

КОНЦЕПЦИЯ ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В ПРОИЗВОДСТВЕ

А. В. Мухин, В. Г. Ларионов, Г. Э. Ганина, Ю. А. Островский, А. П. Яковлева

*Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана,
Москва, Российская Федерация*

Предложена концепция достижения максимального синергетического эффекта в производстве на основе новой организационной формы кооперативной деятельности, позволяющей целенаправленно получать эмерджентный результат. Существует проблема измерения синергетической эффективности, объясняемая разнообразием способов оценки синергетического эффекта в целом и в отдельных направлениях человеческой деятельности. Творчество в производственной деятельности, связанное с интуитивным мышлением, может проявляться в виде глобальных инноваций, отличающихся масштабностью во времени и по степени распространения в сферах производства и имеющих методологическое значение для законов управления в данной деятельности. Рассматриваются несколько глобальных инноваций в области управления процессами достижения эффективности производства: разделение труда; поточное производство; гибкое автоматизированное производство; виртуальное производство, – имеющие основной формой разделение труда. Данные глобальные инновации не связаны между собой формальным образом и являются результатом творческой деятельности человека, опирающейся на интуитивное мышление. Разделение труда параллельно приводит к кооперации. Закономерность рутинно-творческого преобразования позволяет описать новую форму организации труда на основе так называемого эргодинамического кооператива, особенность структуры которого заключается в том, что кооперативная деятельность имеет составную часть, обеспечивающую синергетический эффект. Возникает инверсный способ достижения эмерджентности: от появления свойства эмерджентности за счет изобретательской деятельности творческого субъекта до реализации этого свойства в продукте за счет кооперативной деятельности участников кооператива. Формально доказано, что эргодинамический кооператив является эмерджентнопродуцирующей системой, функционирующей в пределах традиционной парадигмы эффективности производства, т. е. принадлежит к глобальным инновациям.

Ключевые слова: синергия, кооперация, глобальная инновация, эргодинамический кооператив, эмерджентность.

Для цитирования: Мухин А. В., Ларионов В. Г., Ганина Г. Э., Островский Ю. А., Яковлева А. П. Концепция достижения максимального синергетического эффекта в производстве // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2021. № 1. С. 13–25. DOI: 10.24143/2073-5537-2021-1-13-25.

Введение

В настоящее время пристальное внимание во многих областях деятельности приковано к вопросам синергии, что объясняется постоянным стремлением общества находить новые способы повышения эффективности принимаемых решений, особенно в тех областях, где эти решения связаны напрямую с жизнедеятельностью. К такому роду деятельности относится и производство, в котором традиционно переплетены такие факторы, как расход разного рода ресурсов в сочетании с непрерывной динамикой роста потребностей человека. Не довольствуясь достигнутыми результатами в области повышения эффективности производства, человек ищет новые пути и способы в различных сферах фундаментальной и прикладной науки. В этой связи интерес к синергии «подогревается» тем обстоятельством, что синергетика выделяется, как и любое новое направление в науке, вселяя в умы надежды на новые способы решения старых задач. При этом обсуждаются различные примеры «слияния» структур, приводящие к новым достижениям в области эффективности – слияния, поглощения фирм и т. п. Вместе с тем выясняется, что появление новых свойств «эмерджентности», т. е. новых «чудесных» свойств в результате слияния, до сих пор остается загадкой в плане изучения систем.

Широко рекламируемое в описательном плане свойство эмерджентности в живой природе плохо укладывается в известные модели управления техническими системами. Приходится признать, что модель управления синергией невозможно построить без привлечения новых подходов к анализу деятельности человека, которая по природе своей многоаспектна и наделяется особыми закономерностями.

Выясняется, что практическая деятельность, направленная на повышение эффективности производства, зачастую определяет теоретические разработки в этой сфере. В практической деятельности всегда можно обнаружить скрытые закономерности, которые могут иметь большое значение для пополнения соответствующих теоретических положений. В настоящей статье сделана попытка осмыслить некоторые аспекты практической деятельности человека в направлении повышения эффективности производства, чтобы использовать их для построения аппарата управления синергетическим эффектом. В связи с новизной вопроса и широким спектром разнообразных подходов приходится ограничиться лишь концептуальным рассмотрением, чтобы на этой основе получить возможность проникнуть в область практического использования в производственной деятельности.

Проблема реализуемости возможных способов получения синергетических эффектов

Многие исследователи, погружаясь в мир синергии, неизбежно сталкиваются, в первую очередь, с проблемой измерения синергетической эффективности, в теоретическом плане являющейся главной. Эта проблема объясняется разнообразием подходов к оценке синергетического эффекта в целом и в отдельных направлениях человеческой деятельности. Большинство публикаций на эту тему посвящено так называемой *эмерджентной эволюции* [1].

Считается, что *эмерджентность* – это свойство системы, не присущее ее элементам в отдельности; это свойство не сводится к сумме свойств элементов системы. В большинстве публикаций приводятся примеры, описывающие явления, которые невозможно объяснить формально-логическим способом [2–4]: необычные свойства косяка рыб, стаи птиц, стада животных.

Подобные свойства, называемые эмерджентностью, ввиду загадочности происхождения приобрели эпитеты «таинственные», «непредсказуемые», «необъяснимые» и др. Единственное, в чем человечество остановилось в объяснении подобных загадок, заключается в том, что появление свойства эмерджентности сложных систем связано с эволюцией последних в течение весьма длительного срока (рис. 1).

