

Стратегия развития

УДК 338.138(075.8)

DOI: 10.17073/2072-1633-2017-2-098-106

Комплексное развитие продукта в условиях его параллельного проектирования и производства

© 2017 г. Е.П. Гарина, Н.С. Андрияшина *

В представленной статье проведен анализ содержания концепции комплексного развития продукта в промышленности с позиции технологического, инженерного проектирования производственных систем и промышленных продуктов и организации производства. Под комплексным развитием продукта (IPD) понимается процесс многомерного адаптационного интеграционного взаимодействия всех участников системы (систем бизнес-структур) в рамках создания высокотехнологичного продукта, в основе которого – раннее вовлечение в проект всех его участников, согласование целей и их интересов, распределение риска и вознаграждения, а также достижение сбалансированности процессов (бизнес-процессов, технологических процессов) при реализации общих целей по проекту. Комплексный подход позволяет обеспечить более высокий уровень завершения работы по проекту на ранних его стадиях, то есть сэкономить усилия по исполнению и документационному сопровождению последующих этапов проекта. В отличие от традиционных проектов, IPD-проекты распределяют риски и выгоды по проекту на всех членов команды, что стимулирует сотрудничество в рамках достижения общих целей проекта. Одним из основных преимуществ, которые дает IPD-подход, является возможность всем сторонам присутствовать и участвовать в проекте с самого раннего этапа проектирования. Несмотря на выделенные преимущества, реализация IPD-проектов на практике в силу ряда причин ограничена: Первое – это организационно-технические проблемы. Необходима унификация производственных систем, а также производственного/технологического менеджмента участников интеграционной системы; формирование единой системы перераспределения ресурсных потоков между участниками; снижение «конфликтов технологий» на стыках производств и многое другое. Второе – вопросы, связанные с юридическим сопровождением проблемы. Очевидно, требуется создание единой совокупности эксплуатационной документации, документации по обеспечению бизнес-процессов/технологических процессов; совокупности стандартов и технических условий. Третье – это неготовность отечественных производителей переходить на «глубокую интеграцию» между участниками создания продукта, начиная от концептуального (начального) проектирования.

Ключевые слова: продукт, концепция комплексного развития продукта, развитие производства

Постановка проблемы или задачи в общем виде

Еще в середине XX века при разработке систем создания промышленного продукта – как материального продукта производства, так и результата любого технологического/бизнес-процесса – активно использовалась концепция параллельного проектирования процессов (*Concurrent Engineering* – **CE**), разработанная японскими производителями после Второй Мировой войны. Идея состояла в объедине-

нии проектных и производственных практик путем совместного комплексного проектирования изделий и связанных с ними производственных систем [1]. Реализация подхода к организации сложных производственно-технических комплексов в