

### ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКУПЕРАЦІЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ ПРИ ОБМЕЖЕНОМУ ТЯГОВОМУ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННІ

В роботі виконано аналіз можливості регулювання напруги на шинах тягових підстанцій для розширення зони рекуперації електротранспорту в умовах обмеженого тягового електроспоживання. З урахуванням існуючих обмежень це дозволить знизити кількість зривів рекуперативного гальмування і витрату електроенергії на тягу поїздів.

**Ключові слова:** електротранспорт, тягове електроспоживання, електричне гальмування, рекуперація, електроенергія, надлишкова, регулювання напруги.

*Саблін Олег Ігорович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра електропостачання залізниць, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, Україна, e-mail: olegsss@i.ua.*

*Саблін Олег Ігорович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра електропостачання залізниць, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, Україна.*

*Sablin Oleg, Dnipropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan, Ukraine, e-mail: olegsss@i.ua*

УДК 620.9: 504.064

DOI: 10.15587/2312-8372.2014.34782

Мацевитый Ю. М.,  
Соловей В. В.,  
Васильев А. И.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

*Рассмотрена методика определения резервов энерго- и ресурсосбережения на основе интеграционной модели функционирования территориально-промышленных комплексов. Для обеспечения устойчивого функционирования промышленных регионов целесообразно создание энергоэкологических комплексов, использующих сбросную теплоту и другие виды отходов. Повышение коэффициента технологической интеграции позволит реализовать малоотходное энергоэффективное производство, отвечающее требованиям экологической совместимости промышленных объектов с окружающей средой.*

**Ключевые слова:** энергетические и материальные вторичные ресурсы, инновации, индустриальный симбиоз, интеграционные процессы.

### 1. Введение

Важным показателем, который характеризует уровень социально-экономического развития общества, является эффективность использования материальных и энергетических ресурсов на единицу произведенного валового национального продукта. Анализ деятельности предприятий Украины показал, что для того чтобы удовлетворять европейским экологическим стандартам, удельное энергопотребление в промышленности должно быть снижено, по крайней мере, в 2–3 раза. Это обусловлено тем, что технологические основы промышленного производства базируются на технических решениях середины прошлого века с низким коэффициентом использования энергетических и материальных ресурсов. Поэтому, радикальное решение проблемы заключается в переходе от экстенсивных к интенсивным методам производства с использованием принципиально новых организационно-технических решений и внедрение новейших экологически чистых, ресурсосберегающих технологий. Такой подход обеспечит кардинальное снижение энергоемкости и материалоемкости отечественной продукции и технологической нагрузки на окружающую среду.

Существующие методики определения приоритетных с точки зрения эффективности инвестирования регионов не учитывают в полной мере дополнительные, положительные факторы, обусловленные возможностью технологического взаимодействия ряда промышленных объектов, расположенных в том или ином регионе. Поэтому предлагаемый подход к определению резервов энерго- и ресурсосбережения и повышению инвестиционной привлекательности территорий на основе интеграционной модели функционирования территориально-промышленных комплексов (ТПК), является актуальным, так как открывает дополнительные возможности в выборе стратегических планов их развития.

### 2. Анализ публикаций и постановка проблемы

Экономика государства базируется на совокупности территориально-промышленных комплексов, включающих предприятия различных отраслей промышленности, расположенных на определенной территории с устойчивыми технологическими и производственными связями, обеспечивающими достижения поставленных социально-

экономических результатов [1]. В связи с ростом техногенной нагрузки все большее значение приобретают экологические проблемы, связанные с химическим и локальным тепловым загрязнением окружающей среды, которые должны учитываться при решении вопросов, обеспечения рационального использования водных, земельных и топливно-энергетических ресурсов [2–5]. Одной из насущных задач устойчивого социально-экономического развития промышленных регионов с высокой техногенной нагрузкой является совершенствование системы управления функционированием современных территориально-промышленных комплексов [6].

