

DOI:

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ КЛАСТЕРНЫХ СТРУКТУР В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Хохлов А.С., Мишутин Д.Ю., Баулин Е.С.

ООО "Центр цифровых технологий", г. Москва

box1563@gmail.com, dymish@gmail.com, baulin.es@mipt.ru

Аннотация: Для ответа на вопрос, как организовать и управлять развитием кластерных структур, анализируются истоки рекомендаций М. Портера, через призму системного взгляда на сетевую природу жизни как социальной сферы, и формулируются 5-ть ее свойств. Это позволяет выработать рекомендации по организации кластерных структур, а управление ими должно включать моделирование обменных операций между его акторами. В качестве примера реализации подобной модели рассмотрено оптимизационное моделирование Нижнекамского нефтехимического кластера (ННХК).

Ключевые слова: эмерджентность, ИКТ, обратная связь, саморегуляция, аутопоэз, экология, виртуальная корпорации, моделирование, оптимизация, нефтехимический кластер, Solomon Associates.

Введение

Вступление мира в постиндустриальную эпоху в условиях прогресса информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) приводит к массовым онлайн-контактам, обнулению социальных расстояний, гигантским потокам информации и ситуации непрерывных перемен [1]. Правительство России в промышленной политике следует мировому тренду на сетевой механизм координации, и уделяет внимание развитию кластерных структур в разных отраслях, и в частности, нефтегазохимии [2]. Из определений кластеров [1—3], и по факту это социально-экономическая сетевая структура, объединяющая независимых акторов (А), с целью придания инновационного характера их совместной работе, и тем самым повысить ее эффективность до мирового уровня. Однако в России [3] даже среди лидеров этого направления, успехи не столь заметны. Россия в 2019 году в рейтинге по GSI-Глобальный индекс конкурентоспособности [1] осталась на 43-м месте среди 141 страны. Анализ причин и действий (в частности, следуйте рекомендациям М. Портера) приведен в [1]. В докладе авторы для ответов на вопросы как организовывать, и управлять развитием кластерных структур, анализируют истоки рекомендаций М. Портера, через призму системного взгляда на сетевую природу жизни как социальной сферы.

1 Ключевые свойства

В работе [4] дается обзор исследований социальной сферы, и кратко выделим ряд ее ключевых свойств, относящиеся к вопросу:

1. **Эмерджентность** — возникновение. Жизнь трактуется как эмерджентное свойство, что понимается как наличие особых новых свойств, присущих сетевому ансамблю элементов, и возникающее в ходе их взаимодействия. Новых свойств, в том смысле, что ни у одного из элементов в отдельности этого свойства нет. На каждом уровне сложности, двигаясь снизу, наблюдаемые явления обнаруживают свойства, которые не существуют на более низком уровне. Структуры, которые создают эти сетевые ансамбли, будь то биологические структуры в живых организмах или социальные структуры в сообществах людей, можно с уверенностью назвать эмерджентными. До появления человека все живые структуры на нашей планете были эмерджентными, что непосредственно следует из эволюционной траектории. В более общем смысле, структура живого и способ его взаимодействия с окружением, представляет собой две грани одного и того же феномена жизни. Согласно Теории перемен [5], в основе этих структур лежит взаимодействие (коллаборация) противоположностей.

2. **Сети**. Какие бы живые системы мы не рассматривали: организмы, части организмов или сообщества организмом — их организмы будут упорядочены по образу сети. Важнейшим свойством этих структур, общей для всех живых систем является их сетевой характер. При любом взгляде на жизнь мы будем видеть некоторую сеть, и в природе не существует понятий «выше» или «ниже» и нет иерархии, а только сети, вложенные в другие сети. Например, систему семьи можно рассматривать как сеть вербальных коммуникаций между ее членами, и эта сеть обнаруживает внутреннюю цикличность, порождая последующие коммуникативные акты и саму себя.

3. **Обратная связь**. Главным и наиболее очевидным свойством любой сети является ее нелинейность: сеть расходиться во всех направлениях. Таким образом отношения в структуре сети являются нелинейными, в частности, какое-либо воздействие или сообщение могут идти по

циклическому пути, образуя контуры обратной связи. В живых сетях концепция обратной связи тесно связана с их сетевой структурой.

Контуры «отрицательной» и «положительной» обратной связи встречаются в живой природе повсеместно, т.к. это особенность нелинейных сетевых моделей, характерных для живых существ. Фактически, оба типа обратной связи играют важную роль в самоорганизации динамических систем. Балансирующая (отрицательная) обратная связь поддерживает систему в устойчивом, но постоянно флуктуирующем состоянии; тогда как усиливающая (положительная) обратная связь, согласно теории Пригожина о сложности, может приводить и к появлению новых эмерджентных свойств.

Пример такого цикла обратной связи до того, как он лег в фундамент кибернетики, является цикл У-син с более чем 2.5 тысячелетней историей из Китайской натурфилософии, и краткое описание его приведем из работы [5]. У-син создается циклом из пяти первоэлементов сознания человека, связанных двумя последовательностями: порождения и подавления как на рис.1.

Последовательность порождения первоэлементов это: разум, эмоции, желания, творчество, мышление.

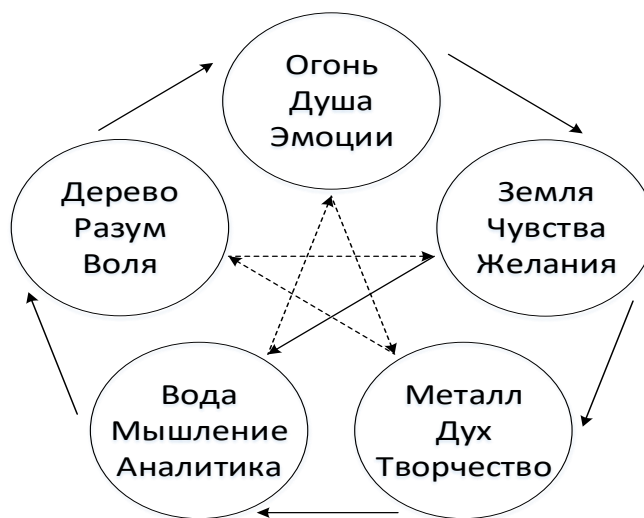


Рис.1 Цикл У-син

Последовательность подавления это: разум, желания, мышление, эмоции, творчество. То, что эти последовательности есть закон, каждый человек может видеть невооруженным глазом.

