

УДК 330.13:658.5

**СИСТЕМНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИИ НА ОСНОВЕ
ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ В ТЕЧЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ****К.С. КЛИМЕНКО***(Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», Киев)*

Ресурсосбережение является важнейшей характеристикой процесса производства и количественно определяется входами и выходами потоков вещества, энергии, информации. Рассмотрение изделия в течении его жизненного цикла позволяет выделить пять стадий, связанных с возможностью эффективного ресурсосбережения за счет трансфера технологий: проектирование; подготовка производства; производство; эксплуатация; ремонт, восстановление и утилизация изделия. На основе такого деления предложено создание ресурсосберегающего трансферно-технологического холонического кластера, что позволяет системно и гибко объединить возможности по ресурсосбережению нескольких предприятий наукоемкой сферы, обеспечивая производство интеллектуальных высокоэффективных изделий.

Введение. Условия конкуренции требуют осуществлять выпуск наукоемких изделий максимально эффективно. Одним из важнейших факторов обеспечения условий адекватности выпускаемых изделий рынку является минимизация затрат ресурсов производства. Современные представления о жизненном цикле изделия позволяют обосновать и сформулировать актуальную проблему, которая стоит перед отечественным машиностроением – создание конкурентоспособных наукоемких изделий на базе разработки и внедрения в производство новейших производственных и информационных технологий в комплексе – от идеи создания изделия до его утилизации. При этом не снимается задача технологического обеспечения изделия максимальных эксплуатационных характеристик.

Дальнейшее ужесточение требований рынка приводит к повышению расходов на обеспечение жизненного цикла изделия. Наибольший эффект стратегия широкого применения трансфера технологий имеет для сложных наукоемких изделий. В таких изделиях привлекательной для покупателя становится не только цена, но и гарантия быстрой и качественной разработки, производства, эксплуатации и сопровождения изделия.

Основная часть. Современное состояние промышленного производства обуславливает необходимость кардинального пересмотра модели его развития в пользу решений, предусматривающих удовлетворение потребностей людей за счет технологий, обеспечивающих наибольшую отдачу от изделий на всех этапах их жизненного цикла – от идеи и проектирования до ремонта и утилизации. Один из наиболее вероятных сценариев такого развития основан на создании систем интеллектуального производства, разрабатывающих и выпускающих сложную наукоемкую продукцию, готовых в нужный момент объединить свои интеллектуальные, финансовые и технологические возможности для достижения успешного коммерческого результата совместной деятельности в составе виртуальных производственных корпораций, координируя свои цели в области производства новых товаров и услуг. [1; 2]

В общем виде система – объект любой природы, обладающий «системным» свойством, т.е. свойством, которого не имеет ни одна из частей системы при любом способе деления, невыводимым из свойств частей [3; 4]. Части системы, имеющие аналогичные свойства, – подсистемы. Главными характеристиками системы являются:

– Структура.

Структура системы определяется: рядом ее элементов (М); соответствующими свойствами элементов (Р); связями (взаимодействиями) элементов, определяемыми как соотношения между элементами (R). Согласно этому, структура системы представляет собой множество: $S = \{M, P, R\}$.

– Входы и выходы.

Связи между системой и ее окружением представляют собой входы {X} и выходы {Y}. Согласно Н. Винеру входы и выходы системы можно разделить на три общие категории: вещество, энергия, информация. [1]

– Функция (F).

Функция системы для достижения некоторой цели состоит в преобразовании входов {X} в выходы {Y}.

Как показывает анализ литературных источников и практический анализ жизненного цикла изделий, влияние трансфера технологий на ресурсосбережение на предприятии целесообразно рассматривать как систему, характеризуемую пятиуровневым строением.

Начальный уровень {M₁} связан с проектированием изделий, включая научно-исследовательские работы.

Второй уровень $\{M_2\}$ системы обусловлен затратами на подготовку производства, включая стоимость приобретаемой технологии.

Третий уровень $\{M_3\}$ обусловлен ресурсосбережением, связанным с затратами материальных и трудовых ресурсов непосредственно при изготовлении изделий. Речь может идти о так называемой «технологической» себестоимости продукции, которая определяется величиной капитальных затрат, производительностью оборудования, стоимостью технологической оснастки, инструмента и материалов, затратами на их частичное восстановление.