Разработка концептуальных основ рационального использования всех видов ресурсов в регионах с большой техногенной нагрузкой требует комплексного решения проблемы, начиная от формирования базы данных о прогрессивных технологических решениях, которые пригодные для практического воплощения, завершая созданием инфраструктуры, которая обеспечивает интегрирование технологических, экономических, экологических и управленческих функций с целью обеспечения их устойчивого развития. Особое значение в решении указанных проблем принадлежит научно-технологическим и организационно-управленческим методам обеспечения деятельности производства, отвечающим требованиям пятого технологического уклада, составляющего основу постиндустриального этапа развития экономики, переход к которому является необходимым условием сохранения конкурентоспособности отечественной экономики на мировом рынке.

### 3. Цель и задачи исследования

Решению многих энергетических проблем способствует проведение активной энергосберегающей политики во всех отраслях народного хозяйства на всех стадиях энергетического использования, включая производство, транспортировку, трансформацию и потребление. Необходимость этого определяется, в первую очередь, экономическими факторами. Известно, что капитальные расходы на реализацию мероприятий по экономии топлива и энергии в потребляющих отраслях приблизительно в 2–3 раза меньше по сравнению с затратами, необходимыми для выработки эквивалентного дополнительного количества энергии. Анализ современных парадигм логистики свидетельствует о тенденции распространения интеграции ресурсных потоков от уровня отдельных предприятий на региональные промышленные образования с присущей им системой поставки и распределения ресурсов и продукции с максимальным использованием потенциала образующихся отходов.

Цель настоящей работы заключается в разработке методов интеграции энергетических и материальных потоков предприятий, расположенных в рамках территориально-промышленных зон, обеспечивающих рациональное использование всех видов ресурсов, снижение объемов образующихся отходов и, как следствие, снижение техногенной нагрузки на окружающую среду.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

— предложена математическая модель анализа резервов энерго- и ресурсосбережения при реализации технологической интеграции производств, расположенных в рамках территориально-промышленной зоны;

— проведен анализ потребляемых ресурсов и образующихся отходов предприятий, расположенных в промышленной зоне «Рогань» г. Харькова и показана возможность ресурсно-технологической интеграции, обеспечивающей повышение эффективности их работы.

### 4. Методика анализа резервов энерго- и ресурсосбережения

Одним из путей, обеспечивающих достижения поставленной цели является методология, которая базируется на межотраслевой энерготехнологической интеграции промышленного потенциала предприятий, которые могут быть объединены в рамках территориально-промышленных комплексов [7]. Сущность такого подхода заключается в обеспечении перехода от узкоспециализированной технологии производства основного вида продукции, характерной для отдельного предприятия, к замкнутым производственным циклам с целью расширения спектра товаров, которые выпускаются за счет утилизации и комплексного использования материальных и энергетических вторичных ресурсов всех субъектов хозяйственной деятельности на означенной территории. В этом случае экологическая составляющая превращается из затратной в прибыльную статью экономической деятельности, что позволяет снять существующие противоречия между экологическим и экономическим императивами дальнейшего развития.

Первым шагом на пути решения проблемы повышения эффективности работы и экологической совместности предприятий с окружающей средой являются формирование ресурсно-продуктовой технологической схемы комплексного производства и разработка на этой основе модели прогнозирования его ресурсо- и энергопотребления. Это позволит оценить влияние каждого направления интеграционной технической политики на эффективность производства, рассчитать возможные резервы экономии ресурсов и снижение выбросов вредных веществ на протяжении всего «жизненного цикла» произведенной продукции, начиная от получения входного сырьевого ресурса. Чтобы определить суммарные потоки веществ, которые загрязняют окружающую среду, нужно определить количество веществ, которые задействованы на основных этапах изготовления и реализации продукции. Если  $M_i^{(1)}$  — количество материала вида  $i$  и во входном сырье, тогда  $M_i^{(2)}$  и  $M_i^{(3)}$  определяют аналогичные величины в промышленном и потребительском секторах. Под «материалом» следует понимать любое вещество или набор веществ, избранных для решения конкретной задачи по выпуску продукции. В рамках системы «промышленность — потребительский сектор — окружающая среда» эти условия можно записать в виде уравнения материального баланса для величин  $M_i^{(1)}$ ,  $M_i^{(2)}$ ,  $M_i^{(3)}$ :

