

## ПАРАДИГМА АКТИВНОЙ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ

**Р.Л. Сатановский, Д. Элент**

*Nuspark Inc.*

*Канада, Торонто, Онтарио, 400 Steeprock Dr., M3J 2X1*

**Введение.** Рассмотрено значение парадигмы, как признания научных достижений, позволяющих создать модель постановки проблемы развития адаптивной организации серийного производства участков /цехов и ее наиболее эффективного решения. Проведено четкое различие между пассивной адаптацией и активной, которое определяется уровнем взаимного согласования параметров упреждения продукции и опережения организации производства.

**Данные и методы.** Парадигма используется в цифровой циркулярной экономике (ЦЦЭ) предприятий, обеспечивающей требования эффективности использования ресурсов, мощностей и экономического роста в условиях сохранения окружающей среды цехами и участками серийного машино- и приборостроения. Предпосылки включения парадигмы в существующие разделы ЦЦЭ определяются удовлетворением изложенных требований. Для доказательного использования таких возможностей рассмотрены узловые вопросы становления и развития парадигмы активной адаптации продукции и организации производства.

**Полученные результаты.** Представленная в виде алгоритма последовательность принятия решения, охватывает минимальный комплекс задач, связанных с упреждением по продукции и опережением / предупреждением в организации производства, доведенных до цехов, участков и рабочих мест операторов. Комплекс, охватывает 12 блоков расчетных моделей, включает три группы, отвечающие решению задач ЦЦЭ при производстве машин и приборов: – расчет параметров базовой модели локальной оптимизации – моделирование параметров оптимизации кооперирования ресурсами участков цеха. – обоснование и поддержание эффективных вариантов кластеров развития и достоверности показателей. Окончательные решения базируются на системном учете результатов итерационного моделирования задач всех блоков.

**Вывод.** Концепция парадигмы, понимаемая как совокупность взаимоувязанных взглядов и логически вытекающих одно из другого решений по реализации более эффективного варианта развития, ассоциируется с разработкой комплекса моделей, их апробацией, необходимыми пояснениями по применению и обоснованной последовательности шагов по внедрению. В виртуальном плане концепция рассматривается как здание, имеющее фундамент, стены и крышу, строительным материалом которого становятся представленные модели. Отсутствие или выпадение одной (нескольких) может привести к разрушению всего здания концепции. Крышу формируют модели сохранения здания в условиях ЦЦЭ: - способствующие связям предприятия с внешне средой: - нормативно-индикативного управления (НИУ) - механизма упреждения параметров продукции и опережения организации производства - проведения бенчмарка - охраны окружающей среды, безотходной технологии и др. Обоснованное дополнение моделей способствует росту устойчивости концепции парадигмы и времени её эффективного функционирования.

---

**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:**

**Satanovsky Rudolf L.** (*rudstanov@yahoo.com*), Doctor of Economics, Professor, Consultant, Marketing Department  
**Elent Dan** (*delent@nuspark.com*), Head of Marketing Department

**Ключевые слова:** адаптация, достоверность, организация, модель, парадигма, продукция, серийность, участок, эффективность, эмерджентность, цифровая циркулярная экономика

**Для цитирования:**

Сатановский Р.Л., Элент Д. Парадигма активной адаптации организации производства в условиях цифровой циркулярной экономики // Организатор производства. 2023. Т.31. № 2. С. 9-19. DOI: 10.36622/VSTU.2023.32.59.001

## THE PARADIGM OF ACTIVE ADAPTATION OF PRODUCTION ORGANIZATION IN THE DIGITAL CIRCULAR ECONOMY

**R.L. Satanovsky, D. Elent**

*Nuspark Inc.*

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

**Introduction.** *The meaning of the paradigm as a recognition of scientific achievements, allowing to create a model of setting the problem of development of adaptive organization of serial production of sections / workshops and its most effective solution is considered. A clear distinction is made between passive adaptation and active. which is determined by the level of mutual agreement of the parameters of the anticipation of production and the anticipation of the organization of production.*

**Data and methods.** *The paradigm is used in the digital circular economy (DCE) of enterprises, providing the requirements of efficient use of resources, capacities and economic growth in the environment preservation by shops and sections of serial machine and instrument making. The prerequisites of the paradigm inclusion in the existing sections of DCE are determined by the satisfaction of the stated requirements. To prove the use of such opportunities, the nodal issues of formation and development of the paradigm of active adaptation of products and organization of production are considered.*