С одной стороны, желания заставляют творить, творить невозможно без мышления, а мышление не может без разума, сотворенное разумом приносит удовлетворение — эмоции. С другой, разум угнетает желания, желания угнетают мышление, мышление угнетает эмоции, эмоции не дают творить, что и стимулирует самоорганизацию.

Каждому из пяти первоэлементов ставится широкий спектр понятий из различных сфер [5], и с возникновением сетевых связей появляется цикл.

4. Саморегуляция. Поскольку в коммуникационных сетях могут образовываться контуры обратной связи, это дает им возможность осуществлять саморегулировку, т.е. обеспечить возможность самоорганизации (в 1932г. Уолтер Кеннон назвал гомеостазом эти процессы саморегулировки). Согласно теории познания Сантьяго (Умберто Матурана и Франческо Варела, 1970-е годы), для сложных живых систем существует три различных уровня организации, которые необходимо учитывать при рассмотрении: первый уровень — явление самоорганизации, то есть способность системы приходить в упорядоченное состояние, определенное ее внутренними правилами; второй — аутопоэз, который означает, что самоорганизующая система способна восстанавливать все свои компоненты только на основе своих собственных ресурсов (необходимое условие жизни как таковое); и третий на котором аутопоэз связан с познанием, что обеспечивает как необходимое, так и достаточное условия существования жизни. И как следствие имеет место двойственная роль живых систем, где каждая из систем является и частью, и целым одновременно, что приводит к существованию двух противоположных тенденций: к интеграции, к стремлению выполнить роль в качестве составной части внутри большего целого, и к самоорганизации, к самоутверждению и сохранению индивидуальности и автономии. Именно в процессе коммуникаций, согласно Никлас Луману, происходит автоматическое «самовоспроизводство ролей» и, подобная схема является общей для всех социальных сетей. По мере того как коммуникативные акты повторяются снова и снова,

проходя циклы обратной связи, создается общая для всех участников система постулатов, понятий и ценностей, то есть некий общий смысловой контент, который поддерживается при дальнейшем общении. Благодаря этому общему смысловому контенту отдельные участники обретают идентичность в качестве членов социальной сети. В основе социальных организаций лежат самопроизводящиеся коммуникационные сети. С одной стороны, в социальной сети происходит непрерывная генерация ментальных образов, мыслей и смыслов как элементов познания; с другой стороны, сеть постоянно координирует поведение своих членов. И тем самым по отношению к окружающей среде генерирует свою собственную границу, в виде области определенных ожиданий, конфиденциальности, компетенций и лояльности ее членов друг другу, и эта условная граница постоянно поддерживается и пересматривается самой системой.

5. Экология. Трактуются как взаимодействие с окружающей средой. Не бывает «среды» в каком-то независимом или абстрактном смысле. Так же как нет организма без окружающей среды, так нет и окружающей среды без организма. Организмы вносят свою лепту в «создание» окружающей среды. Они создают ее, например, появление организмов, способных к фотосинтезу, без преувеличения создало новую среду, богатую кислородом. Растянутая между деревьями паутина, плотина бобров, построенные человеком города — все это меняет структуру окружающей среды. Во всех этих случаях окружающая среда в буквальном смысле создается организмами, и этот процесс является залогом их собственного существования. Таким образом существует фундаментальная взаимозависимость всех явлений как в биологическом, так и в социальной сфере. Все мы встроены в циклические процессы природы и, в конечном счете, полностью зависим от них. Такое понимание процессов также называют экосистемным, а интерактивную форму кооперации в социальной сфере и с использованием ИКТ определяют как «коллаборация»

Как следствие свойств 1—5, жизнь можно представить в виде триады рис. 2.



Рис. 2. Триада жизни

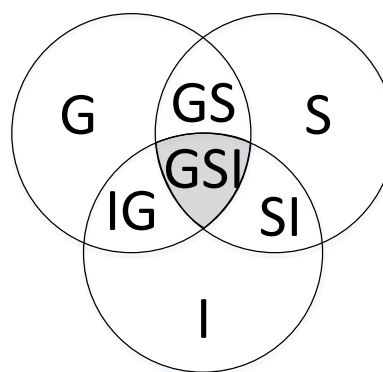


Рис. 3. Инновационный механизм: тройная спираль

Органическая, живая структура взаимодействует с окружающей средой посредством аппарата познания — этого специфического продукта индивидуального познания и эволюционного процесса. Все три области тесно связаны согласно 1—5, и жизнь можно представить как синергетическое взаимодействие всех трех областей[4].

Установим вполне очевидное соответствие: Окружающая среда G ↔ Государство/Местные власти; Познание S ↔ Наука/Университеты; Аутопозная единица I ↔ Инвесторы/Компании, и получим инновационный механизм в виде модели тройной спирали Ицковица—Лейдесдорффа (Triple Helix Model) с GSI-индексом М. Портера (рис. 3), столь популярной среди его адептов в области кластеров.

Теперь обратимся к рис.1 цикл У-Син и представим его в виде рис.4.

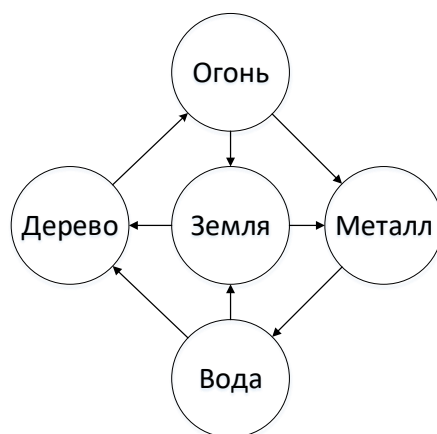


Рис. 4. Представление цикла У-син

Теория перемен утверждает, детали см. [5], что существование мира и всех процессов в нем связано с существованием и циклическим взаимодействием пяти первоэлементов. Если принять, что «Земля» — Институты коллаборации, а «Огонь» и «Вода» — это соответственно символы условий для «Конкуренции» и «Кооперации», а символы «Дерево» и «Металл» — это соответственно символы условий для инновации, для их «Производство» и «Спрос», то получаем рис.5. версию модели алмаза М.Портера. При этом структура GSI содержит 12 разделов [1], что соответствует 12 земным ветвям Теории перемен[5], а «Золотые правила» — табл.1 кластерной политики М. Портера вписываются в 9-и клеточный магический квадрат Ло-Шу так же из Теории перемен.