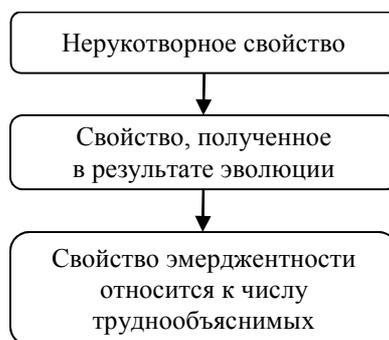


Рис. 1. Схема непрерывного появления свойства эмерджентности

Эволюция сложных систем в какой-то степени объясняет происхождение свойств эмерджентности в живой природе, но ничем не приближает нас к практическому использованию этого явления. Оно относится к числу нерукотворных, о чем было ранее указано в публикации [5].

Исследователи явления эмерджентности [2–4] понимают, что использовать его феномен в практических целях не представляется возможным, но обращение к этому явлению в плане изучения его сущности подсказывает возможные пути имитации. В практическом плане большинство задач синергии связано не с объектами живой природы, приведенными в примерах [2–4], а с искусственными, чаще всего техническими.

Механизм возникновения свойств эмерджентности в живой природе действительно не изучен, но обращение к его изучению наталкивает на мысль, что и для искусственных систем необходимо найти механизм такой же таинственности.

В деятельности человека такого рода механизм присутствует и связан с применением интуитивного мышления. Подобный вид мышления давно привлекал внимание и обсуждался [6], но в практической деятельности он находит применение на основе так называемой рутинно-творческой закономерности преобразования трудовой деятельности [7, 8]. Схему использования этой закономерности для описания получения синергетического эффекта можно представить на рис. 2.



Рис. 2. Схема получения синергетического эффекта на основе интуитивного мышления

Объединяет схемы (рис. 1, 2) необъяснимость получения эффекта не формально-логическим способом. Если в первом случае (рис. 1) объяснение опирается на «загадочное» явление эволюции, то во втором (рис. 2) «загадочность» связана с понятием интуиции.

Ярким примером появления феноменальных свойств в технике может служить открытие новых сплавов (например, бронза = медь + олово; латунь = медь + цинк и т. д.), способности которых по свойствам (например, прочность) невозможно было предсказать формально-логическим методом. Эти и подобные открытия новых синергетических эффектов укладываются в схему, представленную на рис. 2, которую можно обозначить как *рукотворное получение нового синергетического эффекта неформальным способом*.

Чаще синергетический эффект достигается в результате принятия решений формально-логическим способом (рис. 3).

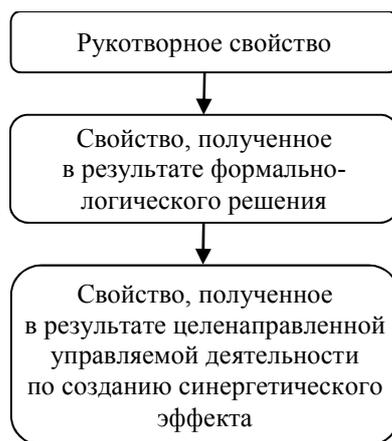


Рис. 3. Схема получения синергетического эффекта формально-логическим способом

Синергетические эффекты, полученные по схеме рис. 3, как правило, не отличаются чрезмерно большими значениями, но зато весьма многочисленны в практических применениях. В качестве примера здесь можно указать на описание [9] многочисленных случаев получения эффектов в результате слияния или поглощения фирм. Они свидетельствуют, что используя

фактор разнообразия, в практической производственной деятельности можно получать значительный суммарный экономический эффект.

Подводя итог, проиллюстрируем общую схему получения синергетического эффекта (рис. 4).