**Obtained results.** *The decision-making sequence, presented as an algorithm, covers a minimum set of tasks, related to anticipation of products and anticipation/warning in production organization, brought to workshops, sites and operators' workplaces. The complex, covering 12 blocks of calculation models, includes three groups, answering the tasks of CCE in the production of machines and devices: - calculation of basic model parameters of local optimization - modeling parameters of optimization of co-operation of shop floor resources - justification and maintenance of effective variants of development clusters and reliability of indicators. Final decisions are based on systematic consideration of results of iteration modeling of tasks of all blocks.*

**Conclusion.** *The paradigm concept, understood as a set of interconnected views and logically resulting one from the other solutions to implement a more effective development option, is associated with the development of a set of models, their validation, the necessary explanations for the application and reasonable sequence of steps for implementation. In virtual terms, the concept is seen as a building with foundations, walls and a roof, the building material of which becomes the presented models. The absence or loss of one (a few) can lead to the destruction of the entire concept building. The roof forms the models of building preservation in the conditions of CCE: - contributing to the relations of the enterprise with the external environment: - normative and indicative management (NIM) - mechanism of proactive product parameters and ahead of production organization - holding benchmark - environmental protection, wasteless technology, etc. Reasoned addition of models contributes to the growth of stability of the paradigm concept and the time of its effective functioning.*

**Keywords:** *adaptation, credibility, organization, model, paradigm, products, seriality, plot, efficiency, emergent, digital circular economy*

**For citation:**

Satanovsky R.L., Ellent D. The paradigm of active adaptation of production organization in the digital circular economy // Organizer of Production. 2023. Vol.31. No. 2. Pp. 9-19. DOI: 10.36622/VSTU.2023.32.59.001

**ВВЕДЕНИЕ**

С середины XX в. за термином научная парадигма закрепилось значение «признанных научных достижений, которые в течение определенного времени дают научному сообществу модель постановки проблем и их решений» [1]. Её важнейшей чертой является система взглядов, которая должна быть привлекательной, признанной среди большого количества сторонников и в то же время нетривиальной.

В статье под парадигмой понимаются нетривиальные научно - технические достижения, большей частью апробированные, которые в течение определённого времени формируют модель постановки проблемы активной адаптации организации производства и её решения. Парадигма действует в границах пространства и времени, выход за пределы которых, связан с её корректировкой или изменением. Учитывая рост значимости взаимной адаптации производства и продукции для повышения эффективности предприятий серийного машино – и приборостроения, реализация рассматриваемой парадигмы доведена до уровня цехов и участков., где непосредственно изготавливаются элементы конструкций и осуществляются затраты производства. Под адаптацией понимают способность системы к обнаружению целенаправленного приспособляющегося поведения в сложных средах и его проведение. Парадигма пассивной адаптации базируется на том, что организация производства (ОП) должна приспособливаться к изменению параметров продукции, а последние, лишь по возможности, учитывать требования первой. Парадигма активной адаптации базируется на необходимости взаимного учета согласованных требований по развитию ОП,

освоению и модернизации продукции для роста эффективности / прибыли предприятий. При этом, как правило, речь не идет об изменении технического задания (ТЗ) на сложную новую продукцию. Согласование проходит на уровне составляющих конструкций, узлов и деталей, технологически и организационно изготавливаемых участками и цехами серийного производства [2].

**ЦИРКУЛЯРНАЯ ЭКОНОМИКА**

Эволюция взглядов на организацию и управление формируется под воздействием объективных изменений в мировом общественном развитии. В первой половине прошлого века промышленная революция привела многие страны мира к периоду индустриального развития. К концу второй его половины, страны-лидеры, занимающие первые места по уровню производительности труда, констатировали начало перехода к эре постиндустриального развития, для которой характерны новые черты и закономерности. Часть их связана с переходом предприятий к экономике замкнутого (безотходного) цикла, или цикличной (циркулярной) экономике, как модели производства и потребления, базирующейся на возобновлении ресурсов, рациональном их использовании и ограничении вредного воздействия производимой продукции на окружающую среду. Цифровая циркулярная экономика (ЦЦЭ) – это циркулярная экономика с использованием цифровых технологий. Они обеспечивают основу для развития циркулярных бизнес – моделей [3], открывают перед промышленностью новые возможности построения конкурентоспособных и инновационных моделей, доведение которых до начальных звеньев рассматривается далее. В контексте

