

ПРАКТИКА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

DOI: 10.36622/VSTU.2020.92.34.004

УДК 338.585

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАСТЕРОВ И МОДЕЛЕЙ ПАРНОСТИ В РАЗВИТИИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ

Р.Л. Сатановский, Д. Элент

Nuspark Inc.

400 Steeprock Dr., Toronto, Ontario, M3J 2X1, Canada

Введение. Результаты внедрения кластеров в промышленности подтверждают их высокую эффективность. Системный подход обуславливает необходимость их использования в цехах, работа участков которых непосредственно связана с производственными затратами и получением прибыли предприятий

Данные и методы. Цифровая экономика создает принципиально новые возможности развития кластеров организации производства. Они реализуются за счет внедрения моделей парности подразделений для обоснования наиболее эффективных (оптимальных) вариантов развития, их достижения, стабилизации и корректировки при изменении параметров внутренней и внешней среды. Модели позволяют интегрировать процессы информационного пространства с реально протекающими в производстве.

Полученные результаты. Использование экономико – математических моделей проведения теста парности, образования новой целостности - кластеров, оценки роста потенциала пар, эффекта эмерджентности и др. обеспечивают выбор лучших вариантов развития организации производства участков в системе цеха. Минимизация последствий потенциальных ошибок с учетом затрат перехода позволяет рассматривать кластеризацию и парность в рамках общей концепции организации производства. Она включает логически вытекающие одно из другого решения, которые ассоциируются с применением системы моделей, необходимых пояснений по их использованию и конкретной последовательности шагов по реализации.

Заключение. На примерах серийного машино- и приборостроения рассмотрены источники дополнительного роста эффективности при реализации инновационных проектов в условиях цифровизации предприятий. Проекты кластеризации с учетом моделирования вариантов становятся важнейшими для повышения потенциала эффективной организации производства участков и цехов.

Ключевые слова: затраты, кластер, модель, организация, парность, производство, участок, целостность, цех, эмерджентность, эффективность.

Для цитирования:

Сатановский Р.Л., Элент Д. Использование кластеров и моделей парности в развитии организации производства участков и цехов // Организатор производства. 2020. Т.28. № 4. С. 34-44. DOI: 10.36622/VSTU.2020.92.34.004

Сведения об авторах:

Сатановский Рудольф Львович (*rudstanov@yahoo.com*), д-р экон. наук, профессор консультант отдела маркетинга.
Элент Дан (*delent@nuspark.com*), руководитель отдела маркетинга.

On authors:

Rudolf L. Stanovski (*rudstanov@yahoo.com*), Dr. Sci. (Economy), Professor, consultant department of marketing.
Dan Elent (*delent@nuspark.com*), direct department of marketing.

USE OF CLUSTERS AND COUPLING MODELS IN THE DEVELOPMENT OF THE ORGANIZATION OF PRODUCTION OF SITES AND GUESTS

R.L. Satanovsky, D. Yelent

Nuspark Inc.

400 Steeprack Dr., Toronto, Ontario, M3J 2X1, Canada

Introduction. *The results of the introduction of clusters in industry confirm their high efficiency. A systematic approach necessitates their use in workshops, the work of sections of which are directly related to production costs and the profit of enterprises.*

Data and methods. *The digital economy creates fundamentally new opportunities for the development of production organization clusters. They are realized through the introduction of paired units models to justify the most effective (optimal) development options, their achievement, stabilization and adjustment when changing the parameters of the internal and external environment. The models allow you to integrate processes information space with real flowing in production.*

Results Obtained. *The use of economic and mathematical models for conducting the “pairing” test, the formation of a new integrity — clusters, assessing the growth of the potential of pairs and the emergence effect, provides the choice of the best options for the development of the organization of production of sites in the workshop system. Minimizing the consequences of potential errors taking into account the costs of the transition period consider clustering in the framework of the general concept of organization of production, which includes one of the other logical solutions that are associated with the use of a system of models, necessary explanations for their use and a specific sequence of steps for implementation.*

Conclusion. *Using examples of serial machine and instrument engineering, sources of additional growth in efficiency in implementing innovative projects in the context of digitalization of enterprises are considered. The most important projects are the clustering of workshops and the use of the integrity potential of the development of effective organization of production sites.*

Key words: *costs, cluster, model, organization, pairing, production, site, integrity, workshop, emergence, efficiency.*

For citation:

Satanovsky R.L., Yelent D. Use of clusters and coupling models in the development of the organization of production of sites and guests // Organizer of production. 2020. Т. 28. No. 4. С. 34-44. DOI: 10.36622/VSTU.2020.92.34.004.