$$\frac{dM_i^{(1)}}{dt} = \sum_{k=1}^m (-a_{ik} + b_{ik})x_k + \sum_{k=1}^l c_{ik}M_k^{(3)}; \quad (1)$$

$$\frac{dM_i^{(2)}}{dt} = \sum_{k=1}^m (a_{ik} - b_{ik})x_k - \sum_{k=1}^n d_{ik}y_k + \sum_{k=1}^l e_{ik}M_k^{(3)}; \quad (2)$$

$$\frac{dM_i^{(3)}}{dt} = \sum_{k=1}^n d_{ik} y_k - \sum_{k=1}^l (e_{ik} + c_{ik}) M_k^{(3)}, \quad (i=1, \dots, l). \quad (3)$$

В системе уравнений использованы следующие обозначения:  $a_{ij}$  — масса материала  $i$ , необходимого для производства единицы энергии вида  $j$ ;  $b_{ij}$  — масса материала  $i$ , что содержится в промышленных отходах при изготовлении единицы энергии вида  $j$ ;  $c_{ij}$  — масса материала  $i$ , что содержится в отходах, которые поступают в окружающие среды в единицу времени из отходов, которые образуются в сфере потребления из единицы массы топлива типа  $j$ ;  $d_{ij}$  — масса топлива  $i$ , необходимого для производства единицы продукции типа  $j$ , которая поступает в сектор потребления;  $e_{ij}$  — масса компонента  $i$ , которая поступает в единицу времени из сектора производства в сектор потребления в виде вторичного сырья, которое образовывается из единицы массы материала типа  $j$ .

Решение указанной системы уравнений позволит определить параметры, которые нужно выдержать, чтобы уменьшить массу или вид используемого ресурса  $i$ , и как следствие, повысить рентабельность производства и снизить техногенную нагрузку на окружающую среду.

Включение в расчет дополнительных ресурсо- и энергосберегающих мероприятий по каждому процессу приводит к необходимости учитывать затраты на обеспечение интегрированных технологий, а также реализацию мероприятий, связанных с защитой окружающей среды. Стремление уменьшить стоимостные показатели продукции путем реализации интеграционной модели обуславливает необходимость выбора таких технологических подходов, которые могут быть охарактеризованы как точечная модернизация. Суть такого подхода заключается в том, что в базовой технологической схеме осуществляется, в первую очередь, замена тех составляющих, которые наиболее сильно влияют на технико-экономические и экологические показатели. При решении вопросов, связанных с инвестированием проектов точечной модернизации, оценка их эффективности должна быть проведена с учетом дисконтирования и прогнозирования инфляционных процессов.

Сокращение потребления топливно-энергетических ресурсов в промышленности сопряжено с широкомасштабной реализацией современных энергосберегающих технологий и созданием высокоэффективных энерго-технологических комплексов для их реализации. Хотя этот вопрос далеко не нов, последние события на Востоке Украины явились дополнительными факторами, которые придали особое значение этой проблеме, что требует расширения диапазона используемых методов и средств. С этой целью были разработаны технологии, базирующиеся не только на эффективном использовании традиционных энергоносителей, но и предложены новые подходы, обеспечивающие вовлечение в сферу практического освоения нетрадиционные и возобновляемые энергоресурсы (энергия солнца, ветра, геотермальная энергия, тепловая энергия терриконов, нефтяных и газовых скважин, выработавшие свой ресурс). Некоторые из указанных разработок приведены в [8–14]. Эта информация является составной частью базы данных, формирование и регулярное пополнение которой необходимо для выбора конкретных технических приложе-

ний для реализации интеграционной модели развития территориально-промышленных комплексов.

