

УДК 338.242

## ЭКОПРОМЫШЛЕННЫЙ ПАРК КАК ВОЗМОЖНАЯ ФОРМА УСТОЙЧИВОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

Дорохина Е.Ю.

*ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Москва,  
e-mail: elena\_dorokhina@mail.ru*

Проведен системный анализ возможной формы устойчивого промышленного развития региона – экопромышленного парка. Уточнено понятие экопромышленного парка. Рассмотрены факторы, определяющие конкретную форму экопромышленного парка. Исследована эволюция экопромышленных парков. Определены свойства, характеризующие зрелость экопромышленного парка, его соответствия промышленной экологии. Выявлены основные предпосылки формирования кластеров замкнутого цикла материалов, а именно, предпосылки, учитывающие энтропию применения вторичного сырья. Показан теоретический идеал эволюции экопромышленного парка. Обоснована необходимость государственной поддержки и планирования экопромышленных парков. Показаны экономические преимущества экопромышленных парков. Доказана необходимость иного понимания в рамках экопромышленного парка «нежелательных» или «игнорируемых» продуктов, которые ранее покидали предприятие и никоим образом не способствовали созданию добавленной стоимости. Каждый материальный или энергетический поток, покидающий предприятие, является полезным ресурсом и требует соответствующего признания.

**Ключевые слова:** экопромышленный парк, промышленная экология, устойчивое развитие

## ECOLOGICAL INDUSTRY PARK AS POSSIBLE FORM OF SUSTAINABLE INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF THE REGION

Dorokhina E.Yu.

*Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, e-mail: elena\_dorokhina@mail.ru*

The system analysis of a possible form of sustainable industrial development of the region – ecological industrial park (EIP) is carried out. The concept of EIP is specified. The factors defining the specific forms of EIP are considered. Evolution of EIP is studied. The properties characterizing a maturity of EIP, its compliance with industrial ecology are defined. The main prerequisites of formation of clusters of the closed cycle of materials are discussed. Prerequisites are supposed to take account of the entropy of recycling. The theoretical ideal of evolution of EIP is presented. Need of the state support and planning of EIP is proved. Economic advantages of EIP are shown. Need of another understanding of the «undesirable» or «ignored» products which used to leave the industrial site without adding any value is proved. Every material or energy flow leaving the enterprise is a useful resource and demands the corresponding recognition.

**Keywords:** ecological industry park, industrial ecology, sustainable development

Проблемы формирования и развития экопромышленных парков (ЭПП) как одной из возможных форм устойчивого развития интенсивно обсуждаются уже в течение 20 лет, и теоретическая основа для них разработана. Практическая же реализация ограничивается единичными примерами, которые ввиду незначительного объема промышленных материальных потоков лишь номинально способствуют устойчивому развитию. Осуществляются только первые короткие шаги по переходу к промышленной экологии – хозяйствованию по природному образцу [1]. В научной литературе удачным образцом промышленной экологии признан единственный экопромышленный парк (Калундборг, Дания). Все другие ЭПП ограничиваются заявлениями о ранней стадии («feasibility studies»), при которой реализуются единичные отношения материально-энергетического обмена. Они, как правило, сводятся не к экологически мотивированным предприниматель-

ским действиям, а к чисто экономическим интересам.

**Цель нашей работы** – проанализировать перспективы формирования экопромышленных парков как возможной формы устойчивого развития промышленного производства в регионе.

«ЭПП – это сообщество фирм по производству и обслуживанию, увеличивающее экологические и экономические показатели путем сотрудничества в области управления экологическими проблемами и проблемами ресурсов. Сотрудничая, сообщество фирм ищет коллективную выгоду (суммарную пользу для отдельных индивидуумов), которая увеличивается по сравнению с ситуацией, когда каждая фирма оптимизирует свои действия отдельно» [7].

Форму ЭПП может определять множество различных факторов, таких как процессы обмена материалами и энергией, общее управление материальными потоками, одно или несколько центральных предприятий,

вокруг которых построен ЭПП, совместное получение и каскадное использование энергии, общее управление водоснабжением, общие действия по переходу к чистому производству, предотвращению загрязнений или интегрированной охране окружающей среды, по производству устойчивых продуктов, по переходу к ориентированной на устойчивость инфраструктуре (Green Design), к неформальному обмену по вопросам управления охраной окружающей среды, интеграции промышленного и сельскохозяйственного производства, интеграции в социально-экологических структурных компонентах между фирмами.

На переднем плане стоит устойчивое региональное развитие с охраной окружающей среды, экономическим развитием и созданием рабочих мест [2]. Критический фактор для ЭПП – это форма кооперации между участвующими фирмами и их экологические воздействиями на окружающую среду.

