

ПРАКТИКА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

DOI: 10.25987/VSTU.2018.93.61.002

УДК 338.585

МОДЕЛИ АДАПТИВНОГО РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Р.Л. Сатановский

Nuspark Inc.
400 Steepprock Dr., Toronto, Ontario, M3J 2X1, Canada

Д. Элент

Nuspark Inc.
400 Steepprock Dr., Toronto, Ontario, M3J 2X1, Canada

Введение. Необходимость подстройки организации производства появляется при изменении внешних и внутренних условий работы производственных систем (ПС). Устранение возникающего при этом дисбаланса ресурсов, обуславливает поиск согласованных решений на основе взаимодействия участков внутри цеха и обоснования эффекта эмерджентности.

Данные и методы. Представлен комплекс моделей эффективной подстройки организации производства и использования её результатов при адаптивном развитии участков и цехов серийного машино- и приборостроения.

Полученные результаты. Предложена система моделей адаптивного развития для нахождения наиболее эффективных (оптимальных) вариантов организации производства, которая апробирована в серийном приборостроении. Рассмотрены модели достижения компромисса и консенсуса, оценки показателей адаптивности, реализации их в управлении ПС. Отмечены особенности использования тренажер-моделей для решения задач адаптивного развития ПС.

Заключение. Переход к количественно определенным оценкам открывает новые возможности моделирования и выбора эффективных вариантов развития. Становится целесообразным переход к построению обобщенной модели адаптивного развития ПС предприятий машино- и приборостроения

Ключевые слова: моделирование, организация, производство, участки, согласование, эффективность, подстройка, эмерджентность, способность и адаптация

Для цитирования:

Сатановский Р.Л., Элент Д. Модели адаптивного развития организации серийного производства // Организатор производства. 2018. Т.26. № 4. С. 19-29. DOI: 10.25987/VSTU.2018.93.61.002

MODELS OF ADAPTIVE DEVELOPMENT OF THE ORGANIZATION OF SERIAL PRODUCTION

R.L. Stanovski , D. Elent

Nuspark Inc.
400 Steepprock Dr., Toronto, Ontario, M3J 2X1, Canada

Сведения об авторах:

Рудольф Львович Сатановский (д-р экон. наук, профессор, rudstanov@yahoo.com), консультант отдела маркетинга.

Дан Элент (delent@nuspark.com), руководитель отдела маркетинга.

On authors:

Rudolf L. Stanovski (Dr. Sci. (Economy), Professor, rudstanov@yahoo.com), consultant department of marketing.

Dan Elent (delent@nuspark.com), direct department of marketing.

Introduction. The need to adjust the organization of production appears when the external and internal operating conditions of production systems (PS) change. Elimination of the resulting imbalance of resources, determines the search for coordinated solutions based on the interaction of sites within the workshop and the justification of the effect of the embedding.

Data and methods. Presentation of models of effective adjustment of the organization of production and use of its results is presented with the adaptive development of sections and workshops of serial machine and instrumentation.

Results. A system of adaptive development models is proposed for finding the most effective (optimal) variants of production organization, which has been tested in serial instrumentation. Models for achieving compromise and consensus, estimating adaptive indicators, and their use in managing effective development of substations are considered PS. Features of the use of simulator models for solving problems of adaptive development of substations are noted.

Conclusion. The transition to quantitatively determined estimates opens up new possibilities for modeling and choosing effective development options. It becomes expedient to move towards the construction of a generalized model of adaptive development of substations of enterprises of machine-building and instrument-making.

Key words: modeling, organization, production, sites, alignment, efficiency, adjustment, emergence, ability and adaptation

For citation:

Stanovski R.L., Elent D. (2018) Models of adaptive development of the organization of serial production. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26(4), 19-29. DOI: 10.25987/VSTU.2018.93.61.002 (in Russian)

Введение

Необходимость решения задач адаптивного развития производства нарастает по мере ускорения процессов расширения и обновления продукции. Единая формулировка понятия адаптации отсутствует. Широко распространена такая, в которой под адаптацией понимают способность системы обнаруживать целенаправленное приспособляющееся поведение в сложных средах (далее способность), а также сам процесс такого приспособления (далее подстройка) [1].

Узловые вопросы адаптации, включая способность и подстройку, рассматриваются в статье применительно к организации производственных систем (ПС) участков и цехов серийного машино- и приборостроения. Оценка способностей на качественном уровне типа “больше - меньше“, реализуемая дескриптивными (описательными) моделями, не отвечает современной парадигме эффективного развития. Необходим переход к показателям, количественно определяющим данное качество. Их параметры предлагается базировать на результатах решения экономико-математических моделей, посредством которых определять потенциал ПС к адаптации и его реализацию.

В рассматриваемом контексте способность и её рост связаны с разнообразием вариантов эффективного приспособления ПС за счет собственных возможностей и кооперации с ресурсами других ПС без дополнительных (внешних) инвестиций. Данный подход становится одним из ключевых при моделировании вариантов адаптивного развития ПС.