### 5. Результаты исследования структуры и разработка ресурсо-технологической схемы территориально-промышленного комплекса

Учитывая, что мегаполис Харькова является одним из мощных производственных и интеллектуальных центров, проблема обеспечения его устойчивого функционирования является важной составляющей экономического развития Украины. Принимая во внимание территориальную неравномерность размещения производственно-экономического потенциала в различных территориально-промышленных зонах города, были выделены наиболее подготовленные районы для реализации первой очереди мероприятий в рамках программы индустриального симбиоза.

В качестве одного из наиболее перспективных объектов для реализации программы социально-экономического развития на основе интеграционной модели была выбрана промышленная зона (ПЗ) Рогань (рис. 1). Такой выбор обусловлен тем, что в этой зоне расположена сеть энергетических предприятий, включающая ТЭЦ-2 «Эсхар», ТЭЦ-4, а также ТЦРП «Рогань», способная обеспечить энергоснабжение не только существующую территориальную, промышленную инфраструктуру, но и в случае ее существенного расширения. На рис. 1 приведена диаграмма основных факторов вредного воздействия предприятий Роганского промузла на окружающую среду.

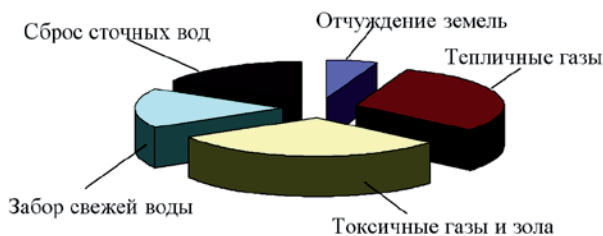


Рис. 1. Факторы вредного воздействия предприятий Роганского промузла на окружающую среду

На рис. 2 приведены данные, отражающие структуру выбросов материальных потоков предприятий, расположенных в зоне Роганского промузла.

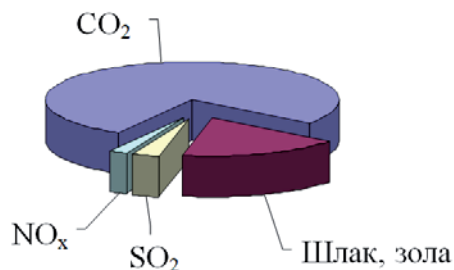


Рис. 2. Структура выбросов материальных потоков предприятий Роганского промузла (ТЭЦ-2 «Эсхар», ТЭЦ-4, ТЦРП «Рогань», пивзавод, мяскокомбинат, молочный комбинат и др.)

В этом районе находятся: пивзавод, мяскокомбинат, молочный комбинат, предприятия по производству солода,

фабрика упаковочного картона, механический завод, автотранспортное предприятие, а также агропромышленный комплекс сельскохозяйственной академии и другие предприятия Орджоникидзевского района г. Харькова.

В этом же районе функционирует крупнейшее в Украине предприятие по производству табачных изделий. В перспективе сеть предприятий должна быть расширена за счет создания дополнительных предприятий, цехов и производственных участков, обеспечивающих переход к практически полному замкнутому производственному циклу.

Не менее важным фактором является наличие квалифицированной рабочей силы и транспортной инфраструктуры, а также относительная территориальная обособленность района, позволяющая использовать прилегающие земельные ресурсы для практического воплощения интегральных технологий промышленного симбиоза.

Одним из звеньев программы устойчивого развития промышленных регионов является создание энергоэкологических комплексов на базе энергогенерирующих и энергоснабжающих предприятий, которые используют сбросную теплоту и другие отходы, образующиеся в процессе сжигания топлива, для расширения производства продуктов питания, кормов и других видов продукции, которые имеют коммерческую ценность.