Введение

В условиях цифрового производства системный подход обуславливает необходимость доведения кластеров до участков, работающих в структуре цеха. Их эффективное использование определяет, во многом, затраты производства и себестоимость продукции, снижение которых непосредственно обусловлено развитием организации производства.

Кластер в рассматриваемом ниже контексте — это группа взаимосвязанных участков цеха, действующих в системе производства (виртуального), характеризующая общностью деятельности и взаимодополнением друг друга [2]. Для создания кластера, как минимум, необходима пара участков (не менее 2-х),

отвечающих требованиям парности и создания новой целостности. Одно из определяющих требований современной парадигмы эффективной организации производства связано с достижением результата, при котором сегодня следует работать эффективнее чем вчера, а завтра более, чем сегодня. Необходим переход от качественного описания этого результата в терминах “хуже - лучше“, к получению количественно определенного качества в параметрах “меньше - больше“.

Комплексный подход к решению задач развития кластеров организации участков цеха серийного производства машин и приборов, рассматривается ниже.

Постановка

Необходимость дальнейшего снижения затрат производства и потерь при переходе к более эффективным вариантам развития в условиях цифровизации, обуславливают активный поиск новых методов решения поставленной задачи получения синергетического эффекта [3].

Одно из направлений такого поиска связано с созданием виртуальных кластеров из участков цеха и моделированием их параметров для обоснования внутреннего взаимодействия составляющих и получения за счет этого дополнительного результата. Узловые вопросы перевода таких кластеров из информационного поля в реальное, нуждается в отдельном рассмотрении.

В работах [5, 6] представлен комплекс задач по выбору вариантов развития организации производства участков на основе использования базовой модели расчета производственных затрат (Зпр) и затрат перехода к более эффективному варианту развития (Зпер). Показана последовательность шагов при локальной оптимизации и использовании эффекта эмерджентности, снижении уровня конфликтности при принятии обоснованных решений и др.

Для того, чтобы быть взаимосвязанными и взаимодополняющими друг друга, участки (элементы пары) должны соответствовать определенным признакам парности, интеграция которых в систему и моделирование их изменений с учетом эмерджентности, может принести дополнительный эффект.

В работе [4], где парность исследуется как явление (совокупность процессов) образования новой целостности - кластера, доказательно сформулированы её основные признаки. К ним относятся:

1. Наличие пары, которая состоит из двух подходящих парных элементов в чем-то соответствующих друг другу, в чем-то противоположных (не суть), но обладающих потенциалом образования новой целостности.

2. Хотя бы один из элементов пары активен, если образование парности самоуправляемо

3. Наличие у элементов пары исходной потенции (совокупности внутренних условий), необходимой, но недостаточной для целенаправленных взаимодействий, влекущих образование новой целостности (системы).

4. Наличие у элементов пары необходимых внешних условий, которых совместно с внутрен-

ними условиями достаточно для возникновения целенаправленных взаимодействий, влекущих образование новой целостности (системы).

5. Наличие целенаправленных взаимодействий элементов пары, проявляющих парность и свидетельствующих об образовании новой целостности.

6. Возможность косвенного обнаружения проявлений эмерджентных свойств, в том числе парности.

7. Невозможность непосредственного наблюдения парности с помощью органов чувств.

В качестве парных элементов, как компонентов системы, могут быть пары, состоящие из персоналий и/или объединений. Организация производства, в которой парность рассматривается как явление и процесс, описывается рядом свойств. Свойство - признак, нераздельно принадлежащий одному объекту, позволяющий сопоставлять на качественном уровне состояние этого объекта с другим. Каждое свойство характеризуется рядом существенных признаков - отношениями, т.е. всем тем, чем явления и процессы отличаются друг от друга. При отсутствии возможности счета или измерения, отношений сравнения объектов по типу "хуже - лучше", может быть достаточно много, что подтверждает качественное различие в рамках одного свойства. Для успешного решения задач развития, необходимо каждое из отношений представить в виде признаков - параметров типа "меньше - больше", т.е. величин, отражающих их в статике и динамике. Совокупность свойств, отношений и параметров дает систему показателей, описывающих, элементы пар в ней, их новую целостность - кластер, эффективное использование моделей адаптивного развития и др. [5].

Например, в контексте сказанного, рассматриваемое понятие организации включает три свойства, обусловленных спецификой процессов: производства, труда и управления. Отношения внутри свойств определяются типом производства, пространственно - временным развитием и др. Оптимальные значения параметров обеспечивают выбор наиболее эффективных вариантов. Ряд апробированных моделей и методов решений представлены в [5].

Парность как совокупность процессов образования новой целостности можно и нужно моделировать с целью выбора лучшего варианта. Для объяснения фактов и прогноза поведения парности применяют описательные модели

(дескриптивные). Для обоснования лучшего, например, по критерию минимальных производственных затрат Зпр, используют расчетные модели (экономико-математические). В любом случае для выбора необходима система показателей, которая позволяет качественно и количественно определить элементы парности и оценить их изменение.