решения проблем ЦЦЭ, предприятиями серийного машино– и приборостроения выполняются важнейшие задачи по: - оптимизации работы, связанной с нахождением наиболее эффективных методов применения ресурсов; - рациональному использованию имеющихся мощностей; - поддержанию темпов экономического роста – сохранению окружающей среды и др. Одним из ресурсов предприятия, возобновляемых на каждом шаге его развития, является организация производства цехов и участков, направленная на эффективное использование рабочей силы, оборудования, материалов и др. Применительно к ним модели решения первых трех задач, связаны с инновационными проектами оптимальной организации производства участков и цехов [4], нормативно – индикативного управления их развитием [5], формирования кластеров при подстройке и перестройке [6], перехода от парадигмы пассивной адаптации к взаимно активной [7] и др. Решение четвертой задачи, открывает дополнительные возможности роста эффективности. Решение отмеченных задач, реальность включения моделей парадигмы в существующие разделы ЦЦЭ, [3], доказательные обоснования таких возможностей и др., в первую очередь, обусловлены рассмотрением узловых вопросов становления и развития парадигмы, механизма её активной адаптации и расширения.

### ПАРАДИГМА

С середины прошлого века в производстве машин и приборов произошла переориентация с массового спроса на удовлетворение специализированных запросов потребителей, увеличение числа средних и малых предприятий, рост унификации и стандартизации изделий, типизации в технологии, значимости расширения компьютеризации, программ проектирования в повышении эффективности производства и др. [8].

Определяющими факторами такого развития, во многом, стали унификация, стандартизация и нормализация, ориентированные на сокращение разнообразия применяемых материалов, роста подобия однородных конструкций и их элементов, размерных цепей и др. В конечном счете, все это обуславливало частичное снижение числа переналадок рабочих мест, уменьшение производственных затрат, рост эффективности серийного производства. Ускоренными темпами развивались компьютерные технологии, автоматизация производства, внедрение станков с ЧПУ, экономико-математическое моделирование и др. Была разработана и апробирована базовая однопараметрическая и системные модели оптимизации организационных условий производства серийных участков, система эффективных нормативов организации производства, расчета времени и затрат переходного периода, допуска в организации производства и др. [9] Продолжалось формирование системы взглядов на совершенствование организации и управления производством. Во многом, этому способствовала разработка парадигмы жизнеспособных и развивающихся систем ПЖиРС [10] с проверкой её использования в условиях производственных систем (ПЖиРПС) серийного приборостроения. [11] По результатам её апробации и дальнейших исследований, сформулированы требования по обеспечению роста эффективности предприятий, цехов и участков. К важнейшим из них относятся: открытость, структуризация, гибкость, согласованность, резервирование, упреждение. Все это проходило при пассивной адаптации, когда призывы к активной сохранялись зачастую на уровне благих пожеланий. В условиях резкого расширения номенклатуры выпускаемой продукции, её ускоренного обновления, снижения серийности и необходимости обеспечения дальнейшего роста эффективности, назревало несоответствие между: - недостаточно

обоснованной увязкой специализацией подразделений по продукции с концентрацией предметов труда на рабочих местах - обоснованием наиболее эффективных (лучше оптимальных) вариантов развития организации производства ( ОП ) и согласования их с действующими - доказательностью проведения соответствующих изменений в продукции к опережению в ОП и др. Во многом эти несоответствия, как показано ниже, устраняются переходом к парадигме активной взаимной адаптации продукции и ОП с доведением её до цехов, участков и рабочих мест. Эффективный переход в условиях ЦЦЭ предприятий, предъявляет ряд новых требований к ОП участков и цехов. Их успешная реализация непосредственно связана с продвижением теории, методов и практики использования Кзо - ключевого показателя управления развитием ОП ( Рис.2). К важнейшим из них относятся: - взаимосвязь параметров упреждения продукции, опережения и предупреждения ОП [4] - формирование кластеров ОП и управления с применением методов парности [5, 6] - согласованное сближение виртуальных процессов развития с протекающими в реальном производстве при подстройке и перестройке [6] - обоснование трансформации Кзо, соответствующих затрат Зпр и эффективных нормативов ОП [9] - оценка рисков, финансовых потерь, достоверности результатов моделирования [11, 13] и др. Реализация предпосылок обусловлена использованием расчетных моделей алгоритма Рис.3, включающих обоснование эффективных параметров решений и их обеспечение, т.е. достижение, стабилизацию и корректировку при изменении внешней и внутренней среды. Представленный на Рис.3 механизм принятия решения охватывает минимальный комплекс задач от упреждения по продукции до опережения / предупреждения в ОП, доведенных до цехов, участков и рабочих мест операторов. Комплекс, включает 12 блоков расчетных