Варианты оптимальной подстройки ресурсов, отраженные в составляющих производственных расходов, становятся базовыми при оценке способности и эффективности взаимодействия ПС. Дальнейший их рост во времени и пространстве обусловлен результатом согласованной подстройки ресурсов нескольких ПС с учетом эффекта эмерджентности. Очевидно, что изменение способности к адаптации способствует большей эффективности подстройки [2, 3].

Концепция адаптивного развития, включающая взаимоувязанные взгляды и логически вытекающие одно из другого решения по адаптации ПС, ассоциируется с созданием и применением комплекса расчетных моделей, необходимых пояснений по их использованию и конкретной последовательности действий по реализации.

Модели

Способность к адаптации рассматривается ниже применительно к организации производства, которая является наиболее динамичной составляющей ресурсов ПС участков и цехов. Её динамика обусловлена во многом типом производства. Тип - это классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий [2].

Одной из основных характеристик организации производства является коэффициент закрепления операций **Кзо**. Параметр **Кзо** – важнейший (ключевой, определяющий) показатель организации ПС, непосредственно связанный с продукцией, технологией, управлением и экономикой. Величина **Кзо** показывает среднее число переналадок рабочих мест участка за месяц. Зависимость между размером партии **П**, месячным фондом рабочего времени **Ф**, числом операций **По**, трудоемкостью **Т** и **Кзо**, определяется формулой

$$P = \Phi * P_0 / T * K_{zo}. \quad (1)$$

В диапазоне серийного производства выделяют $1 < K_{zo} \leq 10$ для крупносерийного, $10 < K_{zo} \leq 20$ для среднесерийного, $20 < K_{zo} \leq 40$ для мелкосерийного. Функциональная связь **Кзо** с размерами партий, периодичностью их повторения, длительностью производственного цикла, размером незавершенного производства, переналадками, простоями и др., позволяет изменением затрат **Зпр** и величины **Кзо** оценивать рост способности ПС к адаптации и эффективность их подстройки.

Для этого моделирование адаптивного развития проводится в три этапа.

На **первом** этапе ведется поиск вариантов эффективной подстройки организации производства для выполнения нового (**к + 1**) плана в условиях уже сложившейся структуры ресурсов предшествующего (**к - го**).

На **втором** - поиск локальных вариантов оптимальной организации по **Зпр мин** и **Кзо опт** в условиях измененной структуры ресурсов, приспособленной к реализации (**к + 1**) плана.

На **третьем** – поиск системных решений при моделировании эффекта эмерджентности, когда каждая ПС дополнительно к результатам решения своей задачи на втором этапе учитывает

кооперацию с ресурсами других.

На каждом из этапов решаются задачи подстройки ПС, связанные с её оценкой и обеспечением, включая достижение, сохранение и изменение обоснованных условий и нормативов организации производства. Вне комплекса таких моделей, решение проблемы не имеет большого смысла ни для теории, ни для практики [3].

Каждый шаг изменения плана за пределами допуска, который ведет к дисбалансу трудовых, материальных, организационных и других ресурсов, обуславливает появление трудностей выполнения программы. Их необходимо снизить за счет подстройки, которая ориентирована на выбор варианта с меньшими суммарными расходами, включающими производственные затраты, финансовые потери от риска, затраты переходного периода и др. [4].

Ниже кратко рассматривается комплекс моделей, прошедших апробацию в серийном приборостроении, то есть – проверку на практике, в реальных условиях теоретически построенных методов.

1. Трудности

Модель позволяет:

- оценить место и время возникновения трудностей;
- определить направления их снижения и векторы подстройки ресурсов.

Предприятие и его подразделения производят **n** видов определенного количества продукции и/или комплектующих к ним. Применительно к участкам и цехам используются следующие векторы параметров [5].

Количество продуктов по видам:

$$R = (R_1, R_2, \dots, R_n)$$

Заказы производства:

$$RL = (RL_1, RL_2, \dots, RL_n)$$

Результаты работы (выполнения плана):

$$Rz = (Rz_1, Rz_2, \dots, Rz_n)$$

Наполнение склада (незавершенное производство):

$$Rr = (Rr_1, Rr_2, \dots, Rr_n)$$

Каждый из перечисленных векторных параметров может зависеть от временного параметра **k** (планового) и от случайных изменений, что обуславливает неопределенность процесса производства и появление рисков. Само время (**k**) представляется дискретным из ряда целых чисел (**0, 1, 2, 3, ...**).

На протяжении планово-учетного периода (ПУП) условия серийного производства считаются стабильными [2, 3].