На четвертом уровне $\{M_4\}$ целесообразно рассматривать результат влияния трансфера технологий на эффективность практического применения продукта, созданного с его использованием. В частности, характеристики ресурсосбережения, связанные с периодом жизни изделия в эксплуатации.

Последний уровень $\{M_5\}$ охватывает влияние трансфера технологий на ресурсосбережение при ремонте, восстановлении и утилизации изделий.

Т.о., система включает пять элементов, связанных со всеми составляющими жизненного цикла изделия.

В совокупности эти уровни (подсистемы) составляют систему влияния трансфера технологий на ресурсосбережение на протяжении жизненного цикла изделия. В то же время, простое суммирование этих пяти составляющих еще не определяет свойства всей системы.

Комплекс составляющих системы, обуславливающий получение результата деятельности всей системы, нужно рассматривать как холонический (целостный), а его составляющие – как отдельные самостоятельные холоны. При этом каждый холон характеризуется своими показателями в рамках общего показателя холонической системы.

Характеристика рассматриваемой системы представлена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика холонической системы ресурсосбережения для жизненного цикла изделия

№ №	Элементы (М)	Взаимодействия (R)	Входы (X)	Выходы (Y)	Цели (функция) (F)
11	Параметры изделия	Соотношения между параметрами изделия	Требования к изделию	Проектная документация	Снижение ресурсных затрат на проектирование изделия
22	Проектная документация	Плановые условия подготовки производства	Исходные данные по подготовке производства изделия	Документация на подготовку производства изделия. Производственная оснастка, инструмент	Снижение ресурсных затрат на подготовку производства
33	Документация на производство изделия. Производственная оснастка, инструмент	Маршруты перемещения заготовки. Настройка оборудования, подготовка инструмента	Технология изготовления изделия	Изделие	Снижение ресурсных затрат на изготовление изделия
44	Изделие, контр-тела, среда	Условия эксплуатации	Технология эксплуатации изделия	Работоспособность изделия в эксплуатации	Снижение ресурсных затрат эксплуатацию изделия
55	Вышедшее из строя изделие. Документация на восстановление, утилизацию изделия. Производственная оснастка, инструмент	Маршруты перемещения заготовки. Настройка оборудования, подготовка инструмента	Технология восстановления, утилизации изделия	Работоспособность восстановленного изделия в эксплуатации. Затраты на утилизацию изделия	Снижение ресурсных затрат на восстановление, утилизацию изделия

С учетом основной цели – снижение ресурсных затрат за жизненный цикл изделия – на рисунке 1. представлены графы прямых и обратных связей между холонами рассматриваемой системы.

В качестве одного из параметров, определяющих элементы (М), входящего в соответствующий холон, выступает информация о наличии трансфера технологий (наличие трансферных возможностей внутренней или внешней среды и их реализация).

Во внутренней среде предприятия трансферные отношения возникают между его структурными подразделениями, во внешней среде предприятия – в результате его взаимодействия с органами государственной власти, бизнес-партнерами, потребителями готовой продукции и др. [5]

Параметры, определяющие входы (X) соответствующего холона, включают затраты, связанные с трансфером технологий применительно к этой подсистеме.