Наличие собственной современной энергетической базы и развитой промышленной и социальной инфраструктуры является не только важным фактором устойчивого развития ПЗ «Рогань», но и существенным положительным аргументом в деле привлечения потенциальных инвесторов.

Инвестиционная деятельность позволит обеспечить реальную основу для достижения не только основной цели деятельности территориально-промышленного комплекса — получение максимальной прибыли, но и создаст благоприятные условия для стратегического развития, приводящего к улучшению социального климата, сохранению и дальнейшему развитию его производственного потенциала. За счет экономии материально-технических и энергетических ресурсов, в результате внедрения разработанных мероприятий будут аккумулированы средства, которые могут быть использованы для погашения инвестиционных обязательств и на дальнейшее развитие программы промышленного симбиоза.

Для реализации программы развития Роганского промышленного узла разработаны техническое предложение по реализации перспективного варианта комбинированной выработки тепла и электрической энергии для обеспечения потребностей предприятий, расположенных в зоне Роганского массива. Учитывая территориальную близость ТЭЦ-2 (Эсхар) и ТЭЦ-4 (ХТЗ), целесообразно после перевода на когенерационный режим работы

включить их в состав энергогенерирующих предприятий Роганского промузла, объединив их общей схемой материальных и энергетических потоков (рис. 3).

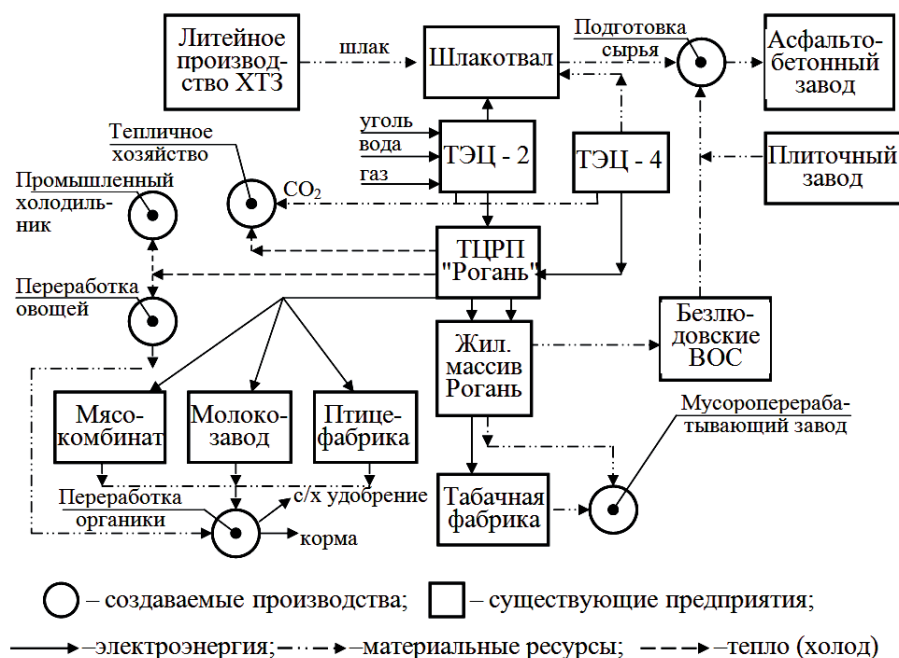


Рис. 3. Принципиальная схема ресурсной интеграции предприятий промузла «Рогань»

Указанные на схеме предприятия являются крупнейшими потребителями энергетических ресурсов как в виде сырья, используемого для производства промежуточных и конечных продуктов, так и в виде энергии, необходимой для осуществления производственных процессов.

По своей природе формируемые в рамках территориально-промышленных комплексов инновационно-технологические структуры относятся к сложным многоэлементным социально-техническим системам. При рациональном синтезе у них проявляется такое важное свойство как интегрирование потенциальных возможностей отдельных элементов системы в результате синергетического эффекта с получением нового, гораздо более весомого, результата (в нашем случае инновационно-технологического) по сравнению с простым суммированием возможностей каждого из элементов системы.