К традиционным показателям: репрезентативность, двойственность, разнообразие, внешнее дополнение, сопоставимость и интегративность, [6], при цифровизации добавляется значимость таких, как:

- Эмерджентность – показатели отдельных частей кластеров, как правило, не отражают свойств, которые присущи им в целом.

- Первичность – система показателей опирается на те из них, с помощью которых получают любые вторичные показатели (коэффициенты).

- Однозначность – показатели выражаются в терминах, не допускающих их двойное толкование.

- Оптимальность – показатели ориентированы на обоснование макс./мин. величины по выбранному критерию эффективности.

Ниже на конкретных примерах показаны подходы и результаты моделирования некоторых процессов парности участков, образования их виртуальной и реальной целостности в системе цеха, получения дополнительного эффекта за счет этого и др.

Тест парности

Инновационные проекты развития организации производства объективно связывают с поиском дополнительных источников роста эффективности. Некоторые из них определяются обоснованием парности организуемых элементов (участков), моделированием их динамики для формирования эффективных кластеров и др.

Практика создания данных кластеров, при наличии в цехе 3-х и более участков, подтверждает необходимость их классификации и предварительного группирования для создания информационной базы и её использования. Многообразие участков рассматривается как конечное множество. Схожесть двух любых объектов характеризуется наличием у них отношений. Их пересечение имеет место, если отношения присутствуют у двух сравниваемых участков и отсутствует, если его нет хотя бы у одного. Пересечение отражает наличие внутренней близости. Сумма пересечений характеризует

ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА. 2020. Т. 28. № 4

внутреннее сходство, по величине которого ранжируются варианты сочетаний пар. Наличие 3-х и более участков цеха требует решения задачи оценки разных парностей и их эффективных сочетаний для формирования новых кластеров. Модель решения задачи дана в [7].

Рассмотрим наиболее общие признаки парности участков в представленной выше последовательности, наличие которых становится условием их эффективного взаимодействия и образования новой целостности (виртуального кластера)

1. В организации серийного производства машин и приборов практически не существует участков цеха с полной предметной (блочномодульной) замкнутостью. С её ростом упрощаются связи между участками, но снижается эффективная загрузка основных фондов (оборудования, площадей) и др. Реализация совместного поиска эффективного соотношения предметной и технологической специализации участков в системе цеха является важнейшим из условий, характеризующих наличие у них потенциала образования новой целостности и развития.

2. Активность каждого из элементов пары во многом, определяется стремлением цеха к улучшению результатов работы, самодостаточными интересами руководителя и коллектива в принятии более эффективных решений при обосновании показателей развития участков от существующих состояний вчера к лучшим сегодня и завтра.

3. Расчет по модели локальной оптимизации может подтвердить наличие исходной потенции (совокупности внутренних условий, собственных ресурсов) необходимых и достаточных для самостоятельного решения стоящей перед участком задачи развития. Это значит, что потенции данного участка недостаточно для целенаправленных взаимодействий с другим, поиска состояний компромисса и консенсуса при образовании новой целостности – кластера.

4. Внешними условиями, которых наряду с внутренними достаточно для возникновения целенаправленного взаимодействия участков, становятся результаты моделирования [4, 6]:

- вариантов эффективной специализации и возможной кооперации ресурсов одного элемента с другим;

- обоснованных вариантов развития и их обеспечения, включая достижение, поддержание

WWW.ORG-PROIZVODSTVA.RU 37

и корректировку при изменении среды;

- привлекаемых внешних ресурсов, например, для изменения размеров незавершенного производства, повышения серийности, реализации задач переходного периода и др.

5. При целенаправленном взаимодействии элементов наблюдается соотношение:

- когда один из них должен приспособиться к другому, а второй, по возможности, учитывать динамику первого;

- равного партнерства при отсутствии давление одного на другого.

Ниже рассматриваются модели оценки потенциала в условиях равного партнерства, эффективность которого, во многом, определяется:

- использованием виртуального напряжения для повышения уровня согласия участников и интеграции процессов, протекающих в реальном производстве с процессами, смоделированными в информационном пространстве;

- проведением модельных экспериментов, включающих развитие специализации, гибкости, концентрации ресурсов;

- обоснованием вариантов, минимизирующих последствия потенциальных ошибок в получении нужных результатов развития и др.