На разных этапах планирования в некоторые моменты времени (k_1, k_2, \dots) происходят изменения, определяемые последовательностью векторов заказов ($RL_{k1}, RL_{k2}, RL_{k3}, \dots$)

Разность между RL и Rrk формирует план производства $Rz(k+1)$, т.е.

$$Rz(k+1) = RL - Rrk. \quad (2)$$

С ростом несоответствия в составляющих производства k -го и $(k+1)$ шага (трудовых ресурсов, материальных, информационных, организационных и др.) увеличивается значение их подстройки за счет внутренних возможностей для уменьшения трудности выполнения нового плана. Для этого производство адаптируется под изменяющиеся планы. Формируются свои векторы подстройки на $(k+1)$ шаге (B_1, B_2, B_3, \dots). С их учетом эффективность реализации плана

производства на $(k+1)$ шаге (ф.2) определяется как

$$RL - Rrk = B * Rz(k+1). \quad (3)$$

Вектор подстройки во времени и пространстве B обусловлен расчетом по представленным ниже конкретным моделям. Результаты расчетов, в конечном счете, отражаются в снижении совокупных расходов и затрат, обосновании границ допуска и вероятности наступления рисковогото события, дополнительных затрат и времени при переходе от k -го к $(k+1)$ -му варианту развития, которые необходимы при обосновании планируемой эффективности подстройки.

2. Zpr_{min} и Kzo_{opt}

На планируемый период (на основе базовой модели, включающей 16 параметров – аргументов) определяют величины составляющих затрат Zpr , каждая из которых функционально связана с изменением ключевого параметра организации производства Kzo [2].

$$Zpr = \sum Z + Zn = (Zp + Zn + Zd + Zz) + Zn, \quad (4)$$

где Zp – оплата простоев рабочих мест в ожидании обслуживания;

Zn – оплата рабочих подразделения;

Zd – оплата планирования и учета движения продукции;

Zz – оплата затрат подготовительно-заключительного времени;

Zn – стоимость запасов незавершенного производства Rr .

Ключевой параметр Kzo непосредственно связан с R, RL, Rz, Rr, B, k и определяется их величинами при формировании календарно-объемного плана производства.

Схемы параметрической оптимизации Kzo по критерию Zpr_{min} для двух участков (Kzo и $K'zo$) представлены на вертикальных плоскостях (рис.1.)

С увеличением Kzo (т.е. снижением размеров партий P) растут Zp, Zn, Zd, Zz и уменьшается Zn [2, 3].

Отметим, что при всей своей значимости, показатель Kzo является только инструментом в поиске вариантов, эффективность которых оценивается снижением производственных затрат.

3. Границы допуска

В работе [2] изложена методика установле-

ния допуска и рассмотрена модель обоснования границ $A - B$ и $C - D$ на рис.1, в пределах которых колебания Zpr_{min} и Kzo_{opt} считаются разрешенными.

Допуск в технике определяется его границами и положением относительно номинального размера, который служит началом отсчета отклонений. Выход за пределы допуска ведет к появлению брака, устранение которого связано с дополнительными затратами.

В контексте рассматриваемой организации производства в качестве номинала используются величины Zpr_{min} и Kzo_{opt} , относительно которых располагается поле двухстороннего допуска. Выход за его пределы связан с увеличением расходов ПС: производственных затрат, финансовых потерь от риска, затрат переходного периода $Zпер$. [2, 4].

Без знания границ допуска невозможно оценить достоверность полученных результатов, которые в наибольшей степени отражают направления эффективного развития производства и служат ориентиром для принятия управленческих решений.

Современная парадигма достоверности экономических показателей включает оценку

точности, надежности, чувствительности и устойчивости [2, 6]. Каждая из расчетных оценок связана с величиной допуска, в пределах которого, как отмечалось, колебание показателя считается разрешенным.

Из 16 факторов-аргументов модели, 4 (число позиций n , количество операций $По$, трудоем-

кость T и число рабочих мест участка) относятся к 20% важнейших, которые по правилу Паретто влияют на 80% динамики чувствительности и устойчивости организации ПС. Мониторинг данных факторов в первую очередь необходим для прогнозирования направлений подстройки [2].