Таким образом, внедрение новых организационно-технических решений и технологических схем, направленных на повышение коэффициента интеграции позволяют на практике реализовать высокоэффективное малоотходное производство продукции, которая будет в максимальной степени отвечать современным показателям по энерго- и материалоемкости.

Результаты технико-экономических исследований свидетельствуют, что реализация модели индустриального симбиоза по интеграции материальных и энергетических потоков в пределах территориально-промышленного комплекса, обеспечивает уменьшение удельных затрат энергетических и сырьевых ресурсов в 2,2–3,5 раза. По отдельным технологическим направлениям этот показатель может достигать 3–4 кратного уменьшения, при этом уменьшение энергопотребления на 30–40 % приводит к снижению валовых выбросов в атмосферу примерно на 30 %. Подобных результатов можно достичь и на

объектах топливно-энергетического комплекса предприятий машиностроительного, горнометаллургического и химико-технологического профиля, используя аналогичные подходы в организации производственных связей.

## 6. Обсуждение результатов анализа эффективности применения интеграционной модели функционирования территориально-промышленных комплексов

На основе изложенного можно прийти к выводу, что внедрение новых организационно-технических решений, направленных на повышение коэффициента технологической интеграции, позволит на практике реализовать малоотходное энергоэффективное производство, которое будет отвечать перспективным требованиям экологической совместимости промышленных объектов с окружающей средой. Необходимо также заметить, что рассматриваемая социально-техническая система является саморазвивающейся, вовлекающая в процесс функционирования в сферу своего влияния новые территории и предприятия, модернизируя их в соответствии с новыми технологическими связями.

Основным результатом является то, что внедрение предлагаемой концепции энерго- и ресурсосбережения на основе интеграционной модели развития территориально-промышленных комплексов гарантирует экологическую безопасность, бесперебойное энергообеспечение и повышение эффективности деятельности предприятий, расположенных в этой промышленной зоне. При этом следует подчеркнуть, что благодаря внедрению интеграционной технологической схемы могут быть решены не только экологические, но и социально-экономические проблемы, важнейшими из которых являются:

- повышение коэффициента использования материальных ресурсов за счет дополнительной выработки более широкой номенклатуры продукции, включая товары народного потребления, продукты питания и т. п.;
- повышение социального престижа предприятий пищевого, машиностроительного и топливно-энергетического комплекса;
- создание дополнительных рабочих мест;
- рациональное использование топливных, земельных и водных ресурсов, снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Все это в комплексе будет способствовать повышению и удержанию инвестиционного капитала в границах производственно-территориальной системы. При этом будет обеспечиваться расширенное воспроизводство на территориях приоритетного развития путем усиления роли малого и среднего предпринимательства, которое, в свою очередь, приведет к увеличению количества рабочих мест и налоговых поступлений в бюджеты всех уровней.

## 7. Выводы

Основные результаты исследований заключаются в следующем:

1. Предложена методика определения резервов энерго- и ресурсосбережения и повышения инвестиционной

привлекательности территорий на основе интеграционной модели функционирования территориально-промышленных комплексов, обеспечивающая получение необходимой информации для разработки стратегических планов их социально-экономического развития.

2. Рассмотрены принципы формирования ресурсно-продуктовой технологической схемы комплексного производства и показано, что для обеспечения устойчивого развития промышленных регионов целесообразно создание энергоэкологических комплексов, использующих сбросную теплоту и другие виды вторичных ресурсов, для расширения номенклатуры производимой продукции.

3. Установлено, что внедрение новых организационно-технических решений, направленных на повышение коэффициента технологической интеграции, позволяет на практике реализовать малоотходное энергоэффективное производство, обеспечивающее уменьшение удельных затрат энергетических и сырьевых ресурсов в 2,2–3,5 раза с одновременным снижением объемов валовых выбросов в атмосферу в 2–3 раза.