Проявление эмерджентных свойств является одним из ключевых понятий теории и практики организации и управления сложными системами. Эмерджентность свидетельствует о наличии у системы целостности (эмерджентных свойств), т.е. таких, которые не присущи составляющим её частям. При их взаимодействии они претерпевают качественные изменения, так что некоторая часть целостной системы становится не тождественна аналогичной, взятой изолированно. Взаимное перекрывание критериев различных целей развития организации производства участков приводит к возникновению эффекта эмерджентности [5].

7. Учет данного признака парности в получении синергетического эффекта организации производственных участков в статье не рассматривается.

Результаты проверки теста “парности”, подтверждающие присутствие шести признаков, говорит о наличии у них потенциала образования новой целостности – кластера в цехе. Первые три признака, скорее всего, определяют необходимые для этого условия, остальные их достаточ-

достаточность.

Узловые вопросы оценки потенциала каждого элемента, пары в целом с учетом типа производства, эффективной продолжительности переходного периода и др., рассмотрены ниже. Оптимизация параметров типа производства является необходимым условием при оценке сопоставимости рассматриваемых вариантов развития [6]. Затраты перехода Зпер являются важной составной частью моделирования, которые необходимо учитывать при изменении параметров продукции и производства [7].

Модели

По результатам апробации моделей развития организации серийного производства деталей точных машин и приборов, в [6] рассмотрен комплекс решения ряда задач, объединенных в четыре блока [7]:

А. Обоснование вариантов развития (10 задач).

В. Достижение планируемых показателей (4)

С. Поддержание стабильности (4)

Д. Корректировка при изменении условий внешней и внутренней среды (2)

Комплекс включает минимально необходимое число задач развития, охватывающих отношения внутри каждого из свойств организации производства и связей между ними. Представленные задачи отражают системный подход в получении синергетического эффекта в организации серийного производства. Моделирование задач блока А без решения в блоках В, С и Д теряет свою практическую значимость для планирования развития кластеризации

Решение совокупности задач связано с проведением ряда этапов (шагов).

Для этого разработана и апробирована базовая модель расчета оптимального варианта развития организации производства участков, которая включает 16 факторов - аргументов. Важнейшим (ключевым, определяющим) показателем типа производства является коэффициент закрепления операций $K_{зо}$. Он показывает в целом по участку количество различных операций (производственных работ), приходящихся в среднем за месяц (22 смены) на одно рабочее место [6].

В базовой модели расчета совокупные текущие затраты $Z_{пр} = \sum Z + \sum H$ функционально связаны с $K_{зо}$ [6]. Величина $\sum Z$ включает затраты на оплату: труда рабочих, простоев в ожидании обслуживания, подготовительно-

заклучительного времени, управления процессом производства и др. При уменьшении K_{30} (росте серийности, увеличении размеров партий) ΣZ снижается, а стоимость запасов незавершенного производства ΣH , растет. Их разнонаправ-

разнонаправленность позволяет находить K_{30} опт по критерию $Z_{пр.мин}$. Схемы расчета для двух участков показаны на вертикальных плоскостях на рис. 1 (для упрощения $K_{30} = K$).

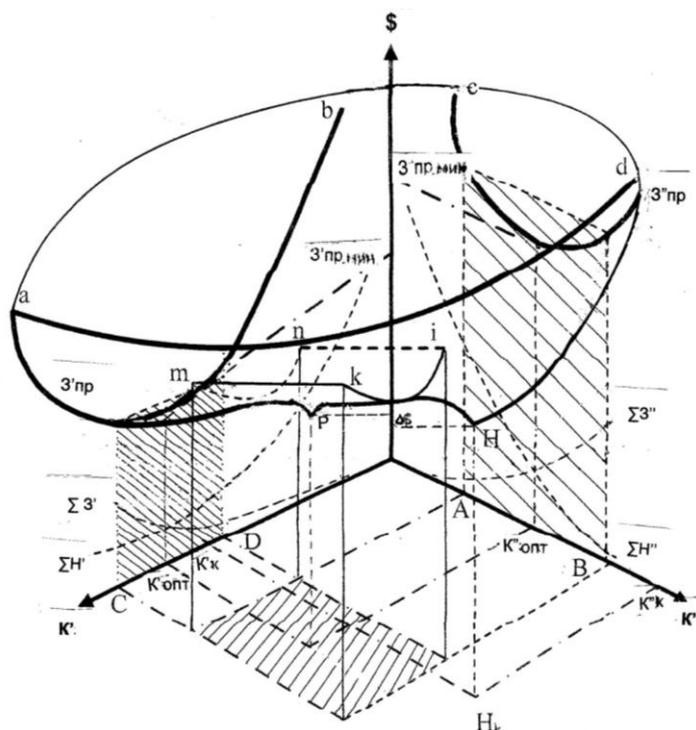


Рис. 1. Схема расчета эффекта эмерджентности
Fig. 1. Scheme for calculating the emergence effect

Дальнейшее расширение модели связано с учетом в ней затрат перехода $Z_{пер}$, включая расчеты дополнительной потребности в производственных ресурсах соответствующей квалификации, необходимых для достижения изменений ΣH [7].

