

УДК 338.3.01:65.011.8

## ИНТЕГРИРОВАННЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ КАСТОМИЗИРОВАННЫМ НАУКОЕМКИМ ПРОИЗВОДСТВОМ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Селянин О.И.

*ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики  
имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук,  
Архангельск, e-mail: paradiddle16@yandex.ru*

Несмотря на то, что деятельность кастомизированных наукоемких производств электронной техники является неотъемлемой частью развития экономики и инновационного потенциала как региона, так и страны в целом, сейчас остро стоит проблема не только обеспечения их конкурентоспособности, но и просто существования, что требует максимальной эффективности их системы управления. Многочисленные факторы внешней и внутренней среды предприятия, характеризующиеся различной степенью предсказуемости и управляемости, требуют применения, с одной стороны, принципов и методов бережливого производства, а с другой – гибкого. Настоящее исследование направлено на обоснование теоретического подхода к организации кастомизированного наукоемкого производства путем интеграции данных концепций управления. Было установлено, что для повышения эффективности их интеграции требуется особый подход, предполагающий определение точки развязки между ними. Точка развязки – точка на прямой производства изделия, где стандартизированный продукт становится кастомизированным. Выше нее применяется бережливый подход, а ниже – гибкий. Практическое применение интегрированного подхода подразумевает определение бизнес-процесса в составе производства, где находится точка развязки. Ее месторасположение обусловлено требуемым заказчиком типом кастомизации продукта. К таким типам можно отнести экспертную, модульную, внешнюю кастомизацию и кастомизацию поставок. В настоящем исследовании предложена модель локализации точки развязки в производственном процессе на основании типа кастомизации.

**Ключевые слова:** кастомизированное производство, наукоемкое производство, бережливое производство, гибкое производство, точка развязки, кастомизация

## INTEGRATED MANAGEMENT APPROACH FOR CUSTOMIZED KNOWLEDGE-INTENSIVE ELECTRONICS PRODUCTION

Selyanin O.I.

*N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch  
of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, e-mail: paradiddle16@yandex.ru*

The activity of customized knowledge-intensive electronics production is an integral part of the development of the economy and the innovative potential of the regions of Russia. However, today it is very important to keep knowledge-intensive industries operating. This requires the maximum efficiency of their management system. Many factors of the external and internal environment of the enterprise influence it. They are characterizing by different predictability and controllability. This necessitates the application of the principles and methods of lean and agile methodologies. This study is aimed at substantiating a theoretical approach to the organization of customized knowledge-intensive electronics production by integrating these management concepts. The special approach is required in order to increase the effectiveness of their integration. This approach is based on the decoupling point. The decoupling point is the point on the production line where a standardized product becomes a customized product. The lean approach is applied above it, agile approach below it. This concept is called Legility. The practical application of the integrated approach needs to define a business process where the decoupling point is located. The type of product customization required by the customer determines its location. These types include expert, modular, external and supply customization. In the present study, a model for localizing the decoupling point in the production process based on the type of customization is proposed.

**Keywords:** customized production, knowledge-intensive production, lean production, agile production, decoupling point, customization

На текущий момент электронная промышленность России все еще находится на этапе становления. Часто предприятия, входящие в состав отрасли, ограничиваются разработкой и прототипированием, заказывая серийное производство в других странах либо же выполняя на территории страны лишь наименее технологичные этапы. Это усугубляется тем, что в силу санкционных ограничений многие зарубежные компании, ранее удовлетворявшие спрос на высокотехнологичную продукцию, ушли с рынка.

Вследствие этого необходимо в значительной мере интенсифицировать процесс создания новых и совершенствования старых компаний для выполнения задачи обеспечения экономической независимости и безопасности нашей страны [1].

Производство электронной техники сегодня связано с большим количеством сложностей. К таковым можно отнести малое количество отечественных предприятий, производящих электронные компоненты, вытекающую из этого зависимость от зару-

бежных поставок; необходимость обходить санкции и следующее за этим повышение цен на импорт и выстраивание сложных логистических цепочек. Несмотря на частично освободившиеся ниши рынка после ухода зарубежных компаний, предприятия все еще вынуждены конкурировать с мировым экспортером электроники – Китаем. Все это создает нестабильную экономическую ситуацию для производителей.