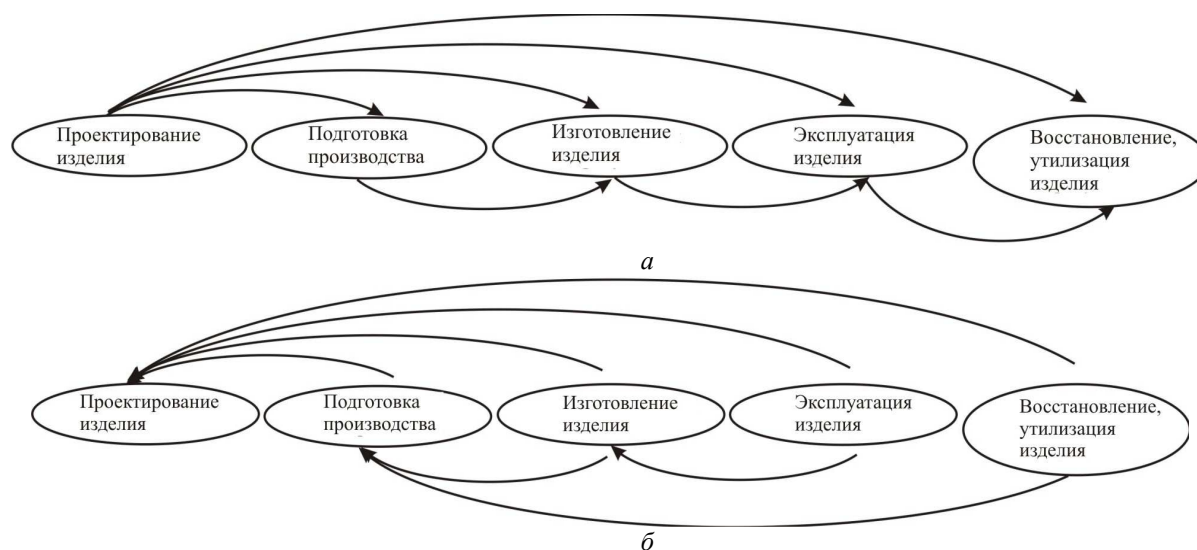


Рис. 1. Графы прямых (а) и (б) обратных связей между холонами рассматриваемой системы

Анализ рассматриваемой системы позволяет предложить формирование ресурсосберегающего трансферно-технологического холонического кластера, в состав которого входят предприятия: производящие изделия; эксплуатирующие изделия; занимающиеся ремонтом, восстановлением и утилизацией изделий. В общем виде подобные кластеры определяются как производственные сети тесно взаимосвязанных предприятий, объединенных друг с другом в производственную цепочку [6], в рамках которой реализуется процесс ресурсосбережения.

В общем виде в состав ресурсосберегающего трансферно-технологического холонического кластера должен выходить блок, связанный с проектированием изделия. В проектирование входят формирование идеологии изделия, научно-исследовательские и конструкторско-технологические проработки. Эту роль могут выполнять структуры извне (научно-исследовательские организации, университеты, частные лица и т.д.) или соответствующие подразделения предприятия-изготовителя.

Рассмотрение ресурсосбережения в полном объеме кластера позволяет предложить в качестве объединяющей задачи работу на единый конечный результат, связанный с минимизацией затрат ресурсов за весь жизненный цикл изделия. В то же время аналогичная задача стоит перед каждой составляющей кластера в отдельности.

Нужно иметь в виду, что для выполнения объединяющей задачи предприятиям кластера, в рамках индивидуальной деятельности необходимо разработать стратегию дифференцирования приоритетов. Предприятия, исходя из наличия трансферного, креативного и производственного потенциалов, выбирают подходы к ресурсосбережению на всех этапах технологической цепочки изготовления изделия или на ее отдельных фрагментах.

При формировании ресурсосберегающего трансферно-технологического холонического кластера нужно иметь в виду, что его структура может изменяться с течением времени, исходя из конкретно решаемых задач. Удельный вклад участников кластера в суммарное ресурсосбережение в кластере также может меняться. При этом основным критерием эффективности кластера остается наибольшее ресурсосбережение, за которое все участники несут солидарную ответственность.

Такая форма организации системы ресурсосбережения характеризуется синергетическим эффектом, связанным не просто с арифметическим сложением результатов деятельности отдельных составляющих ресурсосберегающего трансферно-технологического холонического кластера, а их совокупным усилением за счет наличия взаимосвязей между их результатами.

Для реализации технологии производства, основанной на учете жизненного цикла изделия важнейшую роль играет менеджмент качества предприятий, объединенных в экономический кластер. При реализации таких проектов, как формирование системы менеджмента качества предприятия, необходимо объединить различные виды организационной деятельности на единой методологической базе, в качестве которой могут использоваться принципы концептуального проектирования виртуальных бюро.

Анализ рассматриваемой системы удобно выполнять с помощью карт данных отдельных холонов (подсистем 1–5). Пример такой карты для холона проектирования изделия представлен в таблице 2.

Нужно отметить, что проектирование изделия, которое может включать этап НИОКР и этап подготовки проектной документации на изделие, может выполняться на основе использования как внутреннего, так и внешнего трансфера технологий.