моделей, объединенных в три группы, отвечающие решению трех задач ЦЦЭ при производстве машин и приборов. Первая группа – расчет параметров базовой модели локальной оптимизации (блоки 1 -6 ) Вторая – моделирование параметров кооперации ресурсами участков цеха (блоки 7 и 8 ). Третья – обоснование и поддержание эффективных вариантов кластеров развития ОП и достоверности показателей (блоки 9 – 12). Решения базируются на системном учете результатов итерационного моделирования задач всех блоков. Принятие правильного решения по схеме Рис.3 в самой своей сути является оптимизационным процессом с динамической обратной связью между блоками при учете особенностей и задач каждого из них, что отражено на схеме. Смысл этой связи состоит в том, что локальные решения по каждому из предыдущих блоков определяют последующие, а затем снова адаптируются в зависимости от результата последующего блока. При активной взаимной адаптации процесс упреждения и предупреждения, идет параллельно. Согласование динамики параметров ОП и продукции, ведут в двух направлениях: 1. по определяющим факторам-аргументам базовой модели оптимизации, 20% которых из общего их числа (16) по правилу Парето, обуславливают получение 80% результата. 2. с учетом изменения в каждом из 16 факторов-аргументов базовой модели, которому, в значительной мере, способствуют успехи внедрения ЦЦЭ предприятий. При первом направлении используется оценка динамики 4-х факторов-аргументов [9]: R - количества позиций номенклатуры, закрепленной за подразделением По - числа операций / производственных работ одной позиции t - трудоемкости производственной работы Ря – явочного числа рабочих /операторов участка Динамика этих показателей, непосредственно влияет на изменение затрат Зпр, на них приходится 77 – 85% оценок устойчивости в границах допуска ОП

участков механообработки и др. [4] В процессе активной адаптации с учетом динамики продукции и ОП, определяют новые средние величины  $R$ ,  $P_o, t$  и  $P_y$ , вводят их в расчетную базовую модель и получают новые оценки затрат. Проведение итераций дает необходимую информацию для принятия решения по вариантам развития В базовую локальную модель оптимизации, реализуемую в условиях пассивной и активной адаптации, включены следующие составляющие производственных затрат  $Z_{пр}$ . [5]  $Z_{пр} = \sum O + \sum Z_{п.з} + \sum Z_{пл} + \sum Л + \sum Н$  (1), где  $\sum O$  – оплата рабочих подразделения  $\sum Z_{пз}$  – оплата подготовительно-заключительного времени  $\sum Z_{пл}$  – величина затрат по планированию и учету движения продукции  $\sum Л$  – оплата простоев рабочих мест в ожидании обслуживания  $\sum Н$  – стоимость запасов незавершенного производства Для удобства, первые четыре составляющие формулы (1) рассматриваются как  $\sum З$ . Изменение каждого из них связано с динамикой важнейшего (определяющего) показателя частоты смены производственных работ  $K_{зо}$  [8]. Величина  $K_{зо}$  (коэффициент закрепления операций) показывает среднее по участку количество переналадок, выполненных или подлежащих одним рабочим местом выполнению работ в течение месяца (22 раб. дня) При однонаправленном увеличении  $K_{зо}$  величина  $\sum З$  растет, а стоимость запасов (внутри и между участками)  $\sum Н$  снижается. Это позволяет находить  $K_{зо.опт}$  по критерию  $Z_{пр.мин}$ . Схема для двух участков показана на вертикальных плоскостях Рис.2.  $K_{зо}$  как средний по участку параметр, связанный с конструкцией, технологией, экономикой, организацией производства и управлением, становится показателем не столько значимым для характеристики состояний существующих ОП, сколько для управления их развитием. Базовая модель задействована также при оценке динамики всех 16 факторов-аргументов второго направления согласования изменений, при реализации парадигм пассивной и активной адаптации.

Модель подлежит уточнению в зависимости от специфики производства, результатов апробации, возможностей формализации и др. Вторая группа блоков (7 и 8) направлена на решение задач, связанных с рациональным использованием имеющихся мощностей, наиболее эффективной кооперации ресурсами участков в процессе активной адаптации продукции и ОП, обосновании эффекта эмерджентности при компромиссе, консенсусе и др. [9] При достаточности собственных ресурсов для достижения лучшего варианта развития, потребность во взаимодействии ресурсами не возникают. Необходимость в эмерджентности появляется при недостатке собственных ресурсов участка для перехода к более эффективной ОП. Блоки 7 и 8 связывают базовую модель локальной оптимизации, схема которой для двух участков показана на вертикальных плоскостях Рис.2, с системной, представленной в середине. Она становится центральной при отборе лучших из вектора изменения параметров продукции и ОП. Взаимодействие ресурсами участков цеха осуществляется в широком диапазоне: от изменения конструктивно-технологической однородности продукции и роста уровня предметной замкнутости, до кооперации рабочими, оборудованием и др. Разные варианты кооперации обуславливают опережение ОП, динамику величин факторов-аргументов модели, результаты согласования эффекта на трех уровнях, [12] Первый уровень - компромисс при достижении взаимодействия ресурсами в границах допуска  $m_{nik}$  (область Р), планируемой величине  $K_{зо}$   $пл. = K_k$  и экономии  $\Delta \$$  Второй уровень – частичный консенсус - достижение эффекта в области Н, когда отклонения одного из  $K_k$  (например для участка К'') выходят за границы допуска, Экономия затрат  $\Delta \$$  нарастает. Третий уровень – полный консенсус – эффект обусловлен преодолением последствий нахождения  $K_k$  каждого участка за границами допусков предшествующего