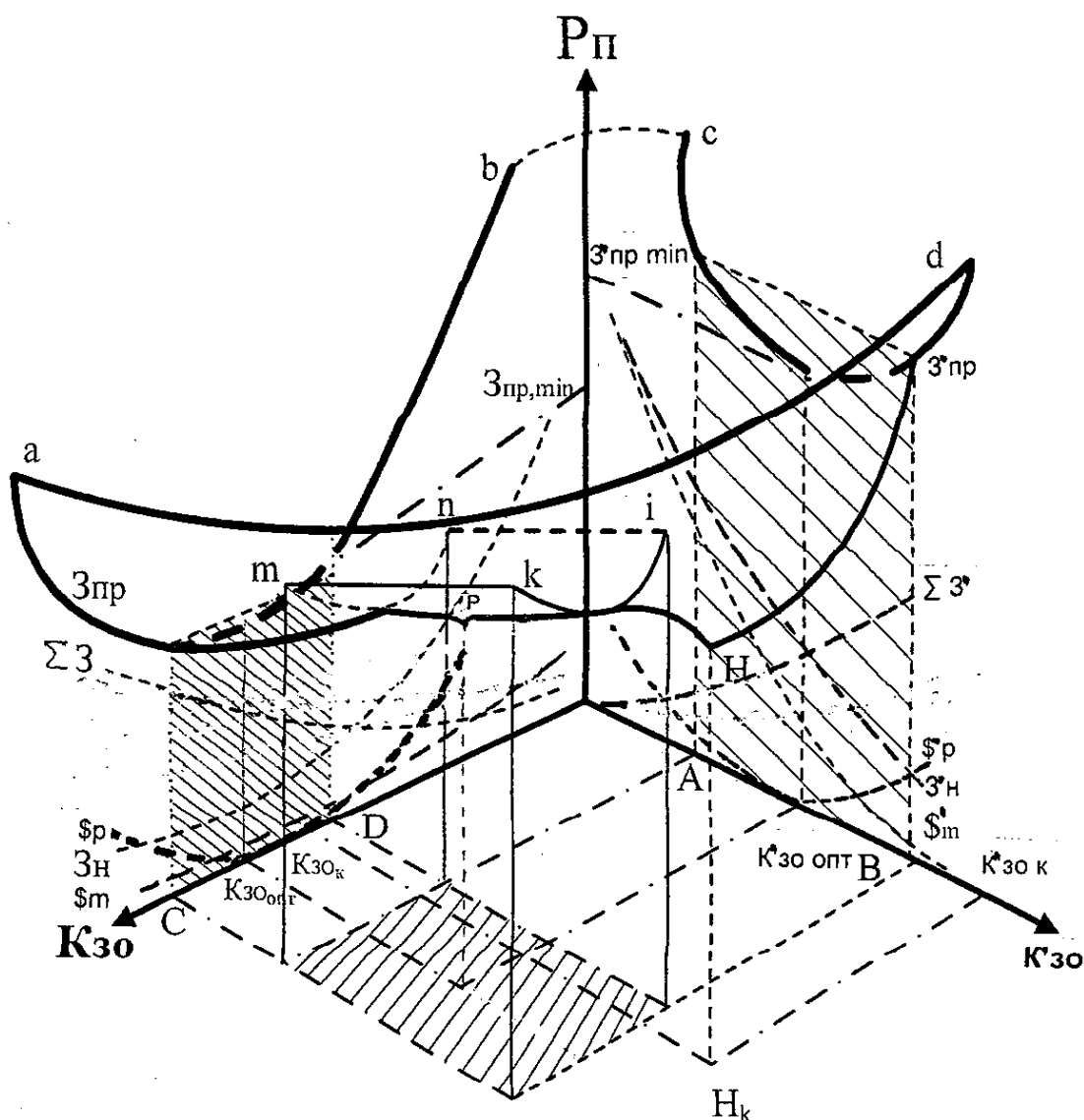


Рис. 1. Схема расчета эффекта эмерджентности
Fig. 1. The scheme for calculating the effect of emergence

4. Эффект эмерджентности

Эффект возникает при взаимодействии ресурсов нескольких участков цеха.

Эмерджентность – новое свойство, которое принадлежит ПС в целом [1]. Для поиска лучшего совместного результата взаимодействия ПС

по горизонтали проводят обоснованные изменения параметров – аргументов двух и более участков цеха, ведут поиск области сближения интересов за пределами допуска, находят новые системные значения $Z'_{np \min}$ и $K'_{30.n}$ ($Z'_{np \min}$ и $K'_{30.n}$). Всякий результат взаимосвязи, не

аддитивный по отношению к оптимальным локальным эффектам второго этапа расчета, является проявлением эмерджентности. При выборе лучшего варианта развития рассматривают динамику блочно-модульной специализации участков [7], используют повышение уровня предметной замкнутости ПС, подстройку ресурсов, получение системных значений показателей обоснования эффекта эмерджентности.

Когда априорно заданные или фактические значения (**Кзо.ф**) находятся в пределах установленных допусков на **Кзо.опт**, или возникшие трудности можно преодолеть подстройкой собственными силами, необходимость поиска межучасткового согласия и взаимодействия их ресурсов не возникает.

Проблема появляется при недостатке собственных ресурсов для достижения эффективной организации. Для решения задачи нужна кооперация участков в рамках цеха. В центре рис. 1 представлена методика поиска согласия при кооперации ресурсов и усилий в получении лучшего решения, которое обусловлено их взаимодействием с учетом эффекта эмерджентности.

Для решения на третьем этапе поиска эффективного варианта адаптации обосновывают три уровня согласия участков по кооперации ресурсами. Их можно классифицировать как компромисс, частичный и полный консенсус.

Общепризнанным является определение компромисса в этике и праве как разрешение некоторой ситуации путем взаимных уступок ради достижения поставленной цели. При отсутствии принципиальных возражений и наличии возможностей преодоления серьезных разногласий консенсус определяется результатами достижения общего согласия сторон (частичного или полного).

Первый уровень согласия – компромисс. На *abcd*-поверхности согласованного поиска эффективного решения по удовлетворению целей двух участков находится область затрат **Р**. Она располагается в разрешенных границах допусков А-В и С-Д. Кооперация усилий и ресурсов обеспечивает достижение в зоне **Р** поставленных целей – величин **Кзо.к** и **К'зо.к** при снижении суммарных затрат (**Зпрі+Зпрj**). В итоге взаимодействия каждый из участков рассматривает планируемый результат компромисса как свой успех.

