор технических наук.

Необходимость создания условий не только выживаемости, но и устойчивого развития человечества предопределяет поиск критериев, связывающих развитие материального производства, т.е. техники и технологий, с параметрами, характеризующими уровень сохранения природы в локальном и глобальном масштабах. Именно эти критерии позволят создать научную базу для контроля и управления устойчивостью взаимосвязи и развитием человечества и природы. Указанная проблема стала основной в XXI веке и подлежит разрешению в форме триады технология-экология-экономика (рис. 1).



a – множество факторов Y, отсутствующих в Z; b – множество факторов Y, отсутствующих в X; c – множество факторов X, отсутствующих в Y; a,b – множество факторов Y, общих для X и Z; a,c – множество факторов X, общих для Y и Z; c,b – множество факторов Z, общих для X и Y; d – множество факторов, отсутствующих в X,Y и Z;

Рис. 1. Взаимосвязь взаимозависимых систем

Установлено, что техника и технологии всех сфер отраслей страны являются одновременно и стержнем экономики и основным источником загрязнения окружающей среды. Цель статьи – обосновать критерий, связывающий эффективность использования малоотходных технологий с экологическим ущербом. Наличие такого критерия можно рассматривать в качестве первого шага к постановке и решению задачи оптимального сочетания темпов роста технического прогресса с воздействием на окружающую среду.

Существуют различные подходы к моделированию взаимодействия экономики и окружающей среды. С точки зрения первого закона термодинамики – закона сохранения вещества и энергии – поток ресурсов, поступающий в экономику из окружающей среды, должен быть равен потоку

отходов, поступающих в окружающую среду в результате экономической деятельности человека. Поскольку часть отходов подвергается рециркуляции и возвращается в производственное и личное потребление, в окружающую среду поступает только переработанная часть отходов. Значение рециркуляции отходов заключается в том, что она позволяет экономить первичные ресурсы и предотвращать загрязнение окружающей среды без негативных последствий для экономического развития. Однако согласно второму закону термодинамики – закону энтропии – возможности рециркуляции ограничены. Суть этого закона заключается в том, что в ходе преобразования веществ и сил природы часть энергии безвозвратно утрачивается (рис. 2).

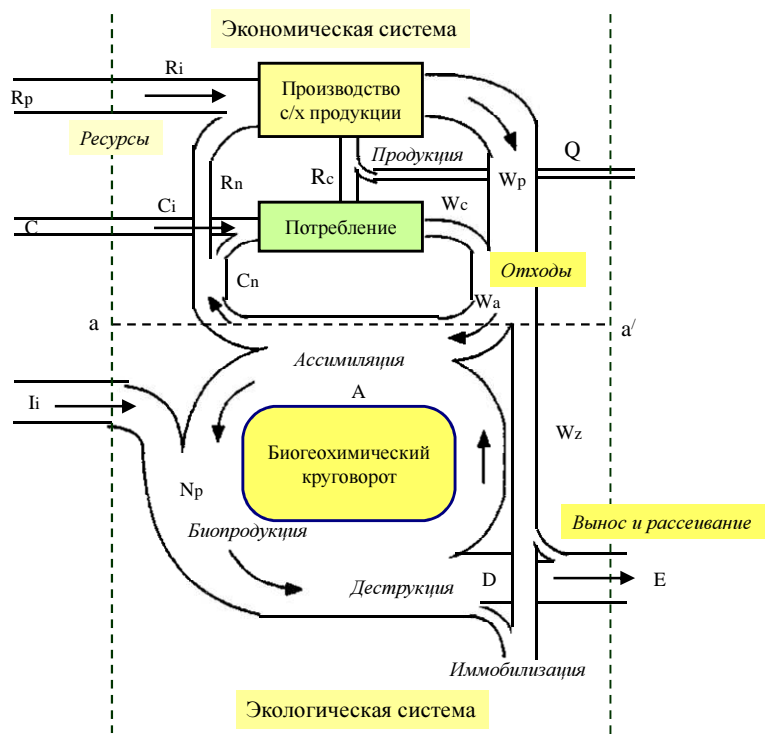


Рис. 2. Поточковая схема «ассимиляционный потенциал» природной среды и его экономические оценки

Общий вход производства – сумма производственных материальных ресурсов  $R_p$  складывается из импортируемых в данную систему ресурсов  $R_i$ , (к ним отнесены и невозобновимые местные ресурсы) и  $R_n$  (возобновимые местные ресурсы).