Помимо этого, актуальной задачей является организация и поддержка кастомизируемого производства. Способность производить продукт, соответствующий индивидуальным требованиям заказчика, является мощным конкурентным преимуществом, а также положительным образом влияет на экономическое развитие отраслей-потребителей за счет наиболее эффективного удовлетворения их нужд.

Исходя из вышесказанного, для снижения текущего ущерба и обеспечения будущего устойчивого развития и конкурентоспособности, отечественные кастомизированные наукоемкие производства электронной техники должны, с одной стороны, занять стабильное состояние, в том числе за счет снижения издержек и оптимизации своей деятельности, а с другой – быть способными адаптироваться к требуемым изменениям, которые диктуют как внешняя среда, так и внутренние процессы.

Один из путей решения данной задачи лежит в области производственного менеджмента. Наиболее актуальными на сегодняшний день являются такие концепции управления, как бережливое и гибкое производство. При этом каждая из них сосредоточена на удовлетворении только одного из требований, предъявляемых к современным кастомизируемым наукоемким организациям. Так, бережливая методология характеризуется направленностью на устранение всякого рода потерь в бизнес-процессах предприятия, гибкая – на достижение предприятием способности к реагированию на изменения во внешней и внутренней среде компании и получении выгод от этого. Однако создание подхода к управлению, который сочетал бы в себе их достоинства и при этом позволял обеспечить устойчивое развитие и повышение конкурентоспособности, является решением рассматриваемой проблемы.

Цель исследования – разработка подхода к организации кастомизированного наукоемкого производства электронной техники путем интеграции методов и инструментов бережливой и гибкой концепций управления предприятием

## Материалы и методы исследования

В настоящем исследовании использованы методы сравнительного анализа, синтеза, группировки изученных подходов к интеграции современных концепций управления, а также моделирования процессов планирования и управления кастомизированным наукоемким производством электронной техники.

Интегрированный подход к управлению производством представляет собой сбалансированное объединение совокупности методов управления предприятием и инструментов организации рабочей среды различных концепций менеджмента (в настоящем случае – бережливого и гибкого производства) для достижения эффективности реализации бизнес-стратегии компании, результативности производственного процесса, устойчивости развития и конкурентоспособности.

Интеграция бережливого и гибкого подходов к управлению должна производиться в соответствии со следующими принципами.

Принцип системности – составляющие концепций бережливого, гибкого производства, подлежащие интеграции, должны формировать собой целостную совокупность взаимосвязанных элементов, обладающую иерархичностью и внутренней структурой, определяемых бизнес-процессами предприятия, в которых применяются конкретные методы и инструменты гибридного подхода.

Принцип взаимодополнения – интегрируемые компоненты при взаимодействии должны проявлять положительный синергетический эффект, нивелировать недостатки друг друга, при этом повышение результативности может носить как временный, так и постоянный характер.

Принцип совместимости – реализация элементов бережливого и гибкого подходов на различных этапах производства продукта не должна носить противоречивый характер, обусловленный их концептуальными отличиями, выражающимися в приоритетных задачах.

Принцип приоритетной цели – для обеспечения выполнения вышеуказанного требования на каждом этапе создания продукта должна быть определена наиболее важная задача применения интегрированного подхода к управлению: достижение максимально возможной адаптации к влияющим факторам либо наилучшей оптимизацией.

Несмотря на существующее мнение, утверждающее, что совмещение принципов гибкости и бережливости в управлении производством маловероятно, по той причине,

что обе системы требуют большой приверженности и часто именуется «философиями» [2], в научной литературе имеется достаточно большое количество свидетельств эффективности их интеграции в единый, гибридный подход [3]. В ней, как правило, предлагается два подхода к созданию гибридной методологии.