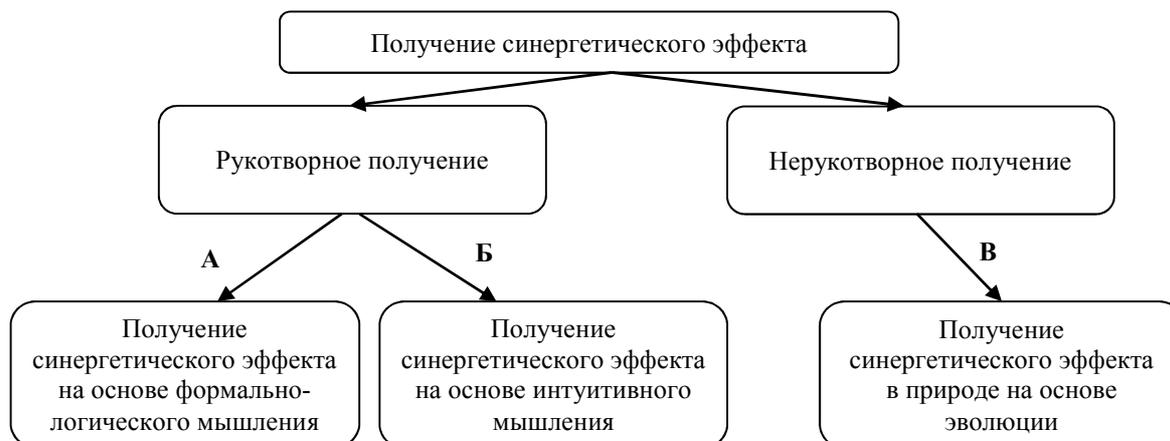


Рис. 4. Общая схема получения синергетического эффекта

Схема В привлекательна и интересна в большей мере с философской точки зрения, однако очевидно, что управлять синергией в таких ситуациях возможно только опосредованно (ситуация Б), прилагая усилия для роста творческого потенциала в практической производственной деятельности. В практическом плане плодотворным может оказаться подход, основанный на анализе имеющихся случаев получения синергетического эффекта, независимо от времени происхождения, даже когда фактор синергии еще никак не обсуждался. Примеры таких случаев многочисленны, но остановимся только на тех, где просматриваются (даже неожиданно) новые закономерности. Описанные далее случаи, основанные на проявлении творчества в производственной деятельности, получили название *глобальных инноваций* и сыграли определяющую роль в становлении теории эффективности производства.

Роль эффективности в глобальных инновациях в производстве

В настоящее время в производственной и научной терминологии широкое распространение получили понятия, связанные с инновациями, т. е. такими новыми технологическими или организационными решениями, которые непосредственно влияют на качество и экономические показатели продукции производства.

Особое место здесь занимают так называемые *глобальные инновации*, т. е. инновации, отличающиеся масштабностью во времени и по степени распространения в сферах производства, а также имеющие методологическое значение, принимая форму законов управления в той или иной деятельности. Нас будут интересовать, в первую очередь, глобальные инновации в виде систем управления процессами достижения эффективности производства, т. е. процессами получения управляемых показателей в определенных сферах производства. Число таких инноваций невелико, но они оказывают, как правило, существенное влияние не только на характер производства, но и на многие другие сферы жизнедеятельности.

Для анализа роли глобальных инноваций – систем управления эффективностью – ограничимся следующим списком:

- разделение труда;
- дифференциация производственных процессов (поточное производство);
- гибкое автоматизированное производство;
- виртуальное производство.

Представленная выборка репрезентативна уже потому, что охватывает весьма обширный интервал производственной деятельности: от истоков индустриальной деятельности до наших дней.

Содержательное описание роли глобальных инноваций в эффективности производства

Анализ глобальных инноваций проведем, используя следующую схему:

- определение;
- существенные признаки;
- показатели эффективности;
- схема управления.

1. Разделение труда – ИН1.

Определение: исторически сложившийся процесс выполнения людьми специализированных видов деятельности, которые протекают в формах дифференциации и осуществления разнообразных видов труда.

Существенные признаки ИН1:

- дифференциация труда;
- разнообразие видов деятельности.

Показатели достигаемой эффективности:

- увеличение производительности труда;
- рост мастерства работников в избранной специальности;
- экономия времени;
- увеличение объема выпускаемой продукции.

Можно упомянуть еще целый ряд показателей, которые достигаются в производстве под воздействием разделения труда [10]. Однако главное заключается в следующем: существование упомянутых и других показателей эффективности производства стало возможным благодаря управляющим воздействиям на производство со стороны системы управления (рис. 5), которую создает разделение труда.

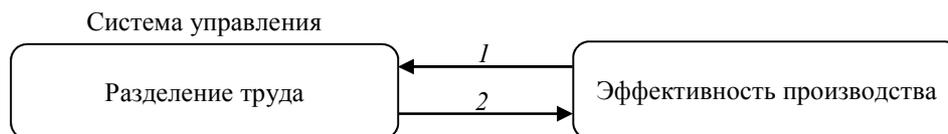


Рис. 5. Роль разделения труда в повышении эффективности производства:

1 – дифференциация процессов изготовления; 2 – специализация организационных структур

2. Поточное производство – ИН2.

Определение: способ организации производства, характеризующийся расчленением производственного процесса на отдельные операции, выполняемые на специальном оборудовании, с последовательным расположением рабочих мест.

Существенные признаки ИН2:

- непрерывность процесса;
- расположение рабочих мест в соответствии с процессом;
- ритмичное выполнение операций;
- согласованное выполнение разных операций;
- узкая специализация рабочих мест.

Показатели достигаемой эффективности:

- повышение производительности труда;
- сокращение длительности производственного цикла;
- уменьшение незавершенного производства;
- снижение себестоимости изделий;
- повышение качества изделий.

В отличие от ИН1, глобальная инновация ИН2 связана с конкретными именами: она получила широкое признание благодаря работам Ф. Тейлора и Г. Форда. Первый разработал и внедрил на практике систему, названную им «научная организация труда»; второй развил принципы Тейлора, до предела раздробив технологический процесс на операции, и внедрил в виде конвейера.

И методические разработки, и практические новинки в виде конвейера базируются в основном на двух важных методах:

- разбиение технологического процесса на мелкие действия;
- разбиение производственного процесса на мелкие операции.

По-существу, разработанные методы поточного производства дают возможность представить глобальную инновацию ИН2 как систему управления эффективностью производства (рис. 6).