## Литература

1. Товажнянский, Л. Л. Основы энерготехнологии промышленности [Текст] / Л. Л. Товажнянский, О. Б. Анишко, В. А. Маляренко. — Харьков: НТУ «ХПИ», 2002. — 436 с.
2. Мацевитый, Ю. М. Интегрированные технологии — методологическая основа индустриального симбиоза [Текст] / Ю. М. Мацевитый, В. В. Соловей, Т. В. Воловина // Экология и промышленность. — 2005. — № 2(3). — С. 23–26.
3. Salamatinia, B. Modeling of the continuous copper and zinc removal by sorption onto sodium hydroxide-modified oil palm frond in a fixed-bed column [Text] / B. Salamatinia, A. H. Kamaruddin, A. Z. Abdullah // Chemical Engineering Journal. — 2008. — Vol. 145, № 2. — P. 259–266. doi:10.1016/j.ccej.2008.04.025
4. Linnhoff, B. User Guide on process integration for the efficient use of energy [Text] / B. Linnhoff, D. Townsend, D. Boland. — Rugby: IChemE, 1994. — 247 p.
5. Smith, R. The optimal design of integrated evaporation systems [Text] / R. Smith, P. S. Jones // Heat Recovery Systems & CHP. — 1990. — Vol. 10, № 4. — P. 341–368. doi:10.1016/0890-4332(90)90086-y
6. Дробноход, М. І. Концепція переходу України до стійкого екологічно безпечного розвитку [Текст] / М. І. Дробноход. — К.: МАУП, 2002. — 17 с.
7. Дорогунцов, С. И. Управление техногенно-экологической безопасностью в контексте парадигмы устойчивого развития: концепция системно-динамического решения [Текст] / С. И. Дорогунцов, А. Н. Ральчук. — К.: Наукова думка, 2002. — 198 с.
8. Schlapbach, L. Hydrogen-storage materials for mobile applications [Text] / L. Schlapbach, A. Züttel // Nature. — 2001. — Vol. 414, № 15. — P. 353–358. doi:10.1038/35104634
9. Özgür, A. E. Second law analysis of two-stage compression transcritical CO<sub>2</sub> heat pump cycle [Text] / A. E. Özgür, H. C. Bayrakçı // International Journal of Energy Research. — 2008. — Vol. 32, № 13. — P. 1202–1209. doi:10.1002/er.1415
10. Товажнянский, Л. Л. Интегрированные энергосберегающие теплотехнологии в стекольном производстве [Текст] / Л. Л. Товажнянский, В. М. Кошельник, В. В. Соловей, А. В. Кошельник. — Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. — 628 с.
11. Соловей, В. В. Розробка науково-технічних принципів створення тепловикористовуючих металогідрідних систем [Текст] / В. В. Соловей, О. В. Кошельник, Н. А. Чорна // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. — 2011. — № 7(89). — С. 67–73.
12. Пат. України № 103681. МПК C25B 1/12, C25B 1/03. Пристрій для одержання водню високого тиску [Текст] / Соловей В. В., Шевченко А. А., Котенко А. Л., Макаров О. О. — № а 2011 15332; заявл. 26.12.2011, опубл. 11.11.2013, Бюл. № 21. — 4 с.

13. Васильев, А. Й. Використання геліо- та вітроенергетичних комплексів для зниження техногенного навантаження в рекреаційних зонах [Текст] / А. Й. Васильев, В. В. Соловей, І. Емрі // Вісник Інженерної академії України. — 2014. — Вип. 1. — С. 209–214.
14. Sandrock, G. Applications of Hydrides [Text] / G. Sandrock // Hydrogen Energy System. — Springer Netherlands, 1995. — P. 253–280. doi:10.1007/978-94-011-0111-0\_17

#### ПЕРСПЕКТИВИ ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ОСНОВІ ІНТЕГРАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІАЛЬНО-ПРОМИСЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ

Розглянута методика визначення резервів енерго- і ресурсозбереження на основі інтеграційної моделі функціонування територіально-промислових комплексів. Для забезпечення стійкого функціонування промислових регіонів доцільно створення енергоекологічних комплексів, які використовують скидну теплоту та інші види відходів. Підвищення коефіцієнта технологічної інтеграції дозволить реалізувати маловідходне енергоефективне виробництво, що відповідає вимогам екологічної сумісності промислових об'єктів з навколишнім середовищем.