Второй – частичный консенсус. Он отражает не только достижение поставленной цели для одного из участков, но и её улучшение для другого. Итог взаимодействия определяет область затрат **Н** за пределами границ одного из допусков. Суммарные затраты в **Н** меньше чем в **Р**. Величина **Кзо.к** в поле допуска С-Д свидетельствует об успехе данного участка. Показатель **К'зо.к** за пределами допуска А-В подтверждает наличие победы для второго (**К'зо.**). Схема такого обоснования показана на рис.1.

Третий уровень согласия – полный консенсус. Это наиболее эффективное достижение установленных ранее целей для всех сторон. Суммарные затраты в области **Н** существенно меньше чем в **Р** и эффект взаимодействия намного больший. Величины **Кзо.к** и **К'зо.к** находятся вне конфигурации допуска. Каждый из участков оценивает результат как победу.

Моделирование вариантов согласия при экономически обоснованном продвижении от компромисса к частичному и далее полному консенсусу на основе соединения эконометрики с графической моделью, применения методов квалиметрии и др. открывают дополнительные возможности управления эффективностью. Наличие апробированных экономико-математических моделей и использование итерационного моделирования позволяют решать не только прямые, но и обратные задачи по изменению параметров факторов-аргументов для планирования более эффективного уровня согласования. Показатели из оценочных (фиксирующих состояния) переводятся в планирующие развитие, что неизмеримо важнее [5].

5. Переходный период

При выходе **Кзо** за пределы допуска результаты моделирования определяют величину затрат **Зпер** для перевода ПС из одного состояния в другое (более эффективное), время перехода, продолжительность интенсивного и экстенсивного использования привлекаемых ресурсов.

Для вывода ПС из равновесного состояния предшествующего (**к** –го) шага и перехода в (**к + 1**), более соответствующее новым условиям, необходимы усилия начального этапа и интенсивного привлечения ресурсов. В контексте повышения серийности производства, это связано со следующим:

- уменьшением **Кзо**,

- увеличением размеров партий,
- изменением **Rr**, **Зн** и др.,

В серийном приборостроении на время интенсивного расходования приходится порядка 30% затрат **Зпер**. [4].

6. Нормативы

Нормативы – это параметры организации, обеспечивающие достижение норм расхода ресурсов. Фактическим нормативам соответствуют существующие нормы расхода, оптимальным – минимальные, а плановым нормативам – планируемые.

Комплекс базовых нормативов эффективной организации производства включает:

- размеры партий;
- периодичности их повторения;
- длительности производственных циклов;
- блочно-модульную (предметную) форму специализации подразделений;
- обслуживание рабочих мест;
- оперативное управление и др. [3].

7. Финансовые потери от риска **Sp**.

Величина **Sp** (degree of risk) определяется произведением вероятности возникновения риска **Pi** на размер возможных потерь при наступлении рисковогого события в результате отклонения от **Кзо опт**. [4].

Проводится оценка потерь по всему диапазону отклонений. В границах допуска потери от риска отсутствуют. При нарастании отклонений увеличиваются финансовые потери от риска **Sp**.

В рассматриваемом контексте вероятности возникновения отклонений от оптимальных организационных условий **Pi (X)** связаны с вероятностью появления рисков **Pi**. Эта связь учитывается посредством показателя $0 < bi \leq 1$, когда $Pi = bi * Pi(X)$. Методика расчета **Pi** при $bi = 1$ с использованием метода Вейбулла и перехода к нормированным значениям показателей $X = Kzo / Kzo\text{ опт}$ и $Co(X) = Zпр / Zпр\text{ min}$, представлена в [4].

Величины **bi** во многом обусловлены типом производства участков. В общем случае, каждому из них соответствуют свои границы **bi**, которые обусловлены возможностями ПС в локализации и устранении негативных последствий роста вероятности возникновения отклонений и связанных с ними появлениями рисков [4].

8. Обеспечение

Модель служит для расчета **Sm** - затрат по

контролю и обеспечению установленных ранее значений **Зпр min** и **Кзо опт**, величин нормативов организации производства, их достижению, сохранению и корректировке на заданном отрезке времени [3].

Эффективность обеспечения ориентирована на:

- **обоснование** снижения трудностей и изменения организационных условий ПС при формировании календарно-объемного плана производства на каждом из трех этапов адаптивного развития;
- **достижение** эффективных вариантов календарного распределения плана производства и минимизации отклонений от **Кзо опт**;
- **сохранение** условий оперативного регулирования при работе ПС по рассчитанным нормативам организации производства;
- **корректировку** организационных условий с учетом времени и затрат переходного периода **Зпер** при выходе ключевого показателя за пределы допуска.

Комплекс моделей обеспечения производства является составной частью программы адаптации ПС, ориентированной на снижение суммарных расходов **Rп**.

9. Суммарные расходы

В общем случае модель суммарных расходов **Rп** включает:

$$Rп = Zпр + Sp + Sm + Zпер. \quad (5)$$

В зависимости от поставленных целей развития конкретных ПС, количество составляющих (ф. 5) изменяется в границах от **Zпр**. до **Rп**.