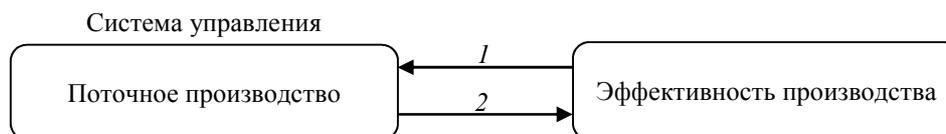


Рис. 6. Роль поточного производства в управлении эффективностью:
1 – дифференциация технологии; 2 – специализация организационных структур

Остается добавить, что используя феномен «разделения труда», создатели поточного производства развили его до такого уровня, который позволил существенно поднять производительность труда, преимущественно за счет его рациональной организации [11].

3. Гибкое автоматизированное производство (ГАП) – ИНЗ.

Определение: форма производства, обеспечивающая максимальную степень гибкости переналадки, обусловленная применением обрабатывающих центров.

Существенные признаки ИНЗ:

- программное управление;
- линейное расположение обрабатывающих центров;
- большое число изделий.

Показатели достигаемой эффективности:

- высокий коэффициент использования станков;
- сокращение длительности производственного цикла;
- уменьшение незавершенного производства;
- высокое качество изделий.

В различных публикациях, например в [12], авторы, как правило, выделяют следующие ключевые понятия, вошедшие и в название инновации:

- гибкость производства (отсутствие переналадки оборудования при переходе к новым изделиям);
- автоматизация технологической подготовки производства, включая разработку технологических процессов, выбор оснастки, инструмента и др.;
- наличие поддерживающих систем (перемещение деталей, хранение, управление инструментальным обеспечением и др.).

Авторы публикаций, как правило, не декларируют специально аспекты, являющиеся предпосылками осуществления гибкости, автоматизации, комплекса обслуживания и т. д. Подразумевается, что появлению данных аспектов способствуют факторы, скрытые глубоко в «недрах» разделения труда – дифференциация и специализация технологического и производственного процессов.

Например, дифференциация в ГАП осуществляется благодаря морфологическому и функциональному членению структуры и устройств программного управления, а также соответствующего технологического процесса. Можно сказать, что эффективность ГАП во многом обусловлена разнообразием управления, связанным с программным управлением. Не умаляя многие достоинства ГАП, можно утверждать, что его роль в управлении эффективностью адекватна той роли, которая присуща и ИН1 и ИН2 (рис. 7).

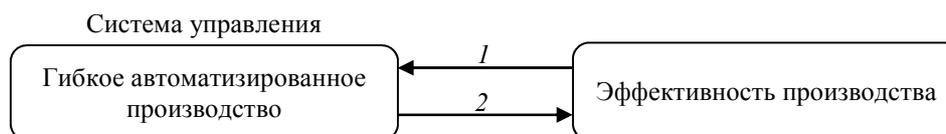


Рис. 7. Роль ГАП в обеспечении эффективности производства:
1 – дифференциация программно управляемых процессов;
2 – разнообразие достигаемых результатов

4. Виртуальное производство (ВП) – ИН4.

Определение: производство, объединяющее разделенных агентов, которые в совместной деятельности взаимодействуют, используя электронные средства коммуникации; ВП – новая организационная форма, которую часто называют *сетевым предприятием*.

Существенные признаки ИН4:

- географическое разделение организуемых единиц;
- электронные связи производственных процессов.

Показатели достигаемой эффективности:

- ускорение производственного цикла;
- производственные отношения каждый раз формируются по-новому, в зависимости от целей производства;
- возможность постоянного обновления (совершенствования) технологий.

Как правило, практическая реализация идеи ВП опирается на организационные формы предметной специализации производства [13]. Появилось новое направление [14], опирающееся на технологическую специализацию, в форме так называемых ПИМ-структур [15], где ПИМ – перманентно изменяющаяся матрица, столбцами которой являются технологические подразделения, строками – изготавливаемые изделия. Создание ВП опирается на «постоянную» структуру столбцов матрицы, т. е. набор технологических направлений. В этом заключается дифференциация ВП по отдельным действиям, по специализированным технологическим направлениям.

Сущность ИН4 основана на утверждении: чем глубже дифференциация технологических направлений, тем эффективнее любое ВП в целом (рис. 8).

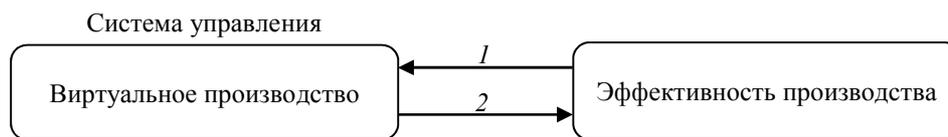


Рис. 8. Роль ВП в эффективности производства:

- 1 – дифференциация технологических направлений в ПИМ-структуре;
- 2 – разнообразие достигаемых результатов

Из содержательного описания приведенных глобальных инноваций можно сформулировать главные выводы:

- дифференциация процессов производства в разных инновациях приобретает разную форму, но основной остается разделение труда;

- приведенные здесь глобальные инновации (ИН1, ИН2, ИН3, ИН4) не связаны между собой формальным образом, хотя и опираются на основную форму организации труда, а являются результатом творческой деятельности человека, опирающейся на интуитивное, а не формально-логическое мышление;

- разделение труда параллельно породило такую форму организации, как кооперация; с этой формой «генетически» тесно связана синергия, в связи с чем поиск успешных синергетических эффектов следует искать в производствах, основанных на кооперативных началах проектирования и изготовления изделий.

Рассмотрим возможность решения задач поиска успешных синергетических эффектов во взаимосвязи с организацией кооперативной формы производства с учетом сделанных выводов по анализу глобальных инноваций.