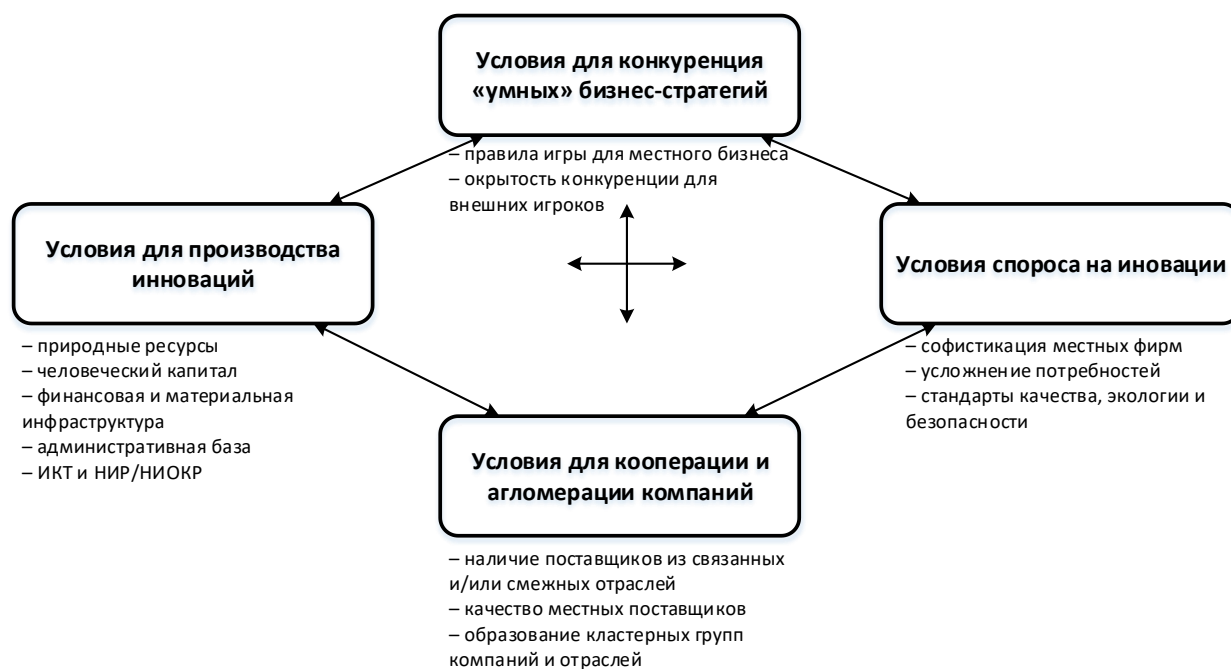


Рис. 5. «Алмаз» Портера

Таблица 1. Золотые правила кластерной политики

Государство должно	Государство может	Государство не должно
1. Устранять любые барьеры для развития сетевых связей и образования тройных спиралей, создавая среду для появления кластерных проектов	1. Инициировать и софинансировать кластерные проекты, поддерживая коллаборацию участников (в том числе в рамках совместных экономических проектов)	1. Создавать кластеры с нуля, а так же в депрессивных отраслях и регионах
2. Содействовать росту всех новых зарождающихся секторов (кластерных групп, отраслей),	2. Финансировать спилверные сети, образовавшиеся вокруг кластера в зарождающихся секторах	2. Стремиться стать верховным управляющим или «собственником» кластерных инициатив

Государство должно	Государство может	Государство не должно
независимо от их профиля, размеров или динамизма		
3. Обеспечить процесс статотчетности на уровне каждой кластерной группы и доступ к этим данным любых потенциальных участников	3. Создавать региональные и национальные платформы для объединения в сети компаний разных отраслей и регионов	3. Селективно отбирать участников, их совместные экономические проекты или будущую специализацию кластера для целей финансовой поддержки

В ряде работ по кластерам дается явная отсылка на цикл У-син (рис.6), например, у Г.Д. Боуш или неявно, в виде концепции «5И» М.П. Войнарченко, как необходимое условие создания кластеров.

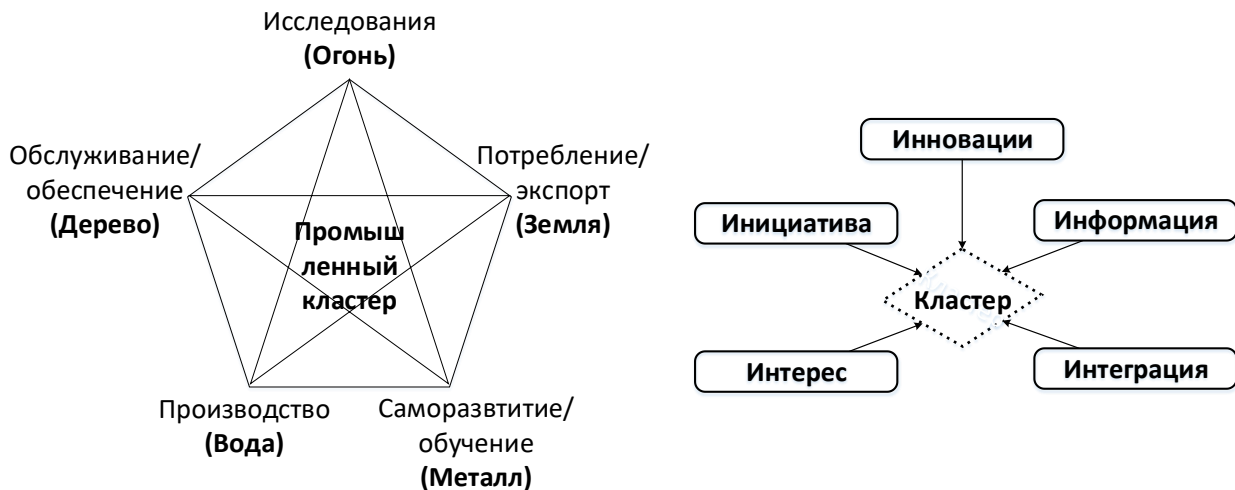


Рис. 6.