шага, Величина  $\Delta S$  при этом ещё больше. В третьей группе (блоки 9 – 12) адаптация ОП рассматривается в двух взаимосвязанных направлениях приспособления к ситуации: ассимиляции и аккомодации. Различие в том, что при ассимиляции встраиваются в новую ситуацию без изменения, а при аккомодации меняются привычные действия, модели мышления и оценки. Первая осуществляется при подстройке действующих участков. Вторая – при их перестройке. Их использование обусловлено учетом влияния динамики продукции на затраты  $Z_{пр}$  в части [13]:

- изменения ОП в границах существующей производственной структуры цеха (подстройки) и виртуальной перестройки, связанной с формированием организационных кластеров, прохождением теста парности и др. [6] - трансформации  $K_{зо}$  опт в каждой итерации при сохранении неизменным календарно-объемного плана (КОП) цеха и перестраиваемых участков для согласования: а) оптимальных календарно – плановых нормативов (КПН), размеров партий и др. КПН с реальными и получения  $K_{зо}^*$ , в) реальных КПН с измененными КПН при распределении КОП по рабочим местам, получения откорректированных КПН и  $K_{зо}^{**}$ , с) откорректированных КПН, согласованных с предупреждением в отклонениях размеров партий и получения  $K_{зо}^{***}$ .

При упреждении, опережении и предупреждении, каждая трансформация  $K_{зо}$  и соответствующих им затрат отражают состояния ОП в процессе активной адаптации при обосновании оптимального решения ( $K_{зо}$  опт), его достижения ( $K_{зо}^*$ ), стабилизации ( $K_{зо}^{**}$ ) и корректировки ( $K_{зо}^{***}$ ). Выполненные по участкам расчеты на трех уровнях и полученные значения  $K_{к}$ ,  $\Delta S$ ,  $Z_{пр.мин}$ ,  $K_{зо}$  опт,  $Z_{пер}$  и  $T_{пер}$  и др., определяемые непосредственно по модели оптимизации, являются необходимыми для предварительного вывода по каждому уровню и тиражирования их в решения по реальной подстройке и виртуальной перестройки, связанной с формированием организационных кластеров, прохождением

теста парности и др. [6] Выход величин за пределы допуска на оптимальное состояние, обуславливает привлечение времени  $T_{пер}$  и затрат переходного периода  $Z_{пер}$  для получения более эффективного варианта развития. Рассмотренный механизм полностью отвечает решению сформулированных выше трех задач в условиях ЦЦЭ Расчетные значения  $K_{зо}$ , затрат  $Z_{пр}$  и других параметров алгоритма, нуждаются в оценке достоверности. В статье [9] обосновано применение  $Z_{пер}$  для расчета допуска в ОП, который является важнейшим в системе показателей оценки достоверности, включающей:

- правильность
- точность
- надежность
- чувствительность,
- устойчивость.

Правильность характеризует построение показателя в соответствии с теорией, отражающей его экономическое содержание. Точность указывает на размеры допуска и величины допустимых отклонений показателя от его истинного (номинального) значения. Величина отклонений может появляться в пределах допуска, где находится истинное значение, или вне его, с разной вероятностью. Степень вероятности характеризует надёжность самой оценки точности. Точность и надёжность показателей взаимосвязаны – чем шире установлен предел точности, тем с большей вероятностью он будет соблюдаться. Для оценки изменения показателя из-за факторов, влияющих на измеряемое им явление, используются характеристики чувствительности и устойчивости. Чувствительность - это реакция показателя на влияние отдельных факторов. Устойчивость – это реакция на воздействие группы факторов. На взаимосвязи этих характеристик базируется взаимодействие упреждения динамики продукции и опережения развития при переходе от пассивной адаптации к активной Между правильностью и остальными показателями имеется связь – если теория, на основе которой построены показатели, правильна, то всегда возможно их улучшение за счёт