10. Оценки

В статье рассмотрены узловые вопросы моделирования вариантов адаптивного развития ПС на основе взаимодействия двух факторов: способности к адаптации и возможности подстройки. Для выявления связей и влияния каждого на результаты адаптации нужны оценки в абсолютном и относительном исчислении.

Как показано выше, говорить об изменении затрат ПС без увязки с изменением показателя организации и наоборот, не имеет смысла. Узловые вопросы моделирования абсолютных величин в диапазоне от **Zпр** до **Rп** и от **Кзо.ф** до **Кзо.опт** представлены в статье. Наличие таких результатов – необходимое условие для оценки адаптации различных ПС во времени и про-

странстве.

Достаточность связана с относительными показателями. Речь идет об оценках уровня:

- способности ПС к адаптации;
- эффективности подстройки, включая согласие при компромиссе и консенсусе.

Для оценки уровня способности по влиянию на снижение затрат следует:

1. Рассчитать локальные суммарные затраты $Z_{пр\ мин1}$ и величины $K_{зо.опт1}$ по выполнению нового $(K + 1)$ плана в условиях сохранения структуры ресурсов предшествующего $(K-го)$ шага. Эти показатели являются базовыми, относительно которых определяется способность ПС к адаптации.

2. Обосновать минимальные локальные затраты $Z_{пр\ мин2}$ и $K_{зо\ опт2}$ для выполнения нового плана при эффективной структуре ресур-

сов $(K + 1)$ шага.

3. Определить разницу в $(Z_{пр\ мин1} - Z_{пр\ мин2})$ и $/K_{зо.опт1} - K_{зо\ опт2}/$. Отношение к $Z_{пр\ мин1}$ и, соответственно, к $K_{зо\ опт1}$ характеризует $\Delta л.$ - уровень локальной способности каждой ПС по затратам и $\Delta цл$ - по частоте переналадок.

4. Рассчитать эмерджентные затраты $Z_{пр.мин3}$ и $K_{зо.опт3}$ при взаимодействии ПС двух и более участков цеха.

5. Определить разницу в $(Z_{пр\ мин1} - Z_{пр\ мин3})$, и $/K_{зо\ опт1} - K_{зо\ опт3}/$. Отношение к $(Z_{пр1})$ характеризует $\Delta зэ$ - уровень способности с учетом эмерджентности и соответственно к $K_{зо.опт1}$ отражает $\Delta ц$ - оценку уровня способности к адаптации по организационным условиям производства.

Тогда:

$$\Delta л. = (Z_{пр\ мин1} - Z_{пр\ мин2}) / Z_{пр\ мин1} \quad (6)$$

$$\Delta зэ = (Z_{пр\ мин1} - Z_{пр\ мин3}) / Z_{пр\ мин1} \quad (7)$$

$$\Delta цл = /K_{зо\ опт1} - K_{зо\ опт2}/ / K_{зо\ опт1} \quad (8)$$

$$\Delta ц = /K_{зо\ опт1} - K_{зо\ опт3}/ / K_{зо\ опт1} \quad (9)$$

Расчет уровня по формулам показывает, насколько планируемый результат отдален от базового как по затратам, так и по частоте переналадок. При $Z_{пр1} > Z_{пр2} > Z_{пр3}$ имеем $\Delta л > \Delta зэ$.

Для оценки уровня эффективности подстройки в формулах (6 - 9) следует в знаменателе заменить соответственно на $Z_{пр\ мин3}$ и на $K_{зо\ опт3}$. Расчет покажет уровень относительно достижения наиболее эффективно (оптимального) результата.

В общем случае, расчеты по формулам позволяют:

1. В сопоставимых условиях оценивать уровни адаптивности одной или нескольких ПС на отдельном шаге развития или по их совокупности.

2. Рассматривать динамику способностей ПС к адаптации во взаимосвязи с решениями по подстройке, которые могут отличаться от наиболее эффективных.

3. Планируя вектор изменений показателей на основе использования итерационного моделирования в решении прямой и обратной задач, перевести их из отражающих состояние ПС в управляющие развитием, что, как отмечалось ранее, неизмеримо важнее.

4. Включать в формулы (6 - 9) расходы в

диапазоне от $Z_{пр}$ до $R_{п}$.

Все это направлено на реализацию широкого спектра подстройки ресурсов **В** для выбора и достижения эффективного развития.

Функционирование комплексной методики обеспечения, включающей обоснование, достижение, сохранение и изменение расчетных показателей конкретной ПС, ориентировано на выбор:

- стратегии адаптивного развития с учетом эффекта эмерджентности;
- тактики сохранения стабильности полученных ранее параметров [3].

Перевод ПС из одного состояния в другое возникает при необходимости существенного изменения её параметров. Знания направлений подстройки и динамики расходов позволяют планировать каждый последующий шаг, оценивая ПС как потенциально обладающие способностью к обнаружению целенаправленного приспособляющегося поведения в сложных средах.

Использование

Рассмотрим некоторые практические результаты использования концепции адаптивного развития ПС.