Отражение синергетического эффекта в новых кооперативных формах организации труда

Для уточнения связи синергетического эффекта и кооперативной формы сформулируем их определения [16]:

- синергия – содружественное (совместное) действие нескольких органов (агентов) в одном том же направлении;

- кооперация – одна из форм организации труда, при которой много лиц совместно участвуют в одном и том же процессе труда или в разных, но связанных между собой процессах труда.

Согласно приведенным определениям отношения между действиями синергетического свойства (С) и кооперативного свойства (К) могут быть символично представлены в виде схемы (рис. 9).

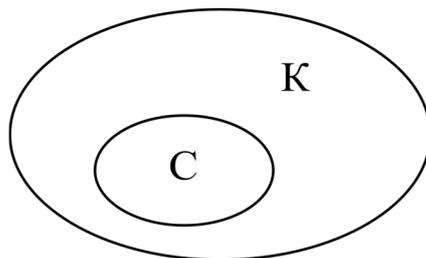


Рис. 9. Отношение между действиями К и С

Анализ глобальных инноваций доказал, что благодаря разделению труда в производстве можно сформировать обширное множество «сливающихся» пар для получения синергетического эффекта (множество операций технологического процесса, множество операций контроля и диагностики и др.). Такие виды синергетического эффекта носят массовый характер, подробно описываемый в многочисленных публикациях [9]; в соответствии с классификацией (см. рис. 4.) они относятся к схеме А и не относятся к сфере эмерджентности. Если же искать в операциях эмерджентное решение, обратившись к схеме Б (см. рис. 4), то в области кооперации следует найти новые формы, содержащие труд не только совместный, но и имеющий творческий характер, опирающийся на интуитивное мышление. Новая форма была найдена в результате исследований [17], продолживших поиски новых форм на базе преобразования трудовой деятельности [7].

Исследования преобразований трудовой деятельности привели к закономерности рутинно-творческого преобразования, которая в свою очередь стала основой для разработки новых направлений в управлении процессами реформирования промышленности [18]. В частности, применительно к проблеме поиска эмерджентных решений в синергии была предложена и описана [17] новая форма организации труда на основе так называемого эргодинамического кооператива (ЭДК).

Сущность ЭДК (рис. 10) базируется на следующих постулатах:

1. Структурно ЭДК имеет два уровня:

- решающий уровень в виде агента А, лица выполняющего творческие задачи (изобретательство), придающего вырабатываемому продукту П свойство эмерджентности (ЭМ);
- исполнительный уровень К, объединяющий в виде кооператива лиц, преобразующих решение агента А в готовое изделие П;

2. Выходные результаты деятельности ЭДК:

- продукт П, изначально обладающий эмерджентными свойствами;
- дополнительный творческий потенциал ΔT , полученный в результате рутинно-творческих преобразований (благодаря этому свойству ЭДК относится к числу самоорганизующихся систем).

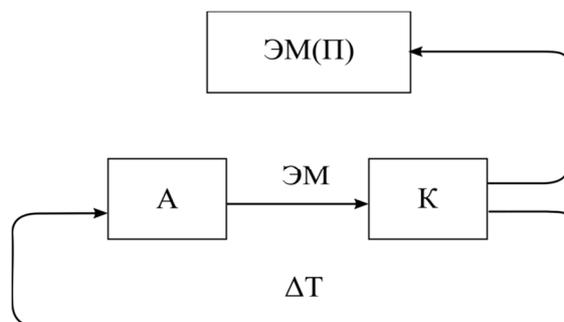


Рис. 10. Схема эргодинамического кооператива

Особенность структуры ЭДК (рис. 10) заключается в том, что кооперативная деятельность, лежащая в основе функционирования, включает невидимую, на первый взгляд, деятельность, обеспечивающую синергетический эффект. «Невидимость» объясняется тем, что в отличие от традиционной схемы получения синергетического эффекта здесь этот эффект закладывается в виде решения, принимаемого агентом А, а затем реализуется за счет деятельности исполнителей, входящих наряду с А в кооператив К.

Можно утверждать, что в ЭДК заключается инверсный способ достижения эмерджентности, в отличие от традиционных схем, и получения желаемого синергетического эффекта, двигаясь от слияния компонентов системы, идеология ЭДК имеет прямо противоположное (инверсное) направление движения – от возникновения свойства эмерджентности за счет изобретательской деятельности агента А до реализации этого свойства в продукте за счет кооперативной деятельности участников К (рис. 10).

Остается доказать, что ЭДК относится к числу глобальных инноваций, т. е. данная форма эффективна не только сиюминутно, но и устойчива на протяжении сколь угодно длительного времени. Иными словами, необходимо доказать, что ЭДК является эмерджентнопроизводящей системой, функционирующей сколь угодно долго в пределах традиционной парадигмы эффективности производства.

Попытаемся представить это формальным образом, прибегнув к предикатному языку. Состояния ЭДК обозначаются предикатными переменными x . Введем предикатные символы: T – свойство мыслить и создавать что-либо творчески (интуитивным способом); S – свойство производить эмерджентный эффект; τ – свойство быть устойчивым в течение длительного времени.