Отметим, применение Теории перемен в практической сфере это фэн-шуй, разные стили внутренней алхимии в виде Тайзицюань, а в традиционной китайской медицине, например, это техника акупунктуры [5]. И в основе этих практик: коллаборация противоположностей и их циклический характер в виде последовательности порождения и подавления типа (рис.1, 4). Но именно эта же основа в рассмотренных выше свойствах 1—5.

Возможно М. Портер и его адепты, так и понимают истоки своих «алмазов и золотых правил», но явное указание на это авторы не нашли.

Структуры типа кластеров в процессе функционирования в силу свойств 1—5, и под влиянием непрерывных перемен модифицируются: расширяются или качественно преобразуются, передавая свойства 1—5 по наследству. Пример, и сравнительные характеристики таких метаморфоз, приведен в табл.2 [1].

Таблица 2 Кластеры, кластерные организации и сети: сравнение базовых характеристик

1. Кластер	2. Кластерная организация	3. Межфирменная сеть (виртуальная корпорация)
Совместное размещение Автоматическое участие	Наличие платформы для коллаборации Участие на основе членства Состав звеньев тройной спирали определяется территориальной и отраслевой спецификой кластера Нацеленность на коллаборацию связана с широкой задачей подъема конкурентоспособности кластера	Наличие платформы для коллаборации Участие на основе членства Состав членов определяется конкретным проектом и не связан со спецификой региона Нацеленность на коллаборацию связана с узкими задачами

2 Организация кластерных структур промышленности

Непосредственно из свойства 4 (саморегуляция) следует, что создание структуры типа кластер возможно только при наличии аутопозной единицы (см.рис.1). Из соответствия рис.1 и рис.3 следуют

все утверждения последнего столбца табл.1 «Золотые правила», иначе возникает явное противоречие с понятием аутопоэза, где ауто(авто) — само. Из свойства 5 (экология) следует, что необходимое условие для возникновения аутопоэзной единицы в процессе познания является ее взаимодействие с окружающей средой, что соответствует утверждениям первого столбца табл.1, а второго столбца только по обстоятельствам. Являются ли «Золотые правила» и достаточными условиями, это вопрос. Но критерием, что появление структуры как в табл. 2 реально состоялось, это возникновение у них свойств 1—5.

Предположим у руководства нефтехимической компании(НХК) в плане реконструкция с созданием структур типа табл. 2, следуя мировому тренду в промышленности.

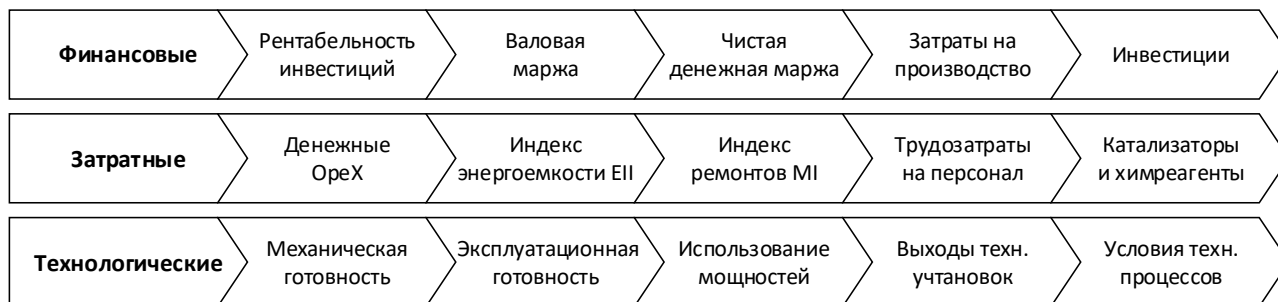
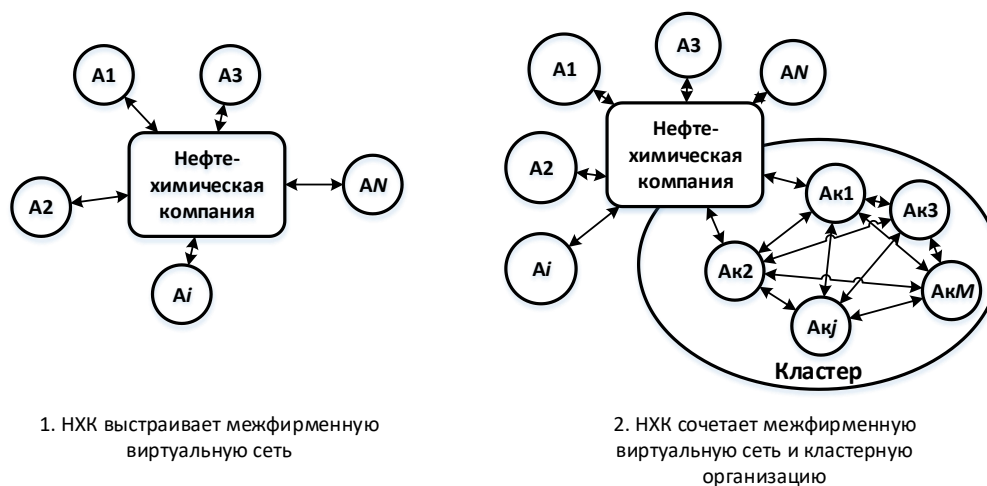


Рис. 7. Ключевые области производственных показателей

Нами предлагается на этом этапе воздержаться от соблазнов создания чего-то нового, а начать с исследования собственного комплекса по методологии СРА™ компании Solomon Associates, как это делается в России более 20 лет совместно с российскими партнерами АО «Хоневелл» и ООО «Центр цифровых технологий» [6] Solomon проводит бенчмаркинг анализ показателей всей производственно-сбытовой цепочки в нефтегазовой отрасли: от разведки и добычи сырья, до логистики, переработки и сбыта сырья и продуктов. При этом бенчмаркинг является ключевой частью общего процесса совершенствования производственных показателей на постоянной основе (Performance Excellence процессили РЕР-процесс). Опыт проведения этих исследований показывает, что наибольший интерес высшего руководства касается индексов (рис. 7): EII (Energy Intensity Index — индекс энергоемкости), PEI (Personnel Efficiency Index — индекс эффективности персонала), MEI™ (Maintenance Cost Efficiency Index™ — индекс эффективности ремонтных затрат) и OA (Operational Availability™ — эксплуатационная готовность). Аналогами показателей эффективности PEI и MEI в категории показателей конкурентоспособности являются индекс персонала (PI — Personnel Index) и ремонтный индекс (MI — Maintenance Index) соответственно.