Обоснование важнейшего показателя K_{30} становится необходимым условием использования однопараметрической модели оптимизации. Рассмотрение свойств, отношений и особенностей K_{30} , позволяет использовать его не только для характеристики существующей (вчерашней, базовой) организации производства участков ($K_{30.ф.}$), но и для управления её развитием сегодня и завтра ($K_{30.опт}$, K_k), что неизмеримо важнее. Последовательность действий изложена в [4].

Каждый $(k+1)$ шаг развития относительно предшествующего (k) -го по модели локальной оптимизации целесообразен, если он обеспечивает получение дополнительного снижения

затрат ΔS . Когда снижение находится в разрешенном допуске K_{30} или оно может быть достигнуто использованием собственных ресурсов, проблемы образования новой целостности – кластера, не возникают. Когда собственных возможностей не хватает, необходимо проведение теста на парность для оценки целесообразности привлечения ресурсов другого участка и формирования нового кластера.

Положительный тест по пунктам основных признаков парности, например, за счет корректировки предметной (блочно-модульной) специализации участков цеха, их участия в изменении комплектного незавершенного производства и др., позволяет использовать модель расчета эмерджентности для поиска P в границах допуска $m_{пik}$, величины экономии ΔS , оценки потенции и др., характеризующих согласование интересов участников (элементов пары) на уровне компромисса.

Компромисс определяется как разрешение

некоторой ситуации путем согласования взаимных уступок ради достижения поставленной цели. При отсутствии принципиальных возражений и наличия возможности преодоления серьезных разногласий, частичный консенсус характеризует результаты взаимного согласия сторон. Полный консенсус – это приход к общему согласию на основе оптимальных решений, устраивающих обе стороны [4].

На вертикальных плоскостях (рис. 1) представлены схемы расчета локальной оптимизации для двух участков. Расчет эффекта эмерджентности схематически показан в центре Рисунка 1. Модель помимо расчета компромисса P , включает также обоснование:

- Частичного консенсуса в H , когда отклонения одного из участков ($K'zo$) выходят за границы допуска. Величиной ΔS оценивают снижение производственных затрат и рост потенциала парности.

- Полного консенсуса, когда результат связан с преодолением последствий нахождения $Kzo.опт$ каждого из участков за границами допусков на Kzo предшествующего (k) -го шага. Величина ΔS при этом возрастает.

Процессы эмерджентного управления и обоснования параметров Kzo опт, $K.к$, $Zпр.мин$, $\Delta S'$, $\Delta S''$, $\Delta S = \Delta S' + \Delta S''$ и др., характеризуют состояние кластеров сегодня и завтра. Их расчеты с учетом мониторинга ряда параметров факторов-аргументов базовой модели, рассмотрены в заключении.

Ранее отмечалось, что в общем случае, каждый $(k+1)$ шаг развития относительно (k) -го связан с возникновением затрат $Zпер.$. Переход от (k) -го варианта к более эффективному $(k+1)$ не происходит одновременно. Нужно время переходного периода (T) и дополнительные затраты на его проведение, которые снижают результат, полученный по расчетной базовой модели. Оптимизационные модели, включающие нахождение $Toпт$, рост незавершенного произ-

водства при увеличении партионности, проведение организационных мероприятий при снижении серийности и др., обеспечивающие сопоставимость результатов, представлены в [5, 7].

Дополнительным источником снижения $Zпер$ становятся:

1. моделирование вариантов эффективного использования внутренних ресурсов (совмещение профессий) и/ или привлечения внешних для изменения состава и структуры незавершенного производства [6].

2. снижение уровня напряженности [7] за счет комплекса мероприятий, направленных на корректировку величин факторов-аргументов базовой модели, к изменению которых наиболее чувствительны результаты моделирования и до.

Наличие экономико-математических моделей, и использование итерационного моделирования позволяют решать не только прямые задачи образования новой целостности системы, кластеров организации производства, получения синергетического результата, но и обратные задачи по учету изменений величин факторов-аргументов для планирования более эффективного уровня напряженности. Обусловлено это возможностью цифровизации, доведения плана предприятия до подразделений и реализации по линиям обратной связи предложений по корректировке планов с учетом изменения эффективности начальных зеньев производства.

Заключение

Графическую интерпретацию эмерджентности иллюстрирует рисунок 2, где $Kzo=K$. Выпуклая поверхность включает множество вариантов. Оптимальными по критерию достижения глобального минимума ($Z''пр.мин. + Z'пр.мин$) становятся решения в (H) , при которых проекции на плоскость и далее на оси K' и K'' показывают планируемые системные значения $K'zo.к$ и $K''zo.к$.