С помощью введенных обозначений запишем сделанное предположение формальным образом:

$$(T(x) \rightarrow S(x)); (T(x) \wedge \tau(x)); (S(x) \wedge \tau(x)).$$

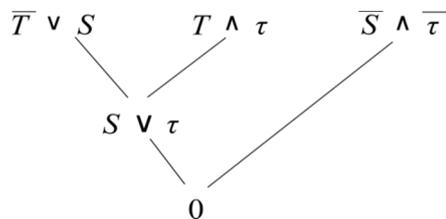
Первые два члена считаются истинными, последнее нужно доказать. Истинность $T(x) \rightarrow S(x)$ подтверждается тем, что ни одно формально-логическое решение не порождает свойств эмерджентности (оно только повторяет ранее изобретенное). Можно сказать, что $T(x) \rightarrow S(x)$ истинно по определению. Истинность $T(x) \wedge \tau(x)$ нельзя подтвердить, не обратившись к структуре ЭДК, подробно описанной в работе [16]. Закономерность рутинно-творческого преобразования, лежащего в основе ЭДК, приводит к тому, что в течение сколь угодно длительного времени рутинный труд участников кооператива постепенно и неуклонно преобразуется в творческий труд.

Для того чтобы на основе двух данных посылок доказать истинность $S(x) \wedge \tau(x)$, обратимся к известному методу резолюций (или резольвенций) [19].

Необходимо доказать истинность отрицания $\overline{S(x) \wedge \tau(x)}$. Опуская предикатную переменную и введя отрицание $\overline{S(x) \wedge \tau(x)}$, перейдем к формуле

$$T \rightarrow S; (T \wedge \tau); \overline{S \wedge \tau}. \tag{1}$$

Выполним преобразование (1) согласно [18]:



Получена нулевая резольвента, тем самым доказана истинность введенного утверждения.

Итак, появление в сфере нашего внимания ЭДК позволяет отразить его характерные свойства в концепции достижения максимального синергетического эффекта:

– максимальный синергетический эффект при функционировании ЭДК обеспечивается нарастающим творческим потенциалом кооператива на основе рутинно-творческого преобразования трудовой деятельности кооператива;

- результат синергии в деятельности ЭДК относится к числу эмерджентных, не описывается формально-логическим способом и велик в той мере, в какой велик творческий потенциал ЭДК;
- эффективность рутинно-творческого преобразования трудовой деятельности ЭДК связана с дифференциацией этой деятельности, с «материнским» показателем глобальной инновации, развивающимся на протяжении всей истории производства;
- учитывая характерные особенности ЭДК, опирающегося на свойства перечисленных глобальных инноваций, он может быть отнесен к числу зарождающихся глобальных инноваций.

Заключение

В целях разработки и обоснования концепции достижения максимального синергетического эффекта в производстве проведен многоуровневый анализ:

- на уровне мыслительной деятельности по разработке способов получения синергетического эффекта;
- на уровне отличительных признаков глобальных инноваций в производстве;
- на уровне совместимости действий по получению синергетического эффекта.

Учитывая синонимичность понятий синергии и кооперации, можно сделать вывод о доминирующей роли кооперации в получении эмерджентного синергетического свойства в руководящей деятельности.

Доказано, что эмерджентное свойство в наибольшей степени проявляется в новой организационной форме, какой является ЭДК. Последний может претендовать на роль самостоятельной глобальной инновации, учитывая определенные признаки анализируемых глобальных инноваций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Елфимов Г. М. Понятие «нового» в теории эмерджентной эволюции // Управленческое консультирование. 2009. № 1. С. 187–222.
2. Богословская Л. С., Поляков Г. И. Пути морфологического прогресса нервных центров у высших позвоночных. М.: Наука, 2011. 126 с.
3. Дембовский Я. Психология животных. М.: Изд-во иностр. лит., 1959. 386 с.
4. Зорина З. А., Полетаева Н. Н. Элементарное мышление животных. М.: Алгоритм, 2014. 126 с.
5. Мухин А. В. Методические основы разработки универсального метода принятия решений при организации производства // Глав. инженер. Упр. пром. пр-вом. 2014. № 7. С. 49–55.
6. Поспелов Д. А., Пушкин В. Н. Мышление и автоматы. М.: Советское радио, 1972. 224 с.
7. Мухин А. В. Моделирование и оптимизация производственных систем: учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. URL: <http://wwwcdl.bmstu.ru/ibm2/index1.htm> (дата обращения: 16.11.2020).
8. Мухин А. В. Эргатическая модель трансформации производства // Глав. инженер. Упр. пром. пр-вом. 2015. № 10. С. 26–35.
9. Бегаева А. А. Корпоративные слияния и поглощения: проблемы и перспективы правового регулирования. М.: Инфотропик Медиа, 2010. 132 с.
10. Нижегородцев Р. М. Человеческий капитал: теория и практика управления в социально-экономических системах. М.: Инфра-М, 2015. 290 с.
11. Организация и планирование производства / под ред. М. Ф. Балакина, В. А. Рязанова. М.: Academia, 2018. 736 с.
12. Медведев В. А., Вороненко В. П., Брюханов В. Н. и др. Технологические основы гибких производственных систем: учеб. / под ред. Ю. М. Соломенцева. М.: Высш. шк., 2000. 255 с.
13. Катаев А. В. Анализ особенностей организации и управления виртуальными предприятиями // Изв. Таганрог. гос. радиотехн. ун-та. 2002. № 1 (24). С. 182–185.
14. Мухин А. В., Трегубов Г. П., Кудинов А. А., Пименов В. В. О концепции формирования производственных структур на переходном этапе экономических реформ // Пром-сть России. 1998. № 3 (11). С. 17–19.
15. Мухин А. В., Ганина Г. Э., Островский Ю. А., Яковлева А. П. Специализация предприятия как фактор его успешного функционирования и развития // Глав. инженер. Упр. пром. пр-вом. 2017. № 1. С. 32–40.
16. Латшин В. С., Ямашкин Ю. В. Теория организации: учеб. пособие. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. 126 с.
17. Мухин А. В., Ганина Г. Э., Островский Ю. А., Яковлева А. П. Новый подход к формированию кооперативов, обеспечивающих непрерывное развитие инновационного производства // Вестн. Юж.-Рос. гос. техн. ун-та (Новочеркасск. политехн. ин-та). Сер.: Социально-экономические науки. 2019. № 2. С. 15–21.