Через бенчмаркинг НХК его руководство сможет понять свое действительное положение по широкому спектру показателей (рис. 7) по отношению к другим предприятиям в мире и, в частности, в своем регионе. В результате руководство, наряду с совершенствованием операционной деятельности, сможет перейти к разработке инновационных и инвестиционных программ реконструкции по выделенным направлениям с ориентацией на табл. 2. в сетевых вариантах развития НХК в виде структур рис.8.



1. НХК выстраивает межфирменную виртуальную сеть

2. НХК сочетает межфирменную виртуальную сеть и кластерную организацию

Рис.8 Сетевые варианты развития НХК в виде виртуальной корпорации

Реализация структур рис.8 в виде виртуальной корпорации предполагает согласно рис. 5. создание руководством НХК независимого института коллаборации, например, на аутсорсинге как команды с координатором (далее, Координатор).

В первую очередь Координатор при создании указанной структуры, следуя идеям [7], решает следующие три основные задачи:

1. Инициирование формирования сетевых вариантов.

Первоначально Координатор изучает компании, претендующие на партнерство, на предмет наличия достаточных и конкурентоспособных ресурсов, а также устанавливает наличие у них способности и желания работать в условиях виртуального партнерства. На этапе подготовки Координатор обеспечивает коллаборацию, т.е. развивает связи, контактирует с людьми, сходитесь с ними, проводит диалог, и выясняет социальные мотивы. В результате создается общая взаимосвязь и необходимый уровень взаимного доверия, для развития свойств эмерджентности и саморегуляции у ансамбля.

В ходе подготовки сетевых вариантов, куда входит НХК и выбранные акторы, например, в виде малых и средних фирм, и/или кластер, постепенно возникает представление о структуре виртуальной корпорации. В конце периода Координатор виртуальной корпорации и входящие партнеры, готовят меморандум о понимании статуса миссии, видения и понимания важнейших правил и юридических норм, процедуры по формированию общих затрат, общего риска и прибыли.

2. Формирование деятельности виртуальной корпорации.

Координатор становится ответственным за поддержание и осуществление коллаборации, сразу же после осознания структуры виртуальной корпорации.

Координатор и партнеры разрабатывают совместный бизнес и технические стандарты как для формирования динамичной сети возникшей агломерации, так и для руководства виртуальной корпорацией.

Координатор осуществляет мониторинг корпорации на предмет контроля изменений свойств 1—5, помогает более слабым партнерам, и поддерживает их до момента достижения требуемого уровня стабильности этих свойств.

Координатор осуществляет также меры дисциплинарного характера, особенно в том случае, если выявляет, что один из партнеров имеет преимущество в статьях расхода, по сравнению с расходами других партнеров.

Координатор, как нейтральное лицо, участвует в разрешении конфликтов, возникших среди партнеров, и наблюдает за внутренней и внешней средой, и выявляет сигналы обратной связи по устранению любых перекосов.

3. Поддержание деятельности виртуальной корпорации.

Координатор, например, после установления конъюнктуры рынка, работает над созданием виртуальной цепочки издержек производства. Он изучает ресурсы и компетенцию, выявляя слабые и сильные стороны внешних партнеров виртуальной корпорации, разрабатывает цепочку поставок, с интеграцией внешних потребителей/поставщиков и партнеров внутри.

Координатор, т.о. после завершения формирования виртуальной корпорации, обеспечивает ее менеджмент.

Эффективное функционирование созданной виртуальной корпорации предполагает применение высокопроизводительных ИКТ и моделирующих систем, успешно эксплуатируемых в выбранной прикладной области.

3 Модели управления

Сетевой порядок, согласно мнению социолога Уолтера Пауэлла [1], основан на взаимовыгодных моделях коммуникаций и обмена, которые опираются на присутствие нескольких типов взаимного доверия (единство намерений, компетентность партнеров, единство понимания обсуждаемых идей и обязательств, т.е. свойство 5-экосистемность).

Взаимный и паритетный характер обменов является здесь стержневой идеей: участники сетей должны быть готовы, по мысли Пауэлла, вкладывать и давать, а также брать и получать.

Такие взаимодействия предполагают, что одна сторона добровольно зависит от ресурсов, которые контролируются другой, и что объединение ресурсов сторон в рамках сетевого проекта приносит им общие выигрыши[1], и соответственно, взаимовыгодный обмен войдет в модель управления.

Рассмотрим моделирование обменных операций ресурсами(потоками) между акторами на примере объектов ННХК рис.9, входящий в кластер ИННОКАМ Республика Татарстан.