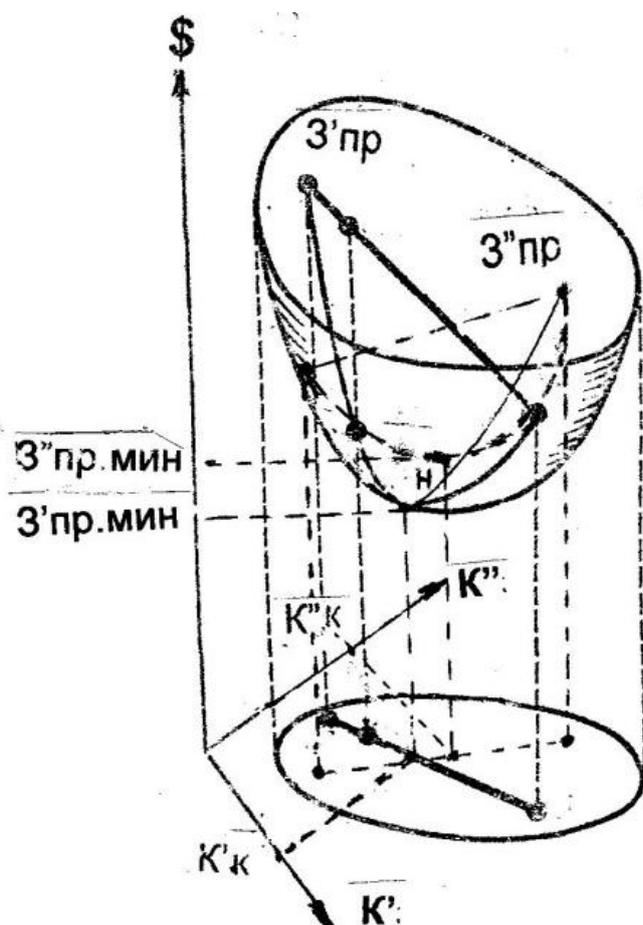


Рис. 2. Схема эмерджентности
Fig. 2. Schema emergence

Координаты $Z_{пр.мин}$ определяются изменением факторов - аргументов расчетной модели и значениями $K_{зо}$, реализуемых на $(k+1)$ шагах развития. Последних должно быть достаточно для выбора из вектора возможных решений наиболее эффективных (лучше оптимальных), дальнейшего учета взаимодействия параметров модели, затрат перехода, выхода $K_{зо.опт}$ участков за пределы допусков, изменения H на выпуклой поверхности при продвижении к частичному / полному консенсусу и др.

При целочисленных значениях вектора $K_{зо}$, совокупность итераций эмерджентного управления делают маловероятным достижение $Z_{пр.мин}$ участков в точках P или H . Возникает задача

обоснованного дробления $K_{зо}$, для сближения $Z_{пр.мин}$ при получении значений $K'_{к}$ и $K''_{к}$.

Модели виртуального нпряжемера обеспечивают переход от величин реальных суммарных затрат и ключевого показателя ($Z_{пр}$ и $K_{зо}$), к S_0 и X , соответственно отнормированных относительно $Z_{пр.мин}$ и $K_{зо.опт}$. Благодаря этому становится возможным рассчитать кривую нормированных затрат $S_0(X)$, функцию плотности вероятности $f(X)$ нормированного ключевого показателя (X), гистограмму распределения $P_i(X)$ и др.

На рисунке 3 показано, что минимальные значения отнормированных затрат $S_0(X)$ участков пересекаются в одной точке.

