

Дорохина Е. Ю.

*доктор экономических наук, профессор,
ФГБОУ ВПО «Российский экономический
университет им. Г. В. Плеханова»*

Огольцов К. Ю.

*аспирант,
НОУ ВПО «Академия МНЭПУ»*

К вопросу о концептуальном понимании промышленной экологии

Рассматриваются различные подходы к определению понятия «промышленная экология». Промышленная экология характеризуется как наука, предмет исследования, эталон развития, философия и как эволюция модели устойчивого развития.

Ключевые слова: промышленная экология, устойчивое развитие, идеальный сценарий промышленного производства.

To a issue on conceptual understanding of industrial ecology

Different approaches to concept definition «Industrial ecology» are considered. The industrial ecology is characterized as a science, an object of research, the development standard, philosophy and as evolution of a model of sustainable development.

Keywords: industrial ecology, sustainable development, perfect scenario of industrial production.

Понятие «промышленная экология» (Industrial Ecology) появилось в англоязычной научной литературе в 90-х годах XX века, но единого мнения о том, что за ним скрывается, не сложилось до сих пор.

Однозначно определить понятие «промышленная экология» (как и понятие «устойчивое развитие») весьма сложно, поскольку его можно рассматривать с различных позиций. Промышленную экологию можно охарактеризовать как науку, предмет исследования, эталон развития, философию и даже как эволюцию модели устойчивого развития.

Под промышленной экологией понимают совокупность теорий и методов, целью которых является «нахождение ответов на жизненно важные вопросы промышленного развития» [2]. При определении про-

мышленной экологии могут использоваться два основных подхода: описательный и нормативный. С точки зрения описательного подхода она исследует, как функционируют промышленные системы, как ими управляют, и какой при этом возникает метаболизм с окружающей средой [8]. Подчеркивается, что промышленная система производства рассматривается не изолированно, а как элемент планеты Земля (элемент Геи), системы более высокого уровня.

Нормативный подход оценивает промышленный путь развития с точки зрения его устойчивости. Одной из важнейших концепций промышленной экологии является концепция «озеленения промышленности» (Greening of Industry) [5]. В работе [7] показано, что промышленная экология занимается разработкой таких экопромышленных стратегий, которые позволят преодолеть «стратегический разрыв» между фактическим состоянием и желательным сценарием. Основным объектом исследования — «экосистема» с элементами адаптивного развития, пищевыми цепями, ограничивающими факторами (ресурсами) и ограниченными объемами энергии и материи. Промышленная система развивается от экосистемы первого типа (молодой природы с существенными материальными потерями и незначительной эффективностью) к экосистеме третьего типа (зрелой природе с высокой эффективностью и закрытыми циркуляциями материи). Такое развитие достигается как путем вмешательства в природу, так и путем приспособления к природе (с учетом структурных аналогий). Тот факт, что сейчас промышленная экосистема соответствует первому типу экосистемы, отражается в ее структуре и технологиях, которые при переходе к третьему типу должны быть существенно преобразованы [4]. Преобразования охватывают следующие аспекты:

- технологические инновации;
- управление охраной окружающей среды;
- новые продукты и концепции использования продуктов;
- новые энергетические концепции;
- замкнутые циклы и утилизацию отходов;
- инновационный дизайн продуктов;
- использование новейших (менее вредных для окружающей среды) видов сырья.

Для целей преобразования в принципе могут применяться все известные экологически приемлемые способы производства:

- специальные производственные меры и End-of-pipe-технологии (технологии «конца трубы»);

- экологическая модернизация производства (выпуск чистой продукции и предотвращение загрязнений – Pollution Prevention);
- реструктуризация или преобразование производственной структуры.

В то же время промышленную экологию следует рассматривать как предмет исследования, как путь, ведущий к устойчивому развитию. Исходя из этого, исследования и практическую реализацию промышленной экологии нельзя отделять друг от друга, по меньшей мере, необходимо учитывать существующие между ними обратные связи.

Непосредственная связь промышленной экологии и эталонов устойчивости проявляется в следующем. При задании эталона устойчивости делают акцент на свойство его непротиворечивости. Промышленные материальные потоки подстраивают под естественный метаболизм, при этом проводят аналогия с успешными природными образцами (например, пищевыми цепями).

Вместе с промышленную экологию можно охарактеризовать как эволюцию концепции устойчивого развития. Поддержание «идеала», заимствованного у природы, состоит в том, что все процессы производства образуют своеобразную сеть, в которой купольные продукты каждого процесса служат сырьем для последующих процессов, и система приводится в действие только энергией из воспроизводимых источников. Все материалы, изъятые из литосферы и экосферы, либо циркулируют в системе производства и потребления (как «технические ресурсы»), либо возвращаются в непротиворечащей форме природе (как «естественные вещества»). Необходимо исходить из того, что отношения «человек-природа» являются двухсторонними. С одной стороны, человек понимается как часть экосистемы, с другой стороны, природу нельзя более игнорировать при проведении экономических расчетов. Идеальная картина будущего включает постоянный поиск возможностей применения всех купольных и отслуживших продуктов [6].

Вместе с тем промышленная экология — многообразный социально-экономический процесс, который нельзя описать короткой формулой, так как необходимо учесть и связать различные аспекты. Важнейшее предположение состоит в том, что промышленная система представляется как подсистема экосферы. Вместе с тем принимается во внимание, что промышленная экология приводит к изменению парадигм хозяйственной деятельности человека.

Так как попытка разработать конкретный сценарий экопромышленного будущего с учетом комплексности отношений заранее обречена на неудачу, то необходимо создать гибкий идеальный сценарий, который станет признанным направлением развития, своеобразным ориентиром. Он будет черпать образцы из природы и, таким образом, будет гарантироваться (теоретическая) интеграция промышленного метаболизма в естественный. При этом учитываются разные точки зрения:

- система взаимодействий «человек-природа»;
- линейные представления состояний (смягчающие циркулярные);
- междисциплинарный подход;
- ориентация на будущее (на долгосрочный период);
- приспособление промышленной архитектуры к природной.

Практическая реализация целей промышленной экологии обычно называется экопромышленным развитием (Eco-Industrial Development — EID). Этот подход определяет и цель устойчивого развития: осуществлять сокращение экологических последствий хозяйственной деятельности путем управления социальными сетями фирм и заинтересованных лиц. Операционализация подхода предъявляет высокие требования к участникам, так как линейные решения столь комплексных задач, как правило, не обеспечивают устойчивого развития. Искомые решения, хотя и носят в конечном итоге технический характер, но возникают из творческого осмысления социальной интеграции в сети фирм, коммун, заинтересованных лиц и окружающей среды [1]. При тесном взаимодействии в головах участников возникают необходимые инновации, которые затем осуществляются. Они связаны со множеством отдельных решений и, таким образом, содержат сильный социальный компонент.

Определение «природа как образец»

В промышленной экологии на переднем плане находятся все-таки экологические последствия. В основе лежит определение природных экосистем, структурное и функциональное построение которых должно служить образцом для промышленных экосистем. Следует учесть четыре основных экологических принципа:

- кругооборот;
- разнообразие;
- региональную ориентацию;
- постоянные изменения.

На этих принципах должны основываться такие направления совершенствования охраны окружающей среды как чистое производство

и предупреждение загрязнений («Cleaner Production» (CP) и «Pollution Prevention» (P2)). Концепция промышленной экологии определяет рамки, в которых прежние подходы к управлению охраной окружающей среды пополняются новыми для создания целостной программы. Вместе с тем промышленная экология — это больше чем предотвращение опасных выбросов или переход к замкнутым циклам. Речь идет также (или скорее) об оптимальном использовании сырья и энергии в концептуальных рамках экологии — науки, которая объясняет природный метаболизм. При этом используется холистический подход, который охватывает всю систему отношений промышленного производства и потребления продуктов как выражение взаимодействия человека, ведущего хозяйственную деятельность, и природы. К обычной практике управления охраной окружающей среды на производстве добавляется целостная программа, которая нацелена на то, чтобы оптимизировать не только метаболизм отдельного предприятия, а всю промышленную систему путем минимизации экологических последствий. В экологии формируются и сопоставляются в общем контексте представления о структуре и функциях предприятий. При перенесении законов природы на промышленные системы учитываются, в частности, следующие свойства:

- энергоемкость (эффективность);
- воспроизводство (замкнутый цикл);
- диверсификация (исторически растущее использование ресурсов);
- эволюционное развитие;
- гомеостаз (равновесный метаболизм с самостабилизацией).

Тем не менее, возникают проблемы внедрения теории в практику, так как промышленная экология требует абсолютно нового мышления и исходит из постепенного совершенствования существующих методов и процессов. Достижение идеального сценария, исходя из существующей реальности, требует представления о сложных системах, для того чтобы определить соответствующие действия с учетом статуса Quo. Как при рассмотрении природных кругооборотов, так и при рассмотрении материальных и энергетических потоков, основной принцип состоит в понимании их системности. Промышленные производственные системы представляются как промышленные экосистемы, которые, как и природные экосистемы, характеризуются метаболизмом материи и энергии, подпитываемым из источников, являющихся частью метасистемы. Промышленная система с ее потоками должна приспосабливаться к окружающей среде, частью которой она

является, чтобы обе «системы» могли бы долгий период безотказно сосуществовать. При этом принципы, «подсмотренные» у природы, должны служить «образцом» для формирования промышленных процессов производства.

Следствием этого является перенос всех знаний экологии о природных потоках на промышленную систему и переосмысление закономерностей, известных из экономической теории и технологии, с учетом закономерностей «природной экологии». Именно отсюда целесообразно выводить директивные величины для промышленной системы.

Так как перенос закономерностей едва ли может быть абсолютно точным, то речь идет, в частности, о генерации ориентиров. Для этого, с оперативной точки зрения, необходимы знания о развитии экологически ориентированного промышленного производства. Новая концепция не означает, что следует отказаться от уже накопленных знания. Скорее речь идет о том, что методы производства, вызывавшие при использовании меньшее загрязнение окружающей среды, целесообразно интегрировать в концепцию промышленной экологии, если это гарантирует успех. Промышленную экологию можно охарактеризовать как «целостный сплав» из нашедших применение и новых способов промышленного производства, обеспечивающих сокращения загрязнения окружающей среды. Также как естественнонаучная экология оценивает различные перспективы, исходя из взаимодействий природных кругооборотов материалов и энергии при согласованном существовании многих разнородных экосистем, промышленная экология может характеризоваться как подход, в систематизированном виде объясняющий антропогенно созданные потоки материалов и энергии в производстве (часть всей совокупности потоков). Промышленная экология пытается обобщить знания специалистов из различных областей науки и свести их в целостную картину. Сеть взаимодействующих фирм, например, имитирует природную экосистему. Это обуславливает основные правила формирования и управления. Участвующими и взаимодействующими уровнями при этом являются технология и материальные потоки, экономическая интеграция и менеджмент, а также социально-экологические отношения с окружающей средой.

Если при наблюдении естественно-экологических процессов применяется системный подход, то для некоторых процессов выявляются регулярно повторяющиеся образцы. Последние определенным образом распределяются во времени и пространстве, выражают отношения между элементами системами. Эти холаархические образцы моделируются и связываются в структуры [9]. Таким образом, согласно

нормативному требованию в промышленной экологии должен выполняться принцип «аналогичности структуры», с одной стороны, на сравнимых уровнях, с другой стороны, при обосновании разных шкал (наблюдений). Это отражается в стратегиях перехода к промышленной экологии. Все имеющиеся научные подходы необходимо согласовывать и интегрировать в функциональное целое. В промышленной экологии выделяют 5 основных течений:

- изучение перспектив жизненного цикла продукта;
- исследование перспектив жизненного цикла сырья;
- оценка географической или пространственной перспектив;
- оценка секторальной перспективы;
- оценка «всеобъемлющей» перспективы, которая интегрирует вышеназванные.

Перечисленные точки зрения влекут за собой различные приложения и позволяют моделировать и обосновывать стратегии действий.

Каждая из названных перспектив может вносить свой вклад в развитие промышленной экологии. «Всеобъемлющая» перспектива, охватывающая все предыдущие, наиболее соответствует заявленному нами холистическому подходу.

Речь идет о том, как должен формироваться промышленный метаболизм, чтобы соответствовать основным правилам (экологической) устойчивости. Например, с точки зрения сырьевых потоков (производственно-экономической перспективы) долгосрочное снабжение ресурсами — важный фактор устойчивости. Следовательно, требуется оптимизация использования материалов, продуктов и энергии. При этом имеется множество подходов к управлению. Например, Комиссия Немецкого Бундестага по защите человека и окружающей среды говорит о «материальной политике» и вместе с тем отвергает возможность государственного вмешательства в формирование «экологически устойчивых» сырьевых потоков в промышленности [3]. Другие подходы к управлению состоят в рыночных экономических решениях и в образовании сетей. При наличии разных представлений об управлении и целевых установок нужно разработать концепцию, которая учтет все имеющиеся условия и подходы и обеспечит, наконец, способы производства, полностью соответствующие правилам экологической устойчивости. Это, как раз, и пытается сделать промышленная экология. Концепция содержит следующие ключевые элементы:

- промышленная экология — системная и интегрированная точка зрения на все компоненты промышленной системы и ее отношения с экосферой;

- промышленная экология подчеркивает геобиофизическую основу промышленного производства, в частности, комплексность материальных и энергетических потоков в пределах и вне промышленной системы;
- в отличие от других подходов, которые представляют экономику с абстрактных монетарных или энергетических точек зрения, промышленная экология учитывает технологическую динамику промышленной системы, в частности, долгосрочную эволюцию ключевых технологий. Эта эволюция — путь от имеющегося неустойчивого промышленного производства к промышленной экосистеме, способной к самовоспроизводству.

Последнее может достигаться с помощью различных инноваций:

- радикального повышения продуктивности ресурсов (инноваций в технике, поведении и институтах);
- биомимикрии (хозяйствования по «природному образцу» относительно процессов и продуктов);
- изменения структуры экономики (от ориентации на продукты к ориентации на услуги);
- сознательных инвестиций в «природный капитал» («новая» экономическая этика);
- перехода к замкнутому хозяйству.

Замкнутое хозяйство может осуществляться на двух разных уровнях:

1. Уровень производства (идеальный сценарий — так называемые «экопромышленные парки»).
2. Уровень продукта (идеальный сценарий для продукта(ов) состоит в том, что все использованные в нем (них) компоненты возвращаются в экономический оборот.

Одновременная реализация замкнутого хозяйства на двух уровнях обещает приближение к устойчивому развитию. Однако каждого из названных уровней по отдельности будет явно недостаточно. В случае промышленной экологии речь идет, как раз, об одновременном их использовании.

Используемые источники

1. Харченко С. Г., Дорохина Е. Ю. Анализ рисков окружающей среды / Вопросы анализа риска. 2009. №1–2 (15–16). С. 92–105.
2. BRATTEBO H. Industrial Ecology and Education In: Journal of Industrial Ecology, 5. Jg. (2002), N. 3, S. 1–2.
3. ENQUETE KOMMISSION – SCHUTZ DES MENSCHEN UND DER UMWELT – DES DEUTSCHEN BUNDESTAGES:

- Umweltverträgliches Stoffstrommanagement – Konzepte Instrumente
Bewertung Studien im Auftrag der Enquete Kommission Bd.1 Bonn 1994.
4. ERKMAN S. The recent history of industrial ecology Aus: Ayres R.U.
und Ayres L.W. A handbook of industrial ecology Cheltenham 2002. S.
27–35.
 5. JANUSKEVICIUS D.; KILDISAS V. UND AMUNDSEN A.
Integration of Cleaner Production, Environment and Energy Management
Systems In: Environmental research, engineering and management, 24.
Jg. (2003), H. 2, S. 3–11.
 6. KORHONEN J.; MALMBORG F. von; STRACHAN P.A. u.a.
Management and Policy Aspects of Industrial Ecology: An Emerging
Research Agenda In: Business Strategy and the Environment, 13. Jg.
(2004), H. 5, S. 289–305.
 7. LIESEGANG D.G. Das Konzept einer Reduktionswirtschaft als
Herausforderung für das Umweltmanagement Aus: Seidel, E. (Hrsg.
1999): Betriebliches Umweltmanagement im 21. Jahrhundert; Aspekte,
Aufgaben, Perspektiven Berlin u.a. 1999. S. 181–217.
 8. SONNEMANS, G.; CASTELLS, F. UND SCHUHMACHER, M.
Integrated Life-Cycle and Risk Assessment for Industrial Processes Boca
Raton 2004.
 9. ZEIBIG, S. Modellierung in der Ökologie. Nach einer Veranstaltung von
Dr. Karin Frank und Birgit Möller Universität Osnabrück – Abt.
Angewandte Systemwissenschaft, Diskussionspapier und
Veranstaltungsmitschrift. 2004.