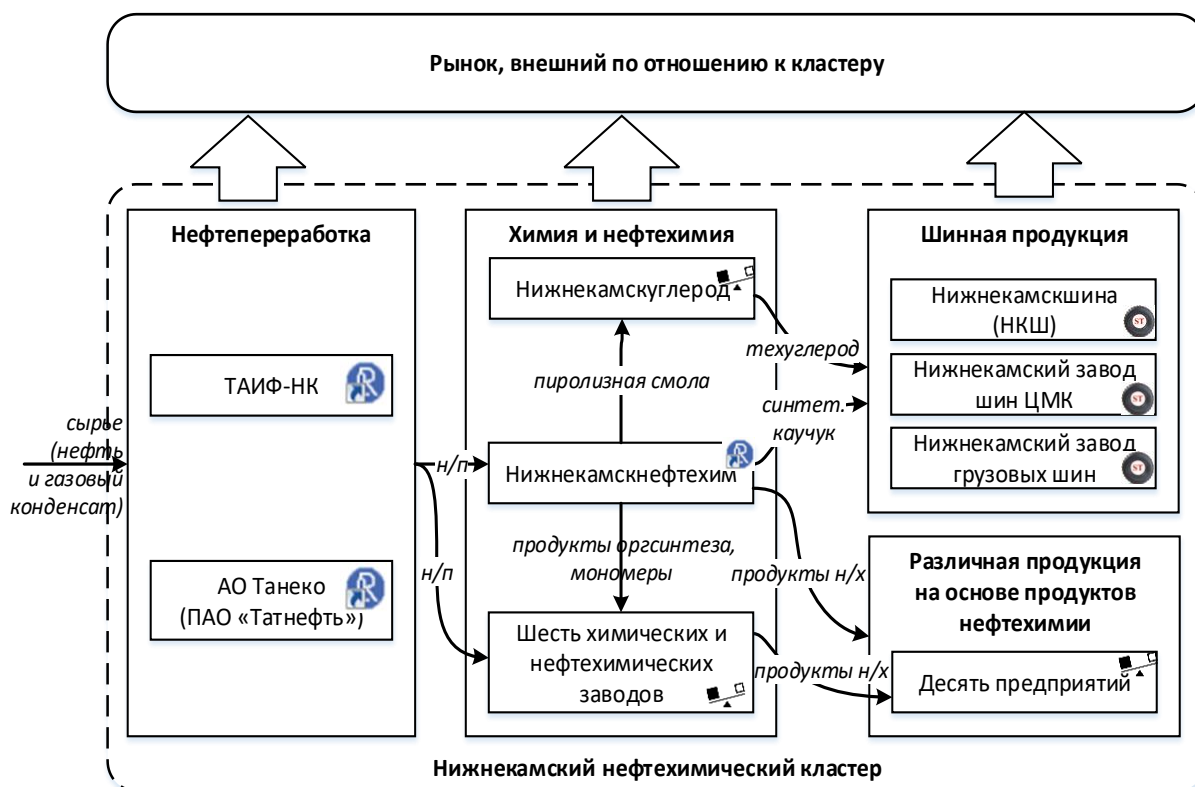


Рис.9. Производственная структура ННХК

Производственную структуру ННХК условно можно разделить на три блока [8] рис.9:

1. ОАО «ТАИФ-НК», АО «Танеко» — производства непрерывные — НПЗ;
2. ПАО «Нижнекамскнефтехим» с рядом химических и нефтехимических заводов — совокупность в основном непрерывных производств — НХК и 10 малых и средних производителей промышленной продукции.
3. ПАО «Нижнекамскшина» (далее, НКШ) — массовое дискретное производство, обеспечивает производство легковых и грузовых шин, закупку сырья и поставки шин. Включает ОАО «Нижнекамскшина», ООО «Татнефть-Нефтехимснаб», ООО Торговый дом «Кама» и Управляющую компанию ООО «Татнефть-Нефтехим».

Кратко рассмотрим технологические особенности блоков и, соответственно, способы их моделирования как по отдельности, так и в совокупности с учетом потоковой взаимосвязи. Отметим, что третий блок — НКШ — производство дискретное, но массового характера, и соответственно, может моделироваться как непрерывное.

3.1 Особенности технологии ННХК

Производства непрерывного типа вообще, и предприятия нефтепереработки, нефтехимии из ННХК, в частности, характеризуются:

- крупнотоннажностью и энергоемкостью — суммарный объем первичной переработки нефти/конденсат на двух НПЗ Нижнекамска составляет порядка 24 млн. тонн, что около 9% от ее валового объема в стране;
- колебаниями свойств сырья (сырая нефть, конденсат) — на два НПЗ Нижнекамска могут поступать различные сорта нефти и конденсат, отличающихся плотностью, вязкостью, содержанием серы и т.д., и, соответственно, возникает вопрос какую нефть выбрать для переработки;
- разнообразием технологических процессов и режимов и, соответственно, их модернизация с повышением глубины переработки и снижением энергоемкости. К примеру, ТАНЕКО планирует выйти на показатели: мощность по сырью в 15 млн тонн в год, глубина переработки 95%, выход светлых нефтепродуктов — 90%, темных — 0;
- сложной логистикой большого числа потоков и резервуарных парков (сырья, полупродуктов, товарной продукции) — например, стальные резервуары могут иметь емкость до 120 000 м³;

- интенсивной динамикой рынков различных нефтепродуктов и многовариантностью производственных планов, обусловленная большим ассортиментом продукции и конкуренцией по сбыту нефти (прямогонного бензина и бензина газового стабильного) и на топливном рынке.

Указанные характеристики порождают многовариантность при подготовке текущих/стратегических планов развития производства (программа работы объектов предприятия на горизонте внутри / более года) и при инвестиционном моделировании. Это предполагает, что при расчете должна быть использована оптимизационная модель производства. Именно критерий оптимизации и позволит определить наилучший вариант среди допустимых.

На предприятиях ОАО «ТАИФ-НК», АО «Танеко», ПАО «Нижнекамскнефтехим» задачи планирования были реализованы в разное время с использованием системы RPMS (Refinery and Petrochemical Modeling System), разработки корпорации Honeywell, (<https://www.honeywellprocess.com>), Управляющая компания ПАО «Нижнекамскшина» использует SOFTYRE-автоматизированный оптимизационный комплекс планирования шинного объединения.

В [8] моделирование структуры рис.9 проводится в три этапа: все модели трех блоков актуализируются по текущим технико-экономическим показателям, на втором шаге моделировался непрерывный блок производств пп.1,2, как многозаводская модель (система F_PRESS — оптимизационная), и на третьем шаге решение из второго поступало в систему SOFTYRE, и моделировалось производство НКШ.

Ниже приводится схема оптимизационного потоковой моделирования сразу всей структуры кластера. Строится обобщенная модель в два ключевых шага с итеративным ее уточнением по ходу поиска решения, что позволяет снять возникающие сложности с размерностью многозаводской задачи.

3.2 Способы моделирования производственной структуры ННХК

Представленные выше два оптимизационных инструмента: RPMS, SOFTYRE, позволяют моделировать производственную структуру ННХК (рис. 9), как на рис.10, по следующей схеме:

1. Сбор, анализ, контроль данных для актуализации моделей кластера в соответствии с принятыми на производстве регламентами;

2. Процедура актуализации моделей ННХК.