совершенствования методов наблюдения, вычислительных операций и др. Правильность теории, отражающей экономическое содержание  $K_{30}$ , дана в [9] Помимо затратных оценок вариантов развития ОП (блок 12), для принятия правильного решения, значение представляет также оценка уровней управления ( $Уу$ ), снижения затрат ( $Уп$ ), определение затрат на каждый пункт изменения  $Уу$  и др.  $Уу = / K_{30} \text{ опт} - K_{30}' / : K_{30} \text{ опт}$  (2)

$$Уп = (\sum Z' - \sum Z_{\text{мин}}) : \sum Z_{\text{мин}} \quad (3)$$

где  $K_{30}'$  и  $\sum Z$  – сравниваемые значения. Между  $Уу$  и  $Уп$  существует корреляционная связь, подтвержденная анализом более 40 участков механообработки приборостроения [12], которая описывается экологической кривой с зонами малой зависимости, стабильной и затухающей.

#### РАСШИРЕНИЕ

После расчетов по обоснованию и обеспечению показателей парадигмы, эффективное функционирование процесса активной адаптации условиях ЦЦЭ, нуждается в соответствующем расширении, дополняющем алгоритм Рис.3 моделями: - использования нормативно-индикативного управления [5] - устранения трудностей, связанных с поддержанием комплектности незавершенного производства [7] - снижения рисков, финансовых потерь и энтропии [11] – проведения эффективного бенчмарка [14], - планирования влияния предприятий серийного машино- и приборостроения на сохранение окружающей среды и др. Бенчмарк это постоянный и систематический процесс сравнения собственной эффективности, качества, методов производства и других составляющих с наиболее эффективными (лучше оптимальными). Внутренний бенчмарк ОП - это сравнение результатов внутри предприятия по росту потенциала создания новых кластеров и др. Внешний - это сравнительный анализ развития состояний

производства на разных предприятиях. Особенность развития ОП участков связана с их эксклюзивностью (уникальностью) и нерациональностью при внешнем бенчмарке прямого сопоставления результатов внутренней перестройки по величинам  $K_{30}$  и  $\sum Z_{\text{пр}}$ . Сравнение по относительным оценкам посредством  $Уп$  и  $Уу$  ( ф. 2 и 3), связывают решения внутреннего и внешнего бенчмарка для эффективного развития ОП. Наличие альтернативных вариантов упреждения новой и модернизированной продукции, планируемой к изготовлению цехам и участкам, с моделированием развития ОП, позволяет рассчитать варианты опережения ОП и по согласованной информацией блоков, принять решение. На Рис.1 приведены тенденции поведения элементов производства при изменении его серийности ( $K_{30}$ ), которая, как показано выше, непосредственно связана с эффективностью. Динамика параметров упреждения обуславливает изменения в параметрах  $K_{30}$  и  $\sum Z$ . Комплекс представленных ранее моделей обеспечивает расчет векторов серийности и затрат, выбора лучшего варианта по результатам итерационного согласования. Дальнейшее развитие парадигмы в условиях ЦЦЭ обусловлено решением 4-й задачи, связанной с моделированием вариантов сохранения внешней среды и выбором лучшего при активной адаптации параметров упреждения продукции, согласованных с параметрами опережения ОП. Такой подход ориентирован на повышение замкнутости безотходного цикла производства машин / приборов и на включение активной адаптации в разделы моделей ЦЦЭ ( IoT, MI, AT и др), [3]. Например, на схеме Рис.1 показаны тенденции динамики  $K_{30}$  во взаимосвязи с технической базой производства, его автоматизацией и др. Чем больше  $K_{30}$  и меньше серийность, тем чаще переналадки в работе, больше стружки, отходов материала, затрат  $\sum Z_{\text{ос}}$  по их уборке, брикетированию и т.д. Добавление  $\sum Z_{\text{ос}}$  к  $\sum Z$  связано с подъемом кривой  $\sum Z$  на вертикальных