18. Ганина Г. Э., Мухин А. В., Островский Ю. А., Яковлева А. П. Управление проектами реформирования промышленности: моногр. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020. 199 с.

19. Робинсон Дж. Машинно-ориентированная логика, основанная на принципе резолюции // Кибернет. сб. Новая серия. 1970. Вып. 7. С. 194–208.

Статья поступила в редакцию 10.02.2021

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Васильевич Мухин – д-р техн. наук, профессор; профессор кафедры экономики и организации производства; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана; Россия, 105005, Москва; alvasmuhin@yandex.ru.

Валерий Глебович Ларионов – д-р экон. наук, профессор; профессор кафедры экономики и организации производства; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана; Россия, 105005, Москва; vallarionov@yandex.ru.

Галина Эдуардовна Ганина – канд. техн. наук; доцент кафедры экономики и организации производства; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана; Россия, 105005, Москва; galya.ganina@yandex.ru.

Юрий Андреевич Островский – канд. техн. наук; доцент кафедры метрологии; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана; Россия, 105005, Москва; yost@bmstu.ru.

Анна Петровна Яковлева – канд. техн. наук; доцент кафедры технологии машиностроения; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана; Россия, 105005, Москва; yakovleva525@mail.ru.



CONCEPT OF ACHIEVING MAXIMUM SYNERGISTIC EFFECT IN PRODUCTION

A. V. Mukhin, V. G. Larionov, G. E. Ganina, Yu. A. Ostrovskij, A. P. Yakovleva

*Bauman Moscow State Technical University,
Moscow, Russian Federation*

Abstract. The article considers a concept of achieving the maximum synergistic effect in production on the basis of a new organizational form of cooperative activity, which allows to purposefully obtain an emergent result. There is a problem of measuring the synergistic effectiveness, which is explained by the variety of ways to assess the synergistic effect in general and in individual areas of human activity. Creativity in production activities, associated with intuitive thinking, can manifest itself in the form of global innovations, which differ in scale in time and in the degree of distribution in the areas of production, and have methodological significance for the laws of management in this activity. There have been discussed several global innovations in the field of process management to achieve production efficiency (division of labor; in-line production; flexible automated production; virtual production) with the division of labor. These global innovations are not connected to each other in a formal way and are the result of human creative activity based on intuitive thinking. The division of labor simultaneously leads to cooperation. The pattern of routine-creative transformation allows us to describe a new form of labor organization based on the so-called ergodynamic cooperative, the peculiarity of the structure of which is that cooperative activity has an integral part that provides a synergistic effect. There appears an inverse method of achieving

emergence, from developing the emergence of the emergence property due to the inventive activity of the creative subject to the realization of this property in the product due to the cooperative activity of the cooperative participants. It is formally proved that the ergodynamic cooperative is an emergent-producing system that functions within the traditional paradigm of production efficiency, that is, belongs to global innovations.

Key words: synergy, cooperation, global innovation, ergodynamic cooperative, emergent property.

For citation: Mukhin A. V., Larionov V. G., Ganina G. E., Ostrovskij Yu. A., Yakovleva A. P. Concept of achieving maximum synergistic effect in production. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Economics*. 2021;1:13-25. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5537-2021-1-13-25.