Проведение серии расчетов для отдельных трех RPMS-моделей, SOFTYRE-модели и интерпретация результатов, что позволит оценить данные п.1, и скорректировать их при необходимости после согласования. В результате для моделирования объектов:1 — ТАИФ-НК», 2 — «Танеко», 3 — «Нижнекамскнефтехим» и 4 — «НКШ» подготовлены три RPMS-модели и SOFTYRE-модель. Кроме этих четырех моделей имеем также и пятую: агрегированное представление балансов остальных производств в виде серии простых подмоделей (рис. 10). Это подмодели в виде векторов входа-выхода для ряда химических и нефтехимических заводов и малых/средних производителей промышленной продукции войдут в 5V с указанием затрат на тонну входного потока, и оценок для расчета макропоказателей развития;

3. Получение различных векторов вход-выход.

Наличие пяти моделей согласно п.2 позволяет, варьируя величины потоков поставок и потребления, и решая указанные детальные модели объектов 1—4, получить различные варианты векторов вход-выход по каждой из 4-х моделей и $v_{j,i}$ с указанием и затрат на тонну входного потока c_j , а именно наборы векторов: 1V, 2V, 3V, 4V и обобщенный вектор 5V по балансам остальных производств, где вектор V представляется в виде:

$$V = \left\{ \begin{array}{cccc} \left\| \begin{array}{c} v_{1,1} \\ v_{1,2} \\ \dots \\ v_{1,i} \\ \dots \\ v_{1,n} \end{array} \right\| & \left\| \begin{array}{c} v_{2,1} \\ v_{2,2} \\ \dots \\ v_{2,i} \\ \dots \\ v_{2,n} \end{array} \right\| & \dots & \left\| \begin{array}{c} v_{j,1} \\ v_{j,2} \\ \dots \\ v_{j,i} \\ \dots \\ v_{j,n} \end{array} \right\| & \dots & \left\| \begin{array}{c} v_{m,1} \\ v_{m,2} \\ \dots \\ v_{m,i} \\ \dots \\ v_{m,n} \end{array} \right\| \\ c_1 & c_2 & & c_j & & c_m \end{array} \right\},$$

здесь n — количество выходов каждой модели; m — количество вариантов векторов (рис. 10).

Например, в совсем простом варианте работы объекта 2 — «Танеко» из одной тонны нефти получим два вектора выходов:

$$2V = \left\{ \left\| \begin{array}{c} 0,3 \\ 0,5 \\ 0,2 \\ 1,11 \end{array} \right\|, \left\| \begin{array}{c} 0,34 \\ 0,42 \\ 0,24 \\ 1,14 \end{array} \right\| \right\}$$

соответственно выходы бензина высокооктанового (Б), дизельное топливо (Д) и мазут топочного (М), затраты по каждому из двух вариантов. Аналогично и для других объектов;

4. Автоматизированное формирование обобщенной потоковой модели кластера.

Из наборов векторов $1V—5V$, с затратами по каждому варианту работы, в автоматизированном режиме формируются, например, пять подмоделей в системе RPMS, где каждая подмодель характеризует варианты работы одного из пяти объектов, входящих в кластер (рис.10). Дополнив подмодели в автоматизированном режиме необходимой инфраструктурой: взаимосвязи, ограничения, экономика переработки и логистики, получим оптимизационную агрегированную потоковую модель кластера. В простом варианте это задача линейного программирования. При использовании более сложных подмоделей для объектов 1—4, например, «база+дельта» [9], то возникнет нелинейная задача, но небольшой размерности, что не повлечет возникновения трудностей при нахождении решения RPMS-модели кластера;

5. Решение RPMS-модели кластера и генерация стандартных отчетов.

Решение найдено. Генерация стандартных отчетов для автоматизированного анализа решения.

6. Автоматизированный анализ решения обобщенной потоковой модели кластера.

Например, результаты решения для объекта 2 — «Танеко» получим в решении выход на 1 тонну входного сырья $2V^*$: $\langle 0,32; 0,46; 0,22 \rangle$. Это необходимо проверить и, если нужно, то уточнить, т.е. провести расчет на детальной модели объекта 2 — «Танеко». При несовпадении решения с вектором $2V$, например, для выхода 0,32 Б по детальной модели будем иметь выхода 0,45 Д и 0,23 М.

Т.е. из решения детальной модели объекта 2 получим $2V_3$: $\langle 0,32; 0,45; 0,23 \rangle$, тогда набор векторов $2V$ корректируется на вектор $2V_3$, и уточненный $2V$

$$2V = \left\{ \left\| \begin{array}{c} 0,3 \\ 0,5 \\ 0,2 \\ 1,11 \end{array} \right\|, \left\| \begin{array}{c} 0,34 \\ 0,42 \\ 0,24 \\ 1,14 \end{array} \right\|, \left\| \begin{array}{c} 0,32 \\ 0,45 \\ 0,23 \\ 1,13 \end{array} \right\| \right\}$$

поступает для формирования обобщенной потоковой модели кластера п.4.

Если же полученное решение в п.5 нас удовлетворяет по точности по четырем объектам, то расчет завершается и готовятся для анализа пользовательские отчеты, как правило, с использованием средств генератора отчетов в согласованном с акторами формате.

Отметим, что прописана принципиальная схема построения оптимизационной обобщенной потоковой модели кластера в пп. 1—6, и по опыту решения подобных задач для ВИНК [9], не имеет особых трудностей, но для сложных объектов типа 1—4 наличие детальных моделей при реализации подобной схемы является обязательным. Внедрение рассмотренного подхода потребует подробной проработки всех этапов пп.1—6, и участия в команде опытных разработчиков-исполнителей.