плоскостях Рис.2, возможным смещением  $\sum Z_{пр.мин}$  и  $K_{зо.опт.}$  влево, ростом серийности со всеми вытекающими последствиями и др. Реализация расчетных моделей данного направления изменения  $\sum Z$ , в совокупности с другими, непосредственно отвечает решению 4-ой задачи. Использование совокупности моделей алгоритма принятия решения в условиях ЦЦЭ обеспечивает целостность парадигмы и преемственность реализации. Дальнейшее развитие парадигмы в конфигурации ЦЦЭ, связано с разработкой системной модели, охватывающей все блоки алгоритма принятия решения и парадигмы. Это позволяет задействовать её также в системе Real-time Production Tracking (RTPT) - отслеживание и анализ производства в режиме реального времени [14], в программе планирования ресурсов предприятия (ERP - system), которая помогает автоматизировать основные бизнес-процессы и управлять ими для обеспечения оптимальной производительности [15], в программах повышения производительности труда и др., направленных на решение задач роста эффективности производства в условиях цифровой циркулярной экономики предприятий. Концепция, понимаемая как совокупность взаимоувязанных взглядов и логически вытекающих одно из другого решений по реализации более эффективного варианта развития, ассоциируется с разработкой комплекса моделей, их апробацией, необходимыми пояснениями по применению и обоснованной последовательности шагов по внедрению. В виртуальном плане концепция рассматривается как здание, имеющее фундамент, стены и крышу, строительным материалом которого становятся модели и их блоки. Отсутствие или выпадение одного и более, может привести к разрушению всего здания концепции. В рассматриваемом контексте, здание опирается на фундамент из моделей: - выбора и оптимизации ключевого параметра управления развитием организации производства цехов и участков

серийного машино и приборостроения (  $K_{зо}$ ) - перехода от пассивной адаптации организации производства и продукции к активной - расчета параметров базовой локальной и системной оптимизации организации производства участков - обоснования допуска в организации производства (ОП) - достижения эффекта эмерджентности, компромисса и консенсуса и др. Стены (несущие конструкции ) здания парадигмы составляют модели: - выбора вариантов подстройки существующих участков и перестройки виртуально проектируемых кластеров с учетом их парности - согласования расчетных параметров активной адаптации с реальными - обоснования и обеспечения наиболее эффективных нормативов организации производства - трансформации  $K_{зо}$  при достижении, стабилизации и корректировке нормативов - оценки достоверности расчетных показателей и др. Крышу здания образуют модели, способствующие связям предприятия с окружающей средой и сохранению здания в условиях ЦЦЭ: - нормативно-индикативного управления (НИУ), - механизма поддержания баланса параметров упреждения продукции и опережения ОП - снижения рисков, финансовых потерь, энтропии - проведения внутреннего и внешнего бенчмарка - расширения безотходного производства и др. Дополнение моделями, обоснованно формирующими их систему, способствует росту устойчивости здания парадигмы и времени его эффективного функционирования в условиях ЦЦЭ. Реализация каждой из моделей преодоления трудностей, сформулированных в начале предыдущего раздела, отражает только определенный успех перехода к парадигме активной адаптации. Продвижение от успеха к более значимой победе [17], обусловлено использованием взаимодействия рассмотренных моделей в единой системе активной адаптации организации производства и продукции в условиях ЦЦЭ.

### ВЫВОДЫ

1. В статье рассмотрено отличие активной адаптации продукции и организации её производства относительно пассивной. 2. Исследован механизм эффективного функционирования парадигмы активной адаптации цехов и участков серийного машино- и приборостроения в системе цифровой циркулярной экономики. 3. Парадигма может быть реализована передовыми предприятиями уже сегодня. Вчера еще говорить об это было рано, т.к. отсутствовала законченная модель парадигмы развития и ее использования в системе ЦЦЭ. Завтра может быть поздно из-за безвозвратно упущенного времени.

**Благодарность** проф. Димитрову В.И. за обсуждение материала.

### Библиографический список

1. Kuhn T.S. The Structure of Scientific Revolutions. The University of Cikaogo. 1970. 180 p.
2. Галныкин Ю.И., Сатановский Р.Л., Богушевский И.И. Организация подготовки производства, М. Экономика, 1986, 95 с.
3. Шкарупета Е.В., Ильина Е.А. Цифровая циркулярная экономика: концепция, модель, стратегии, фреймворк, технологии // Организатор производства. 2022. Т.30. № 4. С. 9-17.
4. Сатановский Р.Л., Элент Д. Обоснование и обеспечение параметров инновационных проектов развития организации производства участков и цехов// Организатор производства, Т29, № 3, 2021, с.7 – 19 .
5. Сатановский Р.Л., Элент Д. Использование кластера нормативно – индикативного управления эффективной организацией серийного производства //Организатор производства, Т.30, № 2, 2022, с.9 – 19
6. Сатановский Р.Л., Элент Д. Использование кластеров и моделей

парности в развитии организации производства участков и цехов// Организатор производства, Т 28, № 4, 2020, с.34 – 44

7. Сатановский Р. Модели использования эффекта опережающего развития организации серийного производства участков и цехов // Вестник Дома Ученых Хайфы. Т 46, 2020, Хайфа, с. 83 – 96

8. www.smartcat.ru/Referat/./MenagementByIgnackaya S.shtml

9. Сатановский Р.Л. Методы снижения производственных потерь, М, Экономика, 1988, 302 с.