Наиболее распространенной позицией на интеграцию принципов бережливости и гибкости в цепочках поставок является подход, базирующийся на создании точки развязки [4, 5]. Ее понятие было введено Hoeskstra и Romme, и ее можно определить как «точку на прямой производства продукта, в которой заказ привязывается к клиенту». У J. Mangan, С. Lalwani определение представлено следующим образом: «точка, в которой происходит переход от базового продукта к кастомизированному» [6]. Эта концепция получила название Leagile (Leagility). Согласно ей бережливый подход должен использоваться для операций производства на склад, в то время как гибкий – для операций производства на заказ. Система реконфигурируется в точках развязки, а затем снова интегрируется устойчивое экологически чистое производство на основе шести сигм, основанное на потоке создания ценности в новых условиях [3].

В таком подходе экономичность достигается за счет бережливого производства, устойчивости и шести сигм (т.е. за счет минимизации процессов, не добавляющих ценности, надежного проектирования продуктов, процессов и систем, восстановления, повторного производства и модернизации продукта в течение его жизненного цикла), а гибкость за счет реконфигурации своих технологических и человеческих ресурсов в ответ на изменения на рынке или потребности клиентов [7].

Вторым подходом к интеграции рассматриваемых концепций является комбинирование практик и инструментов, входящих в их состав, для решения возникающих задач, «вбирая все лучшее» [8]. Несмотря на кажущуюся простоту и рациональность данного подхода, при его применении на предприятии и выборе тех инструментов и практик, которые будут использоваться на производстве, руководство так или иначе встанет перед выбором расположения точки развязки обеих методологий, поскольку их ключевые принципы могут противоречить друг другу.

Практическое применение интегрированного подхода к управлению кастомизированным наукоемким производством электронной техники предполагает опреде-

ление расположения точки развязки в производственном процессе – места, где происходит смена производственных парадигм.

Необходимо отметить, что изменение подхода к организации производства в первую очередь означает изменение ключевой идеи, а не применяемых методов. Главное отличие гибкой концепции от бережливой заключается в стремлении наилучшим образом подстроиться под условия рынка, даже если при этом производственный процесс перестанет быть устроенным оптимально с точки зрения уменьшения потерь. При этом большинство методов и принципов бережливого производства сохраняются и при гибком подходе. Одним из ключевых проявлений гибкости является кастомизация продукта.

Кастомизация в общем понимании – это процесс, в ходе которого конечный результат производства подстраивается под индивидуальные особенности и требования потребителя [9, 10]. В трактовке О.И. Вепнярской, которая дает более широкое определение, кастомизация – тенденция к все большему и всестороннему воплощению в продукте требований конкретного потребителя, а также как переосмысление ценностей массового производства и переход к производству большого ассортимента товаров, но небольшими партиями, предназначенного для различных целевых групп потребителей и сегментов рынка, как модульный подход к производству и продвижению продукции, в точности соответствующей требованиям конкретных (а не абстрактных, среднестатистических) клиентов и потребителей [11, 12].

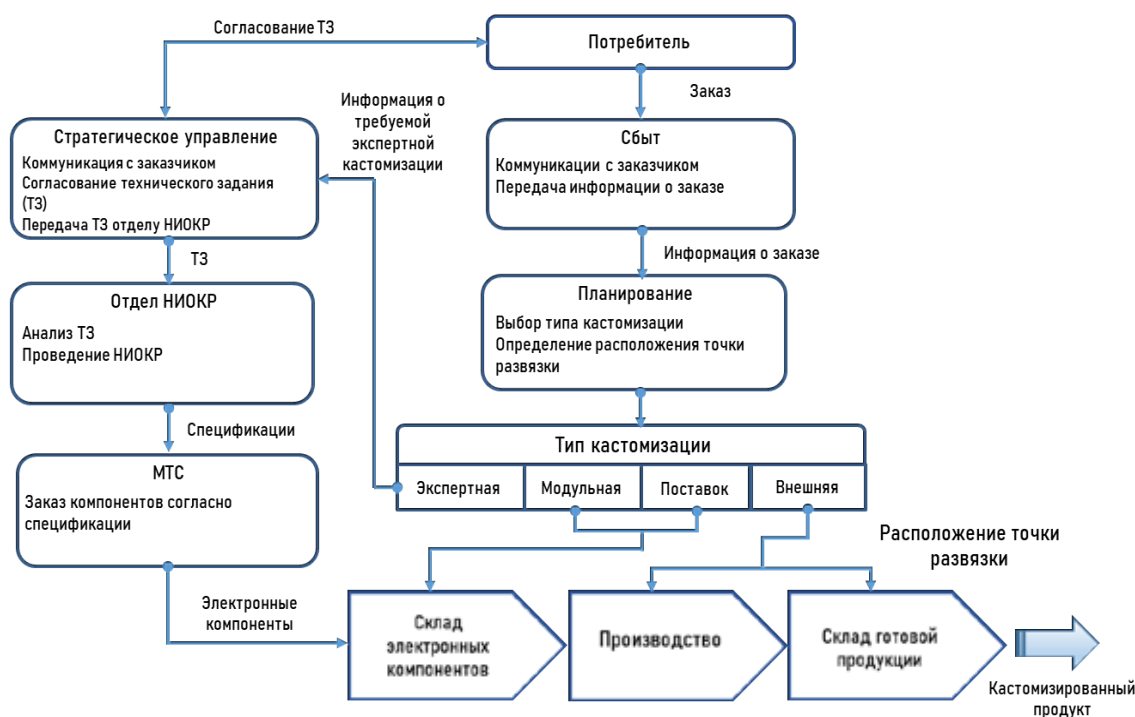
#### Результаты исследования и их обсуждение