Таблица 2

Карта данных холона проектирования изделия (на примере отдельной детали)

1. Функция системы : снижение ресурсных затрат на проектирование изделия			
2. Входные параметры : требования к изделию, наличие оборудования и персонала			
3. Структура системы			
Элементы	Габариты	Точность	Параметры состояния поверхностного слоя
Параметры элементов	1. Длина, высота, ширина	2. Величины допусков	3. Шероховатость поверхности, упрочнение поверхностного слоя, фазовый состав материала
Взаимодействия	1→2; 1→3; 2→3		
4. Выходные параметры			
Ресурсные затраты на проектирование изделия без использования трансфера технологий. Проектная документация		Ресурсные затраты на проектирование изделия с использованием трансфера технологий. Проектная документация	

Производитель продукции имеет возможность проектировать изделие собственными силами с привлечением имеющихся возможностей, а также с использованием приобретенных трансферных продуктов (внутренний и смешанный трансфер), например программных продуктов для компьютеров. Кроме того, проектирование изделия может выполнять специализированной организацией с последующей передачей проектной документации организации-изготовителю (внешний трансфер) по отдельному договору.

Ресурсосбережение при проектировании изделий, связанное с экономией времени и материалов на выполнение работы и подготовку проектной документации, рассчитывается по формуле:

$$\Delta Z_1 = (T_{исх1}C_{исх1} - T_{т1}C_{т1})K_{п1} - (C_{исх1} - C_{т2})K_{з2}, \quad (1)$$

где $T_{исх1}$, $T_{т1}$ – время на выполнение проектных работ по варианту без привлечения и с привлечением трансферных услуг, соответственно;

$C_{исх1}$, $C_{т1}$ – стоимость единицы времени на выполнение проектных работ по варианту без привлечения и с привлечением трансферных услуг, соответственно;

$C_{исх1}$, $C_{т1}$ – стоимость оборудования, программных продуктов и др. материального оснащения на выполнение проектных работ по варианту без привлечения и с привлечением трансферных услуг, соответственно;

$K_{п1}$ – коэффициент, учитывающий наличие персонала, который непосредственно не участвует в проектировании изделия;

$K_{з1}$ – коэффициент, учитывающий долю стоимости материального оснащения, приходящуюся на проектирование конкретного изделия.

Общее выражение для оценки изменения затрат (как трудовых, так и ресурсных) за счет трансфера технологий на всем жизненном цикле изделия имеет вид:

$$\Delta Z = \Delta Z_1 + \Delta Z_2 + \sum_{j=1}^6 \Delta Z_4 + \Delta Z_5, \quad (2)$$

где ΔZ_1 – изменение затрат за счет трансфера технологий при проектировании изделия;

$$\Delta Z_{2,3} = \Delta Z_2 + \sum_{i=1}^3 \Delta Z_3 - \text{изменение затрат за счет подготовки производства и производства изделия};$$

$\Delta Z_{3-1} = \Delta Z_{3+т.2}$ – изменение затрат за счет изготовления изделия, при подготовке производства которого использовался трансфер технологий;

$\Delta Z_{3-2} = \Delta Z_{т.3}$ – изменение затрат за счет изготовления изделия, в условиях использования трансфера технологий;

$\Delta Z_{3-3} = \Delta Z_{т.2р+т.3}$ – изменение затрат за счет изготовления изделия, при подготовке производства и производстве которого использовался трансфер технологий;

$\Delta Z_{4-1} = \Delta Z_{4+т.2}$ – изменение затрат за счет эксплуатации изделия, при подготовке производства которого использовался трансфер технологий;

$\Delta Z_{4-2} = \Delta Z_{4+т.2+т.3}$ – изменение затрат за счет эксплуатации изделия, при подготовке производства и производстве которого использовался трансфер технологий;

$\Delta Z_{4-3} = \Delta Z_{4+т.3}$ – изменение затрат за счет эксплуатации изделия, при производстве которого использовался трансфер технологий;

$\Delta Z_{4-4} = \Delta Z_{T,4+T,2}$ – изменение затрат за счет эксплуатации изделия, при подготовке производства и производстве которого использовался трансфер технологий;

$\Delta Z_{4-5} = \Delta Z_{T,4+T,2+T,3}$ – изменение затрат за счет эксплуатации изделия, при подготовке производства, производстве и эксплуатации которого использовался трансфер технологий;

$\Delta Z_{4-6} = \Delta Z_{T,4+T,3}$ – изменение затрат за счет эксплуатации изделия, при производстве и эксплуатации которого использовался трансфер технологий;

ΔZ_5 – изменение затрат за счет трансфера технологий при ремонте, восстановлении и утилизации изделия.