10 Gerlovin I. To live without disasters, С-Р. 1992, 398 p.

11. Сатановский Р.Л. Организационные факторы повышения эффективности производства. Учебное пособие для аспирантов и соискателей. Л., СЗПИ, 1991, 126 с.

12. Сатановский Р.Л., Элент Д. Моделирование эффективной организации производства с учетом компромисса и консенсуса// Организатор производства, Т.26, № 2, 2018, с. 7 – 17

13. Сатановский Р. Эффективность использования допуска в снижении затрат производства. Вестник Дома Ученых Хайфы. Т.53, 2023, Хайфа

14 Родионова В.Н., Каблашова И.В., Логунова И. В., Кривякин К.С. К исследованию направлений повышения эффективности организации производства на предприятиях// Организатор производства Т.30, № 1, 2022, с.36 -51,

15. Real-time Production Tracking Ad – [https:// www.autodesk.com/](https://www.autodesk.com/) 2022

16. Top Cloud ERP System. 2021

17. Сатановский Р. Димитров В. Выборы (стратегия успеха) // Сборник статей ВТОРОЕ ДЫХАНИЕ. Т.27, Бостон, 2012, с. 66 - 72.

Поступила в редакцию – 20 февраля 2023 г.

**Bibliography**

1. Kuhn T.S. The Structure of Scientific Revolutions. The University of Cikaogo. 1970. 180 p.
2. Galnykin YU.I., Satanovskij R.L., Bogushevskij I.I. Organizaciya podgotovki proizvodstva, M. Ekonomika, 1986, 95 s.
3. SHkarupeta E.V., Il'ina E.A. Cifrovaya cirkulyarnaya ekonomika: koncepciya, model', strategii, frejmwork, tekhnologii // Organizator proizvodstva. 2022. T.30. № 4. S. 9-17.
4. Satanovskij R.L., Elent D. Obosnovanie i obespechenie parametrov innovacionnyh proektov razvitiya organizacii proizvodstva uchastkov i cekhov// Organizator proizvodstva, T29, № 3, 2021, s.7 – 19 .
5. Satanovskij R.L., Elent D. Ispol'zovanie klastera normativno – indikativnogo upravleniya effektivnoj organizaciej serijnogo proizvodstva //Organizator proizvodstva, T.30, № 2, 2022, s.9 – 19
6. Satanovskij R.L., Elent D. Ispol'zovanie klasterov i modelej parnosti v razvitii organizacii proizvodstva uchastkov i cekhov// Organizator proizvodstva, T 28, № 4, 2020, s.34 – 44
7. Satanovskij R. Modeli ispol'zovaniya efekta operezhayushchego razvitiya organizacii serijnogo proizvodstva uchastkov i cekhov // Vestnik Doma Uchenyh Hajfy. T 46, 2020, Hajfa, s. 83 – 96
8. [www.smartcat.ru/Referat/./ManagementByIgnackayaS.shtml](http://www.smartcat.ru/Referat/./ManagementByIgnackayaS.shtml)
9. Satanovskij R.L. Metody snizheniya proizvodstvennyh poter', M, Ekonomika, 1988, 302 s.
10. Gerlovin I. To live without disasters, C-P. 1992, 398 p.
11. Satanovskij R.L. Organizacionnye faktory povysheniya effektivnosti proizvodstva. Uchebnoe posobie dlya aspirantov i soiskatelej. L., SZZPI, 1991, 126 s.
12. Satanovskij R.L., Elent D. Modelirovanie effektivnoj organizacii proizvodstva s uchetom kompromissa i konsensusa// Organizator proizvodstva, T.26, № 2, 2018, s. 7 – 17
13. Satanovskij R. Effektivnost' ispol'zovaniya dopuska v snizhenii zatrat proizvodstva. Vestnik Doma Uchenyh Hajfy. T.53, 2023, Hajfa
14. Rodionova V.N., Kablashova I.V., Logunoval I. V., Krivyakin K.S. K issledovaniyu napravlenij povysheniya effektivnosti organizacii proizvodstva na predpriyatiyah// Organizator proizvodstva T.30, № 1, 2022, s.36 -51
15. Real-time Production Tracking Ad – [https:// www.autodesk.com/](https://www.autodesk.com/) 2022
16. Top Cloud ERP System. 2021
17. Satanovskij R. Dimitrov V Vybery (strategiya uspekha) // Sbornik statej VTOROE DYHANIE. T.27, Boston, 2012, s. 66 - 72.

Received for publication - February 20, 2023.

Accepted for publication – May 12, 2023.