В настоящем исследовании в целях обоснования выбора месторасположения точки развязки предложена следующая типология видов кастомизации: экспертная, как характеристика наиболее глубокой индивидуализации и создания уникальных продуктов, модульная – из стандартизированных модулей, как основной тип массовой кастомизации, внешняя, заключающаяся в предоставлении особых предложений внешнего вида, упаковки, организации логистики и пр.; поставок – возможность давать индивидуальные объемы и сроки поставок для создания конкурентного преимущества в глазах потребителя.

Также на их расположение может оказывать влияние фактор технологической оснащенности производства, который допускает два варианта.

Расположение точки развязки

Вид кастомизации	Этап производства, где находится точка развязки (бизнес-процесс)	Сущность кастомизации
Экспертный	НИОКР	Разработка продукта, обладающего уникальными характеристиками; разработка уникального программного обеспечения
Модульный	Комплектация (склад электронных компонентов и блоков)	Комплектация заказа в соответствии со спецификацией продукта, требуемого заказчиком
Внешний	Производство (сборка)	Корпусирование и маркировка продукции в соответствии с требованием заказчика
	Комплектация (склад готовой продукции)	Упаковка и организация логистики в соответствии с требованием заказчика
Поставок	Комплектация (склад электронных компонентов и блоков)	Начальный этап формирования и реконфигурации производства для удовлетворения сроков/объемов заказа



Модель выбора расположения точки развязки

Первый случай подразумевает наличие высокотехнологичной автоматизированной производственной линии печатных плат и электронных блоков. В связи с этим, в силу очевидных причин, наиболее рациональным путем будет наладить производственный процесс таким образом, чтобы данная линия была задействована для производства стандартизированных модулей. Альтернативный вариант заключается в отсутствии собственной производственной линии и предполагает контракт-

ное производство печатных плат и монтаж электронных компонентов аутсорсером.

На основании данной типологии и вышеуказанных особенностей можно создать карту расположения точки развязки для каждого вида кастомизации, представленную в таблице.

Определение вида кастомизации производится индивидуально. Для практической реализации процесса определения точки развязки производства предлагается следующая модель (рисунок).

Алгоритм действий в соответствии с этой моделью следующий:

Отдел сбыта получает заказ от потребителя на производство продукции, отличающейся определенными характеристиками. Он передает информацию о заказе в отдел планирования производства, который, в свою очередь, определяет тип кастомизации и согласует его размещение. В случае, когда потребителю требуется экспертная кастомизация продукта, отдел планирования определяет точкой развязки отдел НИОКР, передает информацию о заказе в отдел стратегического управления производством. Отдел стратегического управления оценивает возможность удовлетворения требований потребителя, загруженность отдела НИОКР, составляет техническое задание (ТЗ) и согласует его с потребителем, затем передает его на разработку. Если необходим заказ электронных компонентов (ЭК) для реализации экспертной кастомизации, отдел НИОКР передает информацию в отдел материально-технического снабжения (МТС) для закупки. ЭК поступают на склад для последующего использования на производстве. По мере успешного решения информируется отдел планирования, а разработки уходят на производство. В случае, когда потребителю требуется модульная кастомизация, отдел планирования определяет точкой развязки склад ЭК, инициирует комплектацию и последующее производство продукции необходимой номенклатуры. Если же необходима внешняя кастомизация, отдел планирования определяет точкой развязки и передает соответствующую информацию на те участки производственного процесса либо склад готовой продукции (ГП), где она будет производиться. При необходимости кастомизации поставок отдел планирования определяет точкой развязки склад ЭК, инициирует комплектацию и последующее производство продукции необходимой номенклатуры, в случае необходимости производит реконфигурацию производства.

### Заключение

Интеграция таких современных концепций управления, как бережливое и гибкое производство, является эффективным методом устойчивого развития и достижения конкурентного преимущества. Однако различия, заложенные в основы философии данных методологий, требуют особенного подхода, включающего определение точки развязки. В данном случае бережливые практики призваны обеспечить экономичность производственного процесса, а гиб-

кие – способность реагировать на изменения во внутренней и внешней среде компании, а также предлагать продукт, который наиболее соответствует требованиям заказчика, что получило название кастомизация.

Месторасположение точки развязки на прямой производства продукта необходимо изменять в зависимости от типа кастомизации, который необходим для удовлетворения потребителя. Для решения проблемы данной в настоящем исследовании предложена модель выбора расположения точки развязки в производственном процессе кастомизируемого наукоемкого производства электронной техники. Данная модель упрощает планирование и организацию наукоемкого кастомизируемого производства при использовании интегрированно-го подхода.

### Список литературы

1. Беляков С.А., Рыжая А.А., Шпак А.С. Современное состояние и проблемы развития исследований и разработок в промышленных компаниях // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2021. № 12–2. С. 231–241.
2. Pawlowski K., Pawlowski E. Modern Manufacturing Practices and Agile Enterprise. Anticipated Scope of Implementation and Empirical Results from Polish Enterprises. *Procedia Manufacturing*. 2015. Vol. 3. P. 464–471.
3. Purvis L., Gosling J., Naim M.M. The development of a lean, agile and leagile supply network taxonomy based on differing types of flexibility. *International Journal of Production Economics*. 2014. Vol. 151. P. 100–111.
4. Nieuwenhuis P., Katsifou E. More sustainable automotive production through understanding decoupling points in leagile manufacturing. *Journal of Cleaner Production*. 2015. Vol. 95. P. 232–241.
5. Adel Heba. ICT, information sharing and a new hybrid lean-agile performance: Empirical evidence from automotive hierarchical supply chains. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*. 2020. Vol. 19. P. 221–245.
6. Mangan J., Lalwani C. *Global Logistics and Supply Chain Management*. (3rd ed.). Hoboken: John Wiley & Sons, Ltd. 2016.
7. Hariyani D., Mishra S. Drivers for the adoption of integrated sustainable green lean six sigma agile manufacturing system (ISGLSAMS) and research directions. *Cleaner Engineering and Technology*. 2022. Vol. 7. 100449.
8. Qamar A., Hall M., Collinson S. Lean versus agile production: flexibility trade-offs within the automotive supply chain. *International Journal of Production Research*. 2018. Vol. 56. P. 3974–3993.
9. Тихомирова О.Г. Исследование сущности и процесса кастомизации производства в цифровой среде функционирования // *Фундаментальные исследования*. 2018. № 9. С. 93–97.
10. Голиков И.А. ГОСТ Р ИСО 9001 на пути к массовой кастомизации // *Российское предпринимательство*. 2018. Т. 19. № 1. С. 111–124.
11. Вапнярская О.И. Генезис и современные подходы к определению кастомизации // *Сервис в России и за рубежом*. 2014. № 6 (53). С. 189–201.
12. Gilmore J.H., Pine J.B. The Four Faces of Mass Customization. *Harvard Business Review*. 1997. P. 91–101.