При анализе наследования влияния трансфера технологий на всем жизненном цикле изделия принималось во внимание следующее.

При переходе от подсистемы проектирования изделия к подсистеме изготовления изделия влияние трансфера технологий на показатель последней отсутствует; переход от подсистемы эксплуатации к подсистеме ремонта, восстановления, утилизации является барьером для наследования влияния трансфера технологий от предыдущих этапов.

При разработке технологий, основанных на обеспечении жизненного цикла изделия, необходимо иметь ввиду следующее. В настоящее время объемы документации, сопровождающей высокотехнологичную продукцию, очень велики. Возникают значительные сложности в поиске необходимой документации, как при пользовании, так и при внесении исправлений, доработок в конструкцию и технологии, повторном кодировании. Поэтому информационная составляющая в производстве является очень важным аспектом при оценке эффективности, в частности, – за счет нововведений. Для преодоления этих проблем базовой альтернативной концепцией является идея информационной интеграции стадий жизненного цикла изделия в виде CALS-технологии (Continuous Acquisition and Lifecycle Support) – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла продукции [7]. Ее цель – информационная поддержка минимизации затрат в течение жизненного цикла изделия, повышение его качества и конкурентоспособности.

Вывод. Ресурсосбережение в течение жизненного цикла изделия является сложной производственной и информационной задачей, которая должна решаться на основе системных представлений. Для этого, с учетом всех составляющих жизненного цикла изделия, – проектирования (включая НИР), подготовки производства, производства, эксплуатации, ремонта, восстановления и утилизации – предложено создание ресурсосберегающего трансферно-технологического холонического кластера, основным критерием эффективности которого остается наибольшее ресурсосбережение, за которое отдельные составляющие кластера (холоны) несут ответственность в рамках своей подсистемы, а все участники кластера несут солидарную ответственность в рамках системы в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горюшкин, В.И. Основы гибкого производства деталей машин и приборов / В.И. Горюшкин. – М. : Наука и техника, 1984. – 140 с.
2. Скородумов, С.В. Состояние и развитие систем компактного интеллектуального производства / С.В. Скородумов // Литейное производство. – 1999. – № 7. – С. 28–34.
3. Соловьев, В.П. Инновационная деятельность как системный процесс в конкурентной экономике (синергетические эффекты инноваций) / В.П. Соловьев. – Киев : Феникс, 2006. – 560 с.
4. Новиков А.М. Профессиональная педагогика: учебник для студентов, обучающихся по педагогическим специальностям и направлениям / А.М. Новиков. – 1997. – 497 с.
5. Пильцер, Пол. Безграничное богатство. Теория и практика «экономической алхимии» / Пол Пильцер // Новая индустриальная волна на Западе. Антология. – 1999. – 423 с.
6. Hannam, R. Computer Integrated Manufacturing; from concepts to realisation / R. Hannam. – Harlow : Addison Wesley, 1997. – 258 p.
7. Дружинин, В.В. Системотехника / В.В. Дружинин, Д.С. Конторов – 1985. – 200 с.

Поступила 28.08.2014

SYSTEM CONCEPTS OF RESOURCE-BASED TECHNOLOGY TRANSFER DURING THE LIFE CYCLE OF A PRODUCT

K. KLYMENKO

Resource economy is a necessary part of the production process, which is characterized by specific inputs and outputs of the system, which include material, energy, information. In fission production process to the elements an opportunity for innovation on every single step that brings greater efficiency and the possibility of objective assessment. Highlighting five stages of production associated with all components of the "life" cycle of a product: design, preparation, direct production, maintenance and disposal of this product, well be denote the possibility of introducing new developments and resources for each of them. Creating Transfer Technology economic cluster provides the opportunity to combine the resources of several high technology companies sphere, although with time and conditions are subject to change cluster members.