REFERENCES

1. Elfimov G. M. Poniatie «novogo» v teorii emerdzhennoi evoliutsii [Concept of new in emergent evolution theory]. *Upravlencheskoe konsul'tirovanie*, 2009, no. 1, pp. 187-222.
2. Bogoslovskaja L. S., Poliakov G. I. *Puti morfologicheskogo progressa nervnykh tsentrov u vysshikh pozvonochnykh* [Pathways of morphological progress of nerve centers in higher vertebrates]. Moscow, Nauka Publ., 2011. 126 p.
3. Dembovskij Ia. *Psikhologiya zhivotnykh* [Animal psychology]. Moscow, Izd-vo inostrannoi literatury, 1959. 386 p.
4. Zorina Z. A., Poletaeva N. N. *Elementarnoe myshlenie zhivotnykh* [Elementary thinking in animals]. Moscow, Algoritm Publ., 2014. 126 p.
5. Mukhin A. V. Metodicheskie osnovy razrabotki universal'nogo metoda priniatii reshenii pri organizatsii proizvodstva [Methodological bases for developing universal method of decision-making in organization of production]. *Glavnyi inzhener. Upravlenie promyshlennym proizvodstvom*, 2014, no. 7, pp. 49-55.
6. Pospelov D. A., Pushkin V. N. *Myshlenie i avtomaty* [Thinking and automata]. Moscow, Sovetskoe radio Publ., 1972. 224 p.
7. Mukhin A. V. *Modelirovanie i optimizatsiia proizvodstvennykh sistem: uchebnoe posobie* [Modeling and optimization of production systems: tutorial]. Moscow, Izd-vo MGTU im. N. E. Baumana. Available at: <http://wwwcdl.bmstu.ru/ibm2/index1.htm> (accessed: 16.11.2020).
8. Mukhin A. V. Ergaticheskaja model' transformatsii proizvodstva [Ergatic model of production transformation]. *Glavnyi inzhener. Upravlenie promyshlennym proizvodstvom*, 2015, no. 10, pp. 26-35.
9. Begaeva A. A. *Korporativnye sliianiia i pogloshcheniia: problemy i perspektivy pravovogo regulirovaniia* [Corporate mergers and acquisitions: problems and prospects of legal regulation]. Moscow, Infotropik Media Publ., 2010. 132 p.
10. Nizhegorodtsev R. M. *Chelovecheskii kapital: teoriia i praktika upravleniia v sotsial'no-ekonomicheskikh sistemakh* [Human capital: theory and practice of management in socio-economic systems]. Moscow, Infra-M Publ., 2015. 290 p.
11. *Organizatsiia i planirovanie proizvodstva* [Organization and planning of production]. Pod redaktsiei M. F. Balakina, V. A. Riazanova. Moscow, Academia Publ., 2018. 736 p.
12. Medvedev V. A., Voronenko V. P., Briukhanov V. N. i dr. *Tekhnologicheskie osnovy gibkikh proizvodstvennykh sistem: uchebnik* [Technological foundations of flexible production systems: textbook]. Pod redaktsiei Iu. M. Solomentseva. Moscow, Vysshiaia shkola Publ., 2000. 255 p.
13. Kataev A. V. Analiz osobennostei organizatsii i upravleniia virtual'nymi predpriiatiiami [Analysis of peculiarities of organization and management of virtual enterprises]. *Izvestiia Taganrogskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta*, 2002, no. 1 (24), pp. 182-185.
14. Mukhin A. V., Tregubov G. P., Kudinov A. A., Pimenov V. V. O kontseptsii formirovaniia proizvodstvennykh struktur na perekhodnom etape ekonomicheskikh reform [On concept of forming production structures at transitional stage of economic reforms]. *Promyshlennost' Rossii*, 1998, no. 3 (11), pp. 17-19.
15. Mukhin A. V., Ganina G. E., Ostrovskij Iu. A., Iakovleva A. P. Spetsializatsiia predpriiatia kak faktor ego uspehnogo funktsionirovaniia i razvitiia [Specialization of enterprise as factor of its successful functioning and development]. *Glavnyi inzhener. Upravlenie promyshlennym proizvodstvom*, 2017, no. 1, pp. 32-40.
16. Lapshin V. S., Iamashkin Iu. V. *Teoriia organizatsii: uchebnoe posobie* [Organization theory: tutorial]. Saransk, Izd-vo Mordovskogo un-ta, 2009. 126 p.
17. Mukhin A. V., Ganina G. E., Ostrovskij Iu. A., Iakovleva A. P. Novyi podkhod k formirovaniu kooperativov, obespechivaiushchikh nepreryvnoe razvitie innovatsionnogo proizvodstva [New approach to formation of cooperatives, providing continuous development of innovative production]. *Vestnik Iuzhno-Rossiiskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (Novocherkasskogo politekhnicheskogo instituta). Seriya: Sotsial'no-ekonomicheskie nauki*, 2019, no. 2, pp. 15-21.

18. Ganina G. E., Mukhin A. V., Ostrovskii Iu. A., Iakovleva A. P. *Upravlenie proektami reformirovaniia promyshlennosti: monografiia* [Management of industrial reform projects: monograph]. Moscow, Izd-vo MGTU im. N. E. Baumana, 2020. 199 p.

19. Robinson Dzh. Mashinno-orientirovannaia logika, osnovannaia na printsipe rezoliutsii [Machine-oriented logic based on resolution principle]. *Kiberneticheskiĭ sbornik. Novaia seriia*, 1970, iss. 7, pp. 194-208.

The article submitted to the editors 10.02.2021

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aleksandr V. Mukhin – Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of Economics and Industrial Engineering; Bauman Moscow State Technical University; Russia, 105005, Moscow; alvasmuhin@yandex.ru.

Valery G. Larionov – Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of Economics and Industrial Engineering; Bauman Moscow State Technical University; Russia, 105005, Moscow; vallarionov@yandex.ru.

Galina E. Ganina – Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor of the Department of Economics and Industrial Engineering; Bauman Moscow State Technical University; Russia, 105005, Moscow; galya.ganina@yandex.ru.

Yuri A. Ostrovskij – Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor of the Department of Metrology; Bauman Moscow State Technical University; Russia, 105005, Moscow; yost@bmstu.ru.

Anna P. Yakovleva – Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor of the Department of Manufacturing Technologies; Bauman Moscow State Technical University; Russia, 105005, Moscow; yakovleva525@mail.ru.