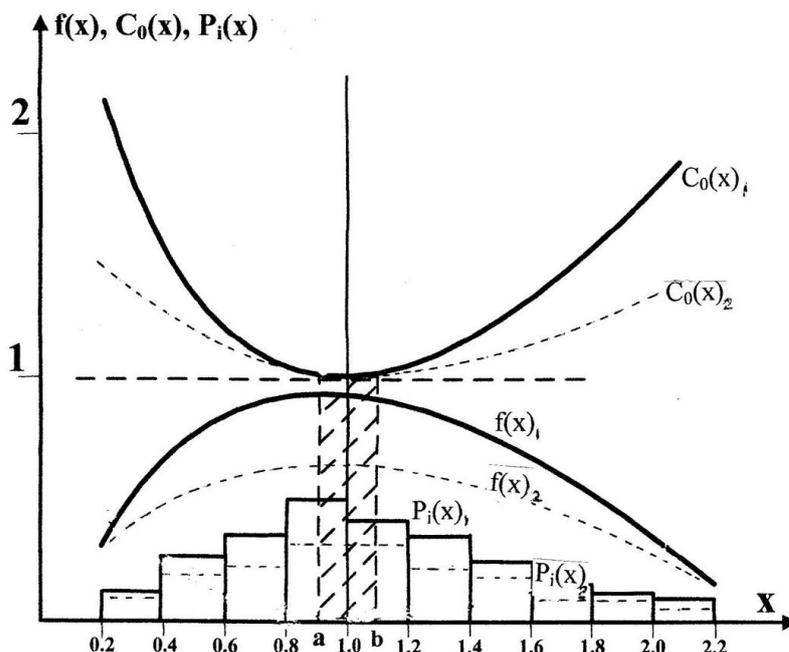


Рис. 3. Затраты $C_0(x)$, плотности вероятности $f(x)$, вероятности $P_i(x)$
 Fig. 3. Costs $C_0(x)$, probability densities $f(x)$, probability $P_i(x)$

При этом максимальные значения $f(X)$ участков при $X = 1$ располагаются на разных уровнях. Увеличение разрывов между ними снижает вероятность пересечения $Z_{пр.мин}$.

Учет реальных величин $Z_{пр}$ и $Z_{пр.мин}$, априори обуславливает их пространственное нахождение в областях P и H . Становится возможным использование моделей виртуального напряжемера для поиска решений по обоснованию и оптимизации размеров последних.

Закон распределения $X=K_{зо}/K_{зо.опт}$ формируется под влиянием 16 факторов-аргументов расчетной модели. Знание характеристик закона позволяет обосновать предельное поле рассеивания параметра X . Умножение X на $K_{зо}$ опт обеспечивает переход к оценке вероятности нахождения реальных $K_{зо}$ в поле рассеивания, т.е. надежности.

Недостаточная надежность в сочетании с размером отклонения за пределами допуска на $K_{зо}$, является основанием для дальнейшего уточнения потенциала парности и его корректировки, в первую очередь с учетом параметров, в наибольшей мере влияющих на чувствительность и устойчивость кластеров организации производства.

На основе базовой модели расчета локального оптимума, стало возможным по подразделениям механообработки серийного

приборостроения и точного машиностроения рассчитать значения $K_{зо.опт}$ для различных совокупностей факторов - аргументов и аппроксимировать криволинейные зависимости приведенных в [7] затрат, функцией вида

$$K_{зо\ опт} = A_0 + A_1x R + A_2x P_0 + A_3x t + A_4x P_я + \dots + A_{16}x F \quad (1)$$

где $A_0, A_1, A_2 \dots A_{16}$ – коэффициенты, найденные методом наименьших квадратов.

Таким образом были отранжированы все 16 показателей модели и выделены четыре, к динамике которых наиболее чувствительны изменение затрат. На них приходится 77 – 85% оценок устойчивости в границах допуска.

К таким показателям организации производства участков механообработки, изменение которых следует мониторить в первую очередь, относятся:

R - количество позиций номенклатуры, закрепленной за подразделением;

P_0 - число операций / производственных работ одной позиции;

t_n - трудоемкость производственной работы;

$P_я$ – явочное число рабочих /операторов участка.

Увеличение $\Delta\$ = \Delta\$' + \Delta\$''$ для $(k+1)$ шага при

продвижении от компромисса к консенсусу характеризует рост потенциала пары при образовании новой целостности. Оценить количественно потенциал и его рост без результатов расчетных моделей, нельзя. Знание их графического решения на рис. 1 и рис. 3, расширяет и уточняет результаты дескриптивного моделирования.

По анализу данных более 40 участков приборостроения выявлено, что развитие их организации производства связано с увеличением затрат перехода. Включение последних в расчетную модель цифровизации предприятия становится необходимым условием выбора лучших вариантов развития [7].

Использование параметра Кзо.к. на каждом шаге, позволяет обосновать размеры партий, периодичность повторения, длительность цикла изготовления и другие нормативы, которые обеспечивают достижение, сохранение и корректировку организационных условий производства участков с учетом параметров их развития.

Обобщая некоторые результаты эффективного использования моделей парности кластеров, эмерджентного управления и др., следует отметить, что работа участков с Кзо.к. подтверждает нахождение каждого из них в своей зоне устойчивости (допуске), а цеха - в состоянии системного "равновесия по Нэшу" [8]. Оно включает решение для двух взаимодействующих элементов, в котором ни один из них не может улучшить свой результат, если другой ничего не меняет. Представленные модели выбора вариантов эффективного развития, скорее всего, относятся к той части приложения теории игр, когда каждый, с учетом затрат и времени перехода, старается делать лучше для себя, делая лучше для другого. В этом заключаются важнейшие предпосылки эффективного использования потенциала парности участков, подстройки блочно-модульной специализации, организационной структуры цеха и др.