По анализу данных 40 участков серийного

приборостроения получена корреляция между повышением уровня организации производства Δz и уровня подстройки по затратам Δz , которые показывают меру отдаленности от оптимального результата. Корреляция описывается логистической кривой с тремя зонами, включающими компромисс, частичный и полный консенсус [6].

По данным корреляции вектору уровня организации производства участков (по Кзо) $\Delta z = 30, 35, 40, 45, 50, 55$ и 60% , соответствует вектор уровня подстройки по затратам $\Delta z = 5, 6, 10, 20, 46$ и 60% . Расчеты по формуле (7) подтверждают,

что при этом параметры уровня способности к адаптации $\Delta z = 4; 5; 9, 17, 35$ и 37% .

Сравнение на рис. 2 значений Δz и Δz для фиксированных Δz показывает, что при продвижении от компромисса к консенсусу, каждый пункт роста способности к адаптации направлен на достижение более высокого уровня подстройки. Становится возможным:

- подтвердить априорное утверждение во введении, что большая способность к адаптации ведет к росту результатов подстройки ПС;

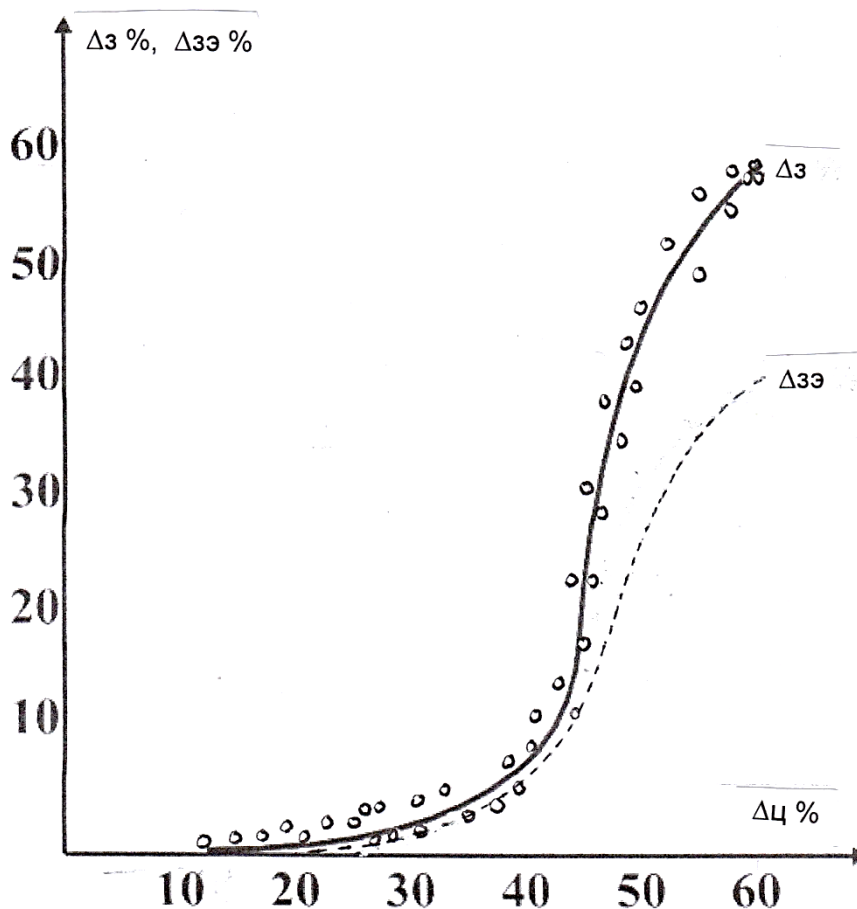


Рис. 2. Корреляция между Δz , Δz и Δz
 Fig. 2. Correlation between Δz , Δz и Δz

- количественно оценить влияние способности на эффективность адаптации.

Выявление таких связей по группам однородных ПС важно для эффективного управления их адаптивным развитием. Обоснованию связей способствует использование методов оптимальной иерархической классификации и группирования объектов [8]. Это позволяет

формировать совокупности участков, близких по параметрам, используемым в моделях организации производства. По этой методике проведено группирование ПС для моделирования показателей Δz , Δz и Δz и обоснована корреляция, которая представлена выше.

Получение и обобщение информации, накопленной в процессе моделирования, позво-

ляет использовать её в решении задач управления эффективным развитием ПС. Доведение ключевого показателя Кзо и связанных с ним нормативов эффективной организации ПС до планируемых величин становится реальным инструментом достижения моделируемых затрат и уровня согласия.

Компетентный анализ результатов и их интеграция вносят свой вклад в понимание общей картины. В использовании формул для оценки результатов заключается их ожидаемая полезность – то, что нужно организаторам производства для принятия обоснованных решений по адаптивному развитию ПС.

Например, среди 10 профессиональных требований, предъявляемых в Канаде при отборе сотрудников на должность руководителя - организатора производства, включая признанных мировых лидеров: компаний INKAS в области обеспечения безопасности и производства бронированной техники, фирмы Nuspark Inc. - в производстве средств автоматизации и роботов и др., эксперты выделили два важнейших:

1. Налаживание производственных процессов с целью минимизации затрат путем эффективного использования ресурсов, оборудования, материалов и капитала компании.