**Ключові слова:** енергетичні та матеріальні вторинні ресурси, інновації, індустріальний симбіоз, інтеграційні процеси.

*Мацевитий Юрій Михайлович, академік НАН України, доктор технічних наук, директор, Інститут проблем машиностроення ім. А. Н. Подгорного НАН України, Харків, Україна, e-mail: Admi@ipmach.kharkov.ua.*

*Соловей Виктор Васильевич, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом водородной энергетики, Институт проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного НАН Украины, Харьков, Украина, e-mail: solovey@ipmach.kharkov.ua.*

*Васильев Анатолий Иосифович, доктор экономических наук, профессор, заместитель директора по научно-технической деятельности, Институт проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного НАН Украины, Харьков, Украина, e-mail: eau.7788982@gmail.com.*

*Мацевитий Юрій Михайлович, академік НАН України, доктор технічних наук, директор, Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України, Харків, Україна.*

*Соловей Виктор Васильевич, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом водневой энергетики, Институт проблем машиностроения им. А. М. Подгорного НАН Украины, Харьков, Украина.*

*Васильев Анатолий Иосифович, доктор экономических наук, профессор, заместитель директора по научно-технической деятельности, Институт проблем машиностроения им. А. М. Подгорного НАН Украины, Харьков, Украина.*

*Matsevity Yuriy, A. N. Podgorny Institute for Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine, e-mail: Admi@ipmach.kharkov.ua.*

*Solovey Victor, A. N. Podgorny Institute for Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine, e-mail: solovey@ipmach.kharkov.ua.*

*Vasilev Anatoliy, A. N. Podgorny Institute for Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine, e-mail: eau.7788982@gmail.com*

УДК 614.8.084

DOI: 10.15587/2312-8372.2014.34783

Годик В. А.,  
Зенкин А. С.,  
Тарадай В. И.

## ОЦЕНКА РИСКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПУТЕМ СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКОЙ ДЕКОМПОЗИЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ

В работе показана последовательность применения *systems engineering* для анализа возможных происшествий на промышленных предприятиях (ПП). Приводится наглядное представление структурно-логической декомпозиции ПП с выделением на каждом этапе основных компонентов (подсистем) и их связей. Выделена подсистема самоорганизации ПП и показана возможность влияния «отказа» в одной подсистеме к возникновению и развитию аварии в других.

**Ключевые слова:** системная инженерия, энергоэнтروпийная концепция, подсистема, структурно-логическая декомпозиция, оценка рисков, промышленный ущерб.

### 1. Введение

Анализ и расчет технико-производственных рисков и ущербов особенно актуальны в настоящее время, когда высокая степень износа энергетического и технологического оборудования приводят к авариям с труднопредсказуемыми последствиями. Сложившаяся кризисная обстановка в вопросах аварийности и травматизма объясняется не только низкой культурой технологической дисциплины персонала, но и конструктивным несовершенством и большим износом промышленного оборудования [1]. Исследования по проблемам риска и производственной безопасности страдают, в первую очередь,

из-за отсутствия единой скоординированной методологии. Использование разных методик и критериев ведет к принятию неоптимальных решений, экономическим издержкам и неизбежному риску крупных аварий [1, 2].

Методология анализа риска аварий является основой декларирования промышленной безопасности. Однако, в практике встречаются ошибки при установлении критериев приемлемости рисков: попытки нормирования показателей риска без типизации источника опасности и неучет высокой дисперсии получаемых оценок. Единый подход может быть использован, если на начальных этапах исследования ПП рассматривается как сложная техногенная система.