Рассмотрим развитие ЭПП как эволюционный процесс. Началом ЭПП может стать неформальный обмен опытом по системам управления охраной окружающей среды, что позволяет возникнуть сетевой структуре в обычном промышленном районе. Часто упоминаемые общие действия – это экологически приемлемое развитие промышленного района, экологичное сооружение производственных и административных зданий, общее канализационное обеспечение, общая логистика и регенеративное энергоснабжение. С ростом зрелости сети растет интеграция. Она может доходить до институционализации отношений сырьевого и энергетического обмена. Только с этой фазы можно говорить об образовании ЭПП в том виде, который требует промышленная экология. Он обладает как минимум одним из следующих свойств:

- экологической интеграцией в пространственные окрестности;
- максимумом энергетической эффективности и использованием регенеративной энергии;
- региональным управлением материальными потоками с максимальным применением всех материалов и минимизацией использования токсичных субстанций;
- ориентированной на устойчивость инфраструктуры;
- эффективным управлением отраслевой кооперацией при непрерывном улучшении экологических, экономических и социальных процессов.

Различные идеальные типы ЭПП позволяют ожидать разных материально-энергетических воздействий на промышленный

метаболизм. Кластер предприятий замкнутого цикла, сформированный из расположенных рядом производственных предприятий, на первый взгляд, кажется идеальной формой ЭПП. Для устойчивого развития замкнутый цикл материалов должен обладать некоторыми свойствами, которые в принципе не являются частью концепции замкнутого цикла. Если при использовании вторичных ресурсов осуществляется даунцикллинг, то условие дальнейшего применения первоначального сырья выполняется, но на обесцененном энтропией уровне. Этот подход, осложняемый процессами деградации материалов, в долгосрочном периоде не представляет собой устойчивого решения [3].

Для устойчивого развития требуются подходы, избегающие даунцикллинга материалов и способствующие тому, чтобы первоначально используемые материалы поддерживать в экономической циркуляции на самой высокой степени качества. Тем не менее, при нынешнем состоянии большинства процессов замкнутого цикла это происходит в редких случаях. Кроме того, кластеры, базирующиеся преимущественно на купольных продуктах, сопутствующих производству, составляют только часть массовых потоков (игнорируется потребление). Поэтому они обеспечивают важный, но частичный вклад в развитие промышленной экологии.

В пределах идеального сценария требуется установление основных предпосылок формирования кластеров замкнутого цикла материалов: предпосылок, учитывающих энтропию применения вторичного сырья. Такими предпосылками являются следующие:

- апцикллинг вместо даунцикллинга;
- использование вновь полученных материалов, по меньшей мере, при том же самом уровне энтропии, как у исходных материалов;
- минимизация получающихся в процессах замкнутого цикла бесполезных более материалов (что соответствует обычному понятию отходов);
- интенсивная кооперация с производителями остаточных материалов;
- определение повторно используемых компонентов или материалов уже в процессе проектирования окружающей среды.

Следующая форма – это кластер фирм, предлагающих эколого-технические товары или строящих свое собственное производство по принципам чистого производства и защиты от загрязнений. Этот кластер может считаться эмбрионом новейших экопромышленных стратегий и технологий. Это в принципе относится и к сетям фирм, осоз-

нанно связывающих себя с такими задачами устойчивого развития, как регенеративная выработка электроэнергии, водоснабжение, воздухоочистка, а также энергетическая и ресурсная эффективность. Эти формы ЭПП можно легко приспособить к имеющимся условиям, но они могут стать лишь дополнительной структурой в рамках идеального сценария, так как закрытые циркуляции материалов в данном случае это – скорее сопряженная тема. Как указывает экология, для материально-энергетических симбиотических отношений с возрастающим (до определенной степени) разнообразием участников увеличивается потенциал циркуляции и достижимого со стороны входящих материалов качества, что повышает общую эффективность ЭПП. На множестве разнообразных процессов и сходстве потребностей в материалах нужно найти оптимум, обеспечивающий наивысшие синергетические результаты. При этом нужно исходить из того, что в социально-экологических отношениях также встречаются локальные ограничения разнообразия, как и в природных. В частности, для материалов, которым не находится применения на данном предприятии, не будет покупателя и во всей отрасли. Для этого требуется вертикальная интеграция.