2. Внедрение новых технологий, методов организации производства, обеспечение выполнения ключевых показателей эффективности, а также их оптимизацию [9].

По мнению специалистов, знание представленного выше комплекса моделей адаптивного развития организации производства и его использование для роста профессионального уровня руководителей могут значительно повысить рейтинг кандидатов на эту должность и эффективность их работы. Обучение на тренажер-моделях позволяет накопить результаты, обобщение и анализ которых создают основу для успешного прогнозирования способностей ПС к адаптации и перевода их показателей в управляющие.

Для роста уровня профессиональной квалификации руководителя обучение на тренажере строится по принципу моделирования реальной организации производства и её эффективного развития при изменении параметров внешней и внутренней среды. Имитируются различные варианты от локальных решений до системных в диапазоне расходов от **Зпр** до **Рп**.

Обучение проводится по ступеням, каждая из которых в соответствии с требованиями должностных инструкций, ориентирована на подготовку организатора (руководителя) определенного уровня. В таком контексте:

первая ступень связана с рассмотрением трудностей и мобилизацией внутренних ресурсов для их устранения и развития организации производства подразделения;

вторая ступень направлена на решение задач достижения компромисса, частичного и полного консенсуса;

третья ступень обусловлена использованием результатов итерационного моделирования и мониторинга для планирования лучших вариантов организации ПС и обеспечения продвижения от успеха к победе.

Выводы

1. Взаимосвязь способности к адаптации и подстройки позволяют использовать модели не только для отражения состояния ПС, но и управления их развитием, что более значимо.

2. Переход к количественно определенным оценкам, открывает новые возможности моделирования и выбора эффективных вариантов развития.

3. Становится целесообразным переход к построению обобщенной модели адаптивного развития ПС предприятий машино- и приборостроения. Вчера говорить об этом было рано, так как отсутствовала целостная концепция и модели её реализации. Завтра может быть поздно из-за безвозвратно упущенного времени.

4. Изложенная концепция и методы её реализации могут представлять интерес для промышленности Канады, России, США и других развитых стран

Благодарность д.ф.м.н., проф. В. Димитрову и д.ф.м.н., проф. С. Хрисанову за обсуждение отдельных вопросов статьи.

Библиографический список

1. Экономико-математический энциклопедический словарь (главный редактор В.И. Данилов-Данильян). М. Большая Российская Энциклопедия. Издат. Дом “ИНФРА-М” 2003.

2. Сатановский Р.Л. Методы снижения производственных потерь: М. Экономика. 1988. 302 с.

3. Сатановский Р. К вопросу моделирования эффективной организации производства продук-

тов. Хайфа. Вестник Дома Ученых. 2016. Т. 36. с. 63 - 68.

4. Сатановский Р. Модели организации серийного производства. Затраты, потери, ущерб. Хайфа, Вестник Дома Ученых. 2016. Т. 36. с. 69 - 76.

5. Khrissanoff S. Economic – dynamics. Friesen Press. 2013, 624 p.

6. Сатановский Р., Элент Д. Организация производства и моделирование эффективного компромисса и консенсуса // Организатор произ-

водства. 2018. Т. 26. № 2. С. 7-16.

7. Туровец О.Г., Родионова В.Н. О некоторых проблемах обеспечения эффективной организации высокотехнологичного производства // Организатор производства. 2016. №1. С. 47 – 53.

8. Завьялов О. Формирование структур производственных систем. Л. ВТИ. 1990. 208 с.

9. www RUSSIANEXPRESS. NET., 07 July, 2017, № 1013.

Поступила в редакцию – 28 августа 2018 г.

Принята в печать – 17 декабря 2018 г.

References

1. Economic and mathematical encyclopedic dictionary. (Editor-in-chief VI Danilov-Danilyan) M. The Great Russian Encyclopedia. Published. House "INFRA-M", 2003.

2. Satanovski R.L. (1988) Methods of reducing production losses, Moscow, Economics, 302.

3. Satanovski R.L. (2016) On the issue of modeling the effective organization of production of products. Haifa. *Vestnik Doma Uchenyh* = Bulletin of the House of Scientists, 36, 63 - 68.

4. Satanovski R.L. (2016) Models of the organization of batch production. Costs, Losses, Damage. Haifa. *Vestnik Doma Uchenyh* = Bulletin of the House of Scientists, 36, 69 - 76.

5. Khrissanoff S. Economic - dynamics. Friessen Press. 2013. 624 p.

6. Satanovski R.L., Elent D. (2018) Organization of production and modeling of effective compromise and consensus. *Organizator proizvodstva* = Organizer of production, 26(2), 7-16.

7. Turovets O.G, Rodionova V.N. (2016) On some problems of ensuring the effective organization of high-tech production. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 1, 47 - 53.

8. Zavyalov O. (1990) Forming the structures of Production systems. L.VTI, 208 p.

9. www RUSSIANEXPRESS. NET., 07 July, 2017, No. 1013.

Received – 28 August 2018.

Accepted for publication – 17 December 2018.