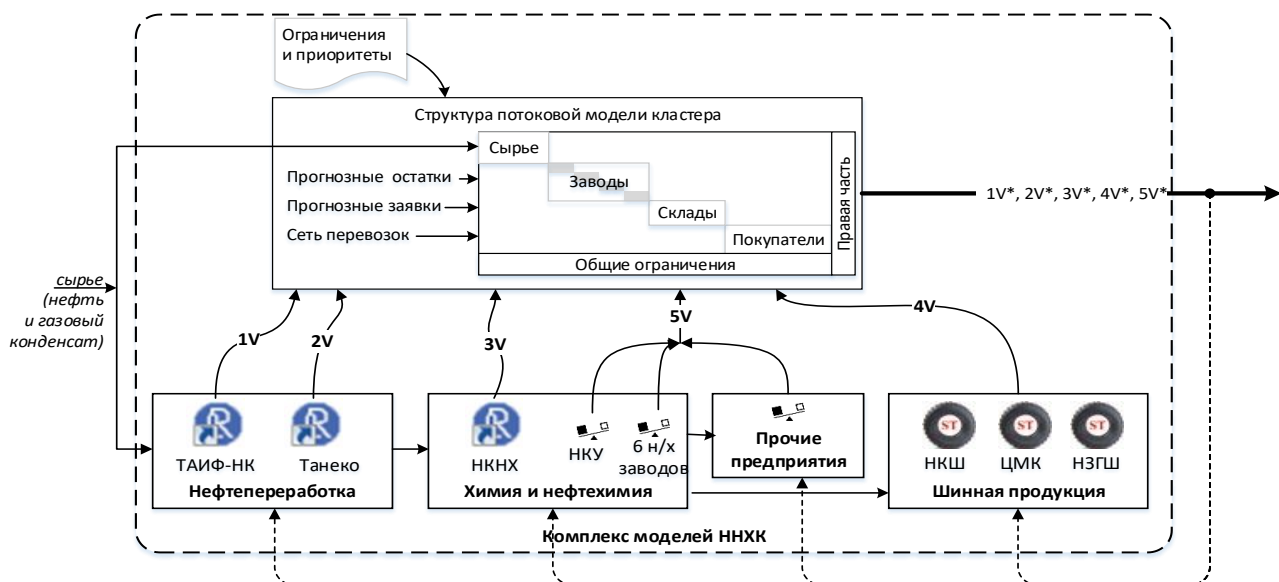


Рис. 10. Структура оптимизационной обобщенной потоковой модели кластера

Заключение

Таким образом, рассматривая промышленные кластеры как сетевые социальные структуры можно сделать следующие выводы:

1. Ансамбль акторов состоялся, если у него возникли эмерджентные свойства, и акторы находятся в сетевом взаимодействии, что позволяет им через обратные связи обеспечить саморегуляцию состояния ансамбля, и выработать адекватную реакцию на воздействия окружающей среды. Тем самым у ансамбля будет проявляться свойства экологичности, что может привести и к коррекции эмерджентных свойств ансамбля и так в цикле. Появление подобного цикла и есть, по нашему мнению, необходимые и достаточные условия существования ансамбля.

2. В работе показано, что сформированные подобно ансамблю кластеры, кластерные организации или виртуальные корпорации, говорит о том, что при их создании руководствовались тремя инновационными механизмами имени М. Портера: «GSI-тройная спираль», «Золотые правила» и «Модель алмаза». Т.е. по сути, ими запускается цикл в виде последовательности порождения и подавления с коллаборацией противоположностей, что и лежит в основе указанного выше цикла п.1.

3. На предварительном этапе по созданию кластерных структур, как часть реконструкции промышленного комплекса, стоит начать с его исследования, например, с использованием методик SWOT-Analysis, ABC Payroll Services (М.Портер), но ключевым является применение методологии CPA™ Solomon Associates, более 20 лет представленной в России. Результаты исследований должно позволить руководству комплекса из набора направлений реконструкции выбрать перспективные.

4. Руководство промышленного комплекса, имея цель дополнить его сетевой структурой, должно создать независимый институт коллаборации, в виде команды с координатором. Координатор в три этапа инициирует создание сетевых вариантов, проводит формирование их деятельность до возникновения устойчивого цикла п.1, и затем поддерживает их функционирование, как менеджер на аутсорсинге.

5. Эффективное функционирование созданного сетевого варианта, например, рис.8. в версии 1 или 2. предполагает применение высокопроизводительных ИКТ и моделирующих инструментариев, успешно эксплуатируемых в выбранной прикладной области. Обслуживание их также должно вестись командой профессионалов в режиме аутсорсинга. Предложенные в работе подходы к построению моделирующих инструментариев для кластеров, эффективно применяются на производствах НКХ/НПЗ/ВИНК [8,9].

6. Согласно свойству 5 экосистемное представление предполагает оценку влияния промышленных технологий на окружающую среду, как текущую, так и на перспективу, что важно учитывать при формировании кластерных структур и их развитии.

Литература

1. Ассоциации развития кластеров и технопарков России, 21.08.2018, — Устав АКИТ РФ. — Режим доступа: <http://akitrf.ru/>

2. *Смординская Н.В.* Глобальная экономика: от иерархий к сетевому укладу. Изд. М.:РАН ИЭ, 2015. 344с. —Режим доступа: https://inecon.org/docs/Smorodinskaya_book_2015.pdf
3. *Дырдонова А.Н.* Управление устойчивым развитием промышленным кластерам: Автореферат диссертации д-р .экон. наук, КНИТУ 2019. — Режим доступа: https://swsu.ru/upload/iblock/ae4/dyrdonovaaan_avtoreferat.pdf
4. *Капра Ф., Луизи П.Л.* Системный взгляд на жизнь. Целостное представление. Пер. с англ. М.: УРСС: ЛЕНАРД, 2020. — 504с.
5. *Дудоров О.Е.* Теория перемен. Тайна И цзин. — М.:Флинта, 2006. 232с.
6. *Еллерингтон Т., Пауэр П., Шишорин Ю.Р., Аксенова Т.С.* Повышение операционной эффективности и бенчмаркинг российских предприятий топливно-энергетического сектора (на примере НПЗ) //Автоматизация в промышленности. 2015. № 4., — с. 34—41.
7. *Franke U. J.* The Concept of Virtual Web Organizations and its Implications on Changing Market Conditions. Pleyma Unternehmensnetzwerke GmbH, (Cranfield University, School of Management, UK), JOV 3 (2001) 4.
8. *Хохлов А.С., Мишутин Д.Ю., Бородин П.Е.* Оптимизационные инструменты моделирования нефтехимических кластеров//Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. Серия "Естественные и технические науки" (ISSN 2223-2966), выпуск №3/2(март) за 2019 г.
9. *Хохлов А.С., Баулин Е.С., Коннов А.И., Мишутин Д.Ю.* Комплекс интегрированного планирования деятельности ВИНК// Автоматизация в промышленности, Москва, 2018, №12. — с. 15—26.