Причем к  $R_n$  относится часть биопroduкции экологической подсистемы, включая продукцию агроценозов и самого человека, – и как ресурса, и как субъекта производства и потребления, т.е.

$$R_p = R_i + R_n.$$

Потребление  $C$  складывается из части местной продукции  $R_c$  идущей на потребление, а также из части местных биоресурсов  $C_n$  и импортируемых продуктов  $C_i$ :

$$C = R_c + C_n + \tilde{N}_i.$$

Местные ресурсы производства и потребления в сумме образуют поток

изъятия ресурсов из экологической подсистемы:

$$U_n = R_n + C_n.$$

Отходы производства  $W_p$  и потребления  $W_c$  поступают в окружающую среду, как сумма отходов экономической подсистемы:

$$W_i = W_p + W_c$$

Часть из них ( $W_a$ ) включается в биогеохимический круговорот экологической подсистемы, а другая часть ( $W_z$ ) накапливается и рассеивается с частичным выносом за пределы системы. Часть отходов потока  $W_a$  подвергается ассимиляции и биотической нейтрализации в процессе деструкции; другая часть после биологической и геохимической миграции присоединяется к фракциям  $W_z$ , и вместе с ними подвергается иммобилизации, рассеянию и выносу.

Суммарный поток ресурсов трансформируется в выпуск продукции  $Q$ , первичные отходы всех сфер экономики  $\sum W_i$  и сумму рециркулированных отходов  $\sum W_z$ .

Тогда получаем следующее уравнение:

$$R_p + R_c = Q + \sum_{i=1}^n W_i - \sum_{i=1}^n W_z$$

Это уравнение и есть основное уравнение материального баланса между экономической системой и окружающей средой.

Важнейшим требованием современности является минимизация остаточных отходов  $(\sum W_i - \sum W_z) \rightarrow \min$ . Для этого, в свою очередь, необходимо соблюдение условия  $(R_p + R_c) \rightarrow \min$ .

Возможны два пути реализации этого условия:

- 1)  $(Q + \sum W_i - \sum W_z) \rightarrow \min$ ;
- 2)  $(Q / R_p + R_c) \rightarrow \max$ .

Смысл второго условия заключается в том, что достигнутые уровни производства и потребления сохраняются только в случае сокращения объема экономического использования первичных ресурсов. Это, в свою очередь, требует экологизации производства и потребления, а также организации рециркуляции отходов. Окружающая среда является источником природных ресурсов и экологических благ, а также служит для размещения и поглощения отходов производства и потребления. Природные ресурсы могут использоваться для производственных целей или непосредственно поступать в потребление. На всех стадиях использования ресурсов образуются отходы.

Таким образом, часть отходов, которая подлежит рециркуляции, возвращается в производство, а оставшаяся часть поступает в окружающую среду. Если ассимиляционный потенциал природной среды превышает объем остаточных отходов, то качество окружающей среды не ухудшается. В противоположной ситуации качество окружающей среды ухудшается, в результате чего сокращается ее способность снабжать ресурсами производство

и потребление.

Благодаря наличию у природной среды способности ассимилировать некоторое количество вредных выбросов, мы имеем возможность экономить на природоохранных издержках. Ценность «ассимиляционного потенциала» определяется той ролью, которую он играет в процессе формирования затрат и результатов. С одной стороны, его наличие позволяет частично выбрасывать отходы сельскохозяйственного производства в окружающую среду и тем самым экономить на затратах по очистке выбросов от загрязнителей. С другой стороны, устойчивость экологических систем, их способность перерабатывать и обезвреживать отходы, предотвращают потери (ущерб) которые могут быть вызваны ухудшением основных свойств окружающей среды. Сбереженные затраты предотвращения загрязнения (или предотвращенный ущерб) определяют основу экономической оценки «ассимиляционного потенциала».

1. Щеткин Б.Н. Методология и методика технико-эколого-экономической оценки влияния производства на окружающую среду. - Пермь: Изд-во ОГУП «Соликамская типография», 2007. -230с.
2. Яндыганов Я.Я., Козицин А.А., Носов А.А., Федоров М.В. Экологические риски (оценка и механизм страхования). – Екатеринбург. Изд-во урал. гос. экон. ун-та. 2002. – 222 с.