Анализ проблем разногласия и кооперации показал, что отношения двух взаимодействующих сторон следует рассматривать в диапазоне от конфликта до сотрудничества [7]. В монографии [9] исследуется широкое понимание этих проблем в рамках теории игр. Отмечается, что:

1. конфликты разных уровней и характеристик укладываются в определенные математические модели;

2. результаты всевозможных соревнований и споров могут быть подвергнуты математическому анализу;

3. теория игр - это анализ стратегии в отношении двух взаимодействующих сторон (пары элементов кластера);

4. взаимоотношения могут проявляться в самых разных качествах, от конфликта до сотрудничества и в самых разных сферах.

В нашей статье изложены некоторые аспекты, которые обобщают набор правил, способствующих разрешению конфликтных ситуаций при развитии организации производства.

Выводы

1. Использование кластеров в условиях цифровой экономики становится дополнительным источником роста эффективности от реализации инновационных проектов развития организации производства.

2. Формирование кластеров объективно связано с обоснованием парности взаимодействующих элементов (участков), и моделированием их целостности для получения синергетического эффекта.

3. Для оценки потенциала новой целостности кластера рассмотрена система моделей обоснования достижения, поддержания и корректировки вариантов организации производства участков цеха при изменении параметров внешней и внутренней среды.

4. Все нарастающие тенденции к сбалансированному снижению зависимости предприятий от внешних поставщиков, объективно обуславливают необходимость их перестройки на базе использования моделей создания кластеров, обеспечивающих эффективное развитие. Формирование кластеров с учетом парности призвано, прежде всего, обеспечить новое качество работы участков, их взаимодополнение в рамках существующей или скорректированной производственной структуры цехов.

5. Рассмотренные решения могут использоваться при выборе различных вариантов развития и представлять интерес для Канады, России, США и других стран.

Благодарность д-ру Александру Бахмутскому за обсуждение материала.

Библиографический список

1. <http://viafuture.ru/privlechenie-investitsij/innovatsionnye-klastery>.
2. <http://chtooznachaet.ru/klaster.html>).
3. Туровец О.Г., Родионова В.Н., Каблашова И.В. Обеспечение качества организации производственных процессов в условиях управления цифровым производством. // Организатор производства, № 4, 2018, с.65 -76
4. Бахмутский А. Парность – слово, парность – термин. Вестник дома ученых Хайфы. Т.31, Хайфа, 2013, с. 21 -26
5. Сатановский Р. Модель программы для управления эффективностью производства и снижения уровня напряженности. Вестник Дома

Ученых Хайфы, Т.43, Хайфа, 2020, с. 82 – 92.

6. Сатановский Р.Л. Методы снижения производственных потерь. Экономика, М. 1989, 302 с.
7. Сатановский Р.Л., Элент Д. Переходные процессы эффективной организации серийного производства // Организатор производства №2, 2020, с.73 - 82.
8. Hill C.W., Jones G.R. Strategic Management Theory: An Integrated Approach. Stamford, Connecticut: Learning, 2015, 467p.
9. Aumann R. G. "The Logic of Backward Induction" Journal of Economic Theory. 159 (2015), pp. 443-464 (with I. Arieli).

Поступила в редакцию – 14 сентября 2020 г.

Принята в печать – 21 сентября 2020 г.

Bibliography

1. [http:// <url> / attracting-investment / innovative technologies-clusters](http://attracting-investment/innovative-technologies-clusters).
2. <http://chtooznachaet.ru/klaster.html>
3. Turovets O. G., Rodionova V. N., Kablashova I. V. quality Assurance of the organization of production processes in the conditions of digital production management. // Organizer of production, No. 4, 2018, p. 65 -76
4. Bakhmutsky A. Pair – word, pair-term. Bulletin of the Haifa house of scientists, Vol. 31, Haifa, 2013, p. 21 -26
5. Satanovsky R. program Model for managing production efficiency and reducing the level of tension. Bulletin Of the Haifa house of Scientists, Vol. 43, Haifa, 2020, p. 82-92.
6. Satanovsky R. L. Methods for reducing production losses. Economics, M. 1989, 302 P.
7. Satanovsky R. L., Elent D. Transition processes of effective organization of serial production // production Organizer No. 2, 2020, pp.73-82.
8. Hill K. U., Jones G. R. Theory of strategic management: an integrated approach. Stamford, Connecticut: training, 2015, 467 p.
9. Aumann R. G. "logic of reverse induction" journal of economic theory. 159 (2015), pp. 443-464 (with I. Arieli).

Received – 14 September 2020

Accepted for publication – 21 September 2020