#### **Теоретический идеал эволюции**

Идеал описывается моделью фаз, согласно которой ЭПП в долгосрочном периоде проходит различные фазы развития, на которых участники осознанно разрабатывают общие действия в направлении чистого производства и защиты от загрязнений. Исходя из опыта, сначала возникают отдельные симбиозы в пределах ЭПП и с более удаленными партнерами, затем в ЭПП размещаются новые предприятия, которые вступают в новые симбиотические отношения, что ведет к непрерывному повышению эффективности. Эмпирически эта форма социально-экономической преемственности подтвердилась только для промышленного симбиоза Калундборг. Часто на региональном уровне играет роль недостаточная решительность отдельных предприятий, которая успешно устраняется в рамках многонациональных концернов путем краткосрочного планирования. Тем не менее, несколько научных учреждений озаботились проблемами ЭПП и пытаются разработать теоретические основы для преодоления препятствий, возникающих при создании ЭПП. Дополнительно требуется поддержка со стороны правительства и органов управления. Китайское правительство, например, поставило себе задачу привести в со-

ответствие экстремальный экономический рост и требования экологии. Британское правительство приняло „National Industrial Symbiosis Programme» (NIPS) [6]. В США и в Европе также имеются общественные и частные инициативы, которые нацелены на формирование ЭПП или промышленных симбиозов [4]. ЭПП все чаще обсуждаются на международном уровне, хотя достаточно редко реализуются на практике.

#### **Превращение нежелательных купольных продуктов в желательные ресурсы**

Подход в узком смысле состоит в том, чтобы материалы, оцениваемые некоторым производством как нежелательные купольные продукты, не соответствующие системной цели данного предприятия, по заключению других предприятий региона могут послужить общей цели. При этом имеются два разных подхода:

- при формировании нового промышленного комплекса особо учитываются отрасли, обеспечивающие замыкание циркуляций материалов и энергии;

- в существующих промышленных комплексах отыскиваются имеющиеся предприятия с соответствующим потенциалом.

В исследованиях и на практике встречаются, как правило, смешанные формы. Прежде всего, с экономической точки зрения, для формирования ЭПП необходимо, чтобы фирмы с перекрывающимися входными и выходными потоками находились в одном месте, и чтобы создавались общие привлекательные условия для размещения новых «подходящих» фирм. Предприятия получают дополнительные системные цели, которые выходят за обычное производственно-экономическое мышление и ведут к коллективной пользе, превышающей результат оптимизации материальных потоков на отдельном предприятии. При этом выигрывают все участники. Формируется сеть фирм с симбиотическими отношениями, в центре внимания которой находится не отдельное предприятие, а совокупность, совместно принимающая оптимальные решения относительно использования энергии и ресурсов. При этом должна как можно эффективнее использоваться «синергия» купольных продуктов, что выражается, как правило, в экономии энергии по сравнению с раздельными процессами, в экономии сырья у покупателя и издержек утилизации отходов на выпускающем предприятии. Для партнеров по обмену возникают следующие преимущества:

- стоимость некоторых нежелательных купольных продуктов для производителя

стремится к нулю, иногда они даже вызывают дополнительные издержки, а для покупателя стоимость может быть высока (больше нуля);

- материалы образуются преимущественно в уже обработанной форме, которая в идеальном случае соответствует уже более высокой ступени создания добавленной стоимости для покупателя;

- новое сырье часто должно приобретаться на существенно большем географическом удалении, в то время как купольные продукты образуются поблизости.

Так как купольные продукты часто не соответствуют той форме и чистоте, которая требуется на принимающем предприятии, они, как правило, подвергаются промежуточной обработке, производимой на специальных предприятиях. Последние обеспечивают коллективизм и разнообразие в пределах объединения и заботятся о дополнительной стабилизации, выполняя функцию буфера. При достаточно больших материальных потоках на территории ЭПП создается «редуцирующий парк», занимающийся утилизацией отходов или процессами замкнутого цикла и обеспечивающий соответственно экономию транспортных расходов, связанных с утилизацией. В идеальном случае это экономически выгодно не только для отдающего, но и для принимающего предприятия, так как могут экономиться затраты на утилизацию отходов, а вторичное сырье продается дешевле, чем новое. В ЭПП экономические преимущества получают все участвующие предприятия, и это стабилизируют сеть. Разумеется, что пока не имеется исследований о соответствующих подходах к распределению. Они могут варьироваться от двусторонних соглашений между участниками симбиоза до создания общего фонда ЭПП. Эффект межпроизводственной кооперации проявляется в уменьшении входных и выходных потоков ЭПП по сравнению с суммарными потоками отдельных предприятий, что институализируется в симбиотических отношениях между различными фирмами. Это включает сознательное внимание ко всем входным и выходным производственным потокам и ведет, как правило, к типовым образцам интеграции предприятий, до сих пор называемым отраслевыми союзами. Такая интеграция пока слабо выражена и представлена незначительным набором эмпирических примеров. Тем не менее, появляются подходы к планированию или расширению процессов обмена материалами. Примерами являются использование древесины (для отопления и переработки), использование отходов гранитного производства (для по-

вторного использования в строительной отрасли) и др. Рационально также определять типичные отраслевые кластеры, которые должны демонстрировать высокий потенциал синергетических отношений. Купольные продукты участвующего предприятия должны применяться как сырье на других участвующих предприятиях. Разумеется, вероятность каждой отдельной кооперации в пределах ЭПП тем выше, чем чище купольные продукты, чем более они пригодны к применению. Промежуточные шаги подготовки, безусловно, повышают издержки, но они повышают и шансы применения. Например, каскадное использование воды в производственных процессах (для охлаждения или для транспортировки) относительно просто и возможно с незначительными промежуточными шагами. При предоставлении воды для соответствующих приложений предполагается дифференцированная инфраструктура. Вместе с тем эффективность использования воды в промышленных процессах может существенно повышаться в рамках ЭПП по сравнению с эффективностью суммарного потребления отдельных предприятий.

Если это комбинируется со специфическим оборотом сточных вод в ЭПП, то может освобождаться общественная канализационная сеть, и снижаться нагрузка на нее. Понятие купольных продуктов получает новое содержание, так как они становятся желательным входом в системной связи и, соответственно, имуществом. А с обычной точки зрения их нужно было рассматривать в качестве виновника издержек, как экономических, так и экологических. Разумеется, в системе имеет значение временное и количественное поступление различных купольных продуктов, так как теперь они представляют собой необходимые факторы для поддержания производства. Тесная связь наряду с экономическими и экологическими преимуществами влечет за собой и более сложные задачи планирования, так как и со стороны выхода купольных продуктов и со стороны необходимого входа у партнеров по системе могут возникать колебания, которые следует учитывать. Таким образом, решения об объемах и методах производства не могут больше приниматься независимо от системных партнеров, так как из-за этих решений могут меняться объем в единицу времени, временное распределение и качество материалов. Практичность достигнутого симбиотического отношения определяют вопросы качества, которые выражаются в химическом составе или чистоте и в физическом агрегатном состоянии обмениваемых материалов. Кроме того, подход требует другого пони-

мания «нежелательных» или «игнорируемых» продуктов, которые раньше покидали предприятие и никоим образом не способствовали созданию добавленной стоимости. Каждый материальный или энергетический поток, покидающий предприятие, является полезным ресурсом и требует соответствующего признания.

### Заключение

Разнообразные виды кооперации между предприятиями еще не гарантируют формирования ЭПП и промышленного симбиоза. В идеальном случае связанность предприятий в рамках ЭПП составляет примерно 0,5 [5]. Но это ничего не говорит об объеме и качестве отдельных симбиозов, являющихся определяющим фактором стабильности и эффективности ЭПП. При присоединении отдельных симбиозов к ЭПП осуществляются инвестиции, вызываемые либо переносом предприятий, либо созданием инфраструктуры, обеспечивающей процессы производственного обмена. Эти инвестиции увеличиваются, в частности, при сильном взаимодействии небольшого количества предприятий в рамках ЭПП, приводящем к большим количествам полезных материалов или энергии в виде купольных продуктов. Вместе с тем ЭПП сильно

детерминирован технически. Это вызывает дальнейшие пространственно-временные и предметные ограничения развития ЭПП, которые аналогичны чувствительности, имеющей место в природных экосистемах. Обеспечение сопротивляемости – важная составная часть управления ЭПП.

### Список литературы

1. Дорохина Е.Ю., Огольцов К.Ю. К вопросу о концептуальном понимании промышленной экологии // Путеводитель предпринимателя. – 2012. – № 16. – С. 95–103.
2. Дорохина Е.Ю., Огольцов К.Ю. О возможных стратегиях устойчивого развития и промышленной экологии // Путеводитель предпринимателя. – 2013. – № 17. – С. 100–108.
3. Дорохина Е.Ю., Пантелеев С.С. К вопросу о трех столпах устойчивого развития// Научные труды SWorld. – 2012. – Т. 33. № 4. – С. 16–21.
4. Chertow M.R. Industrial Symbiosis Research Symposium // The Eco-Industrial Advantage, o. Jg. (2004), H. 1, P. 2.
5. Hardy C., Graedel T.E.: Industrial Ecosystems as Food Webs// Journal of Industrial Ecology, 6. Jg. (2002), H. 1, P. 29–38.
6. Liao P.H., Zeng S.L., Langer C.E. Establishing Ecological Industry Park (EIP) in China – A Pilot Case Study./ Royal Institute of Technology: Industrial Ecology for a Sustainable Future – Abstract Book The 3rd International Conference of The International Society for Industrial Ecology, ISIE, Stockholm, Sweden 12-15 June 2005 Stockholm 2005. – P. 245–247.
7. Lowe E.A., Moran S.R., Holmes D.B. EIP-Fieldbook. Fieldbook for the development of Eco-Industrial Parks. Report prepared for the office of Policy, Planning and Evaluation at the EPA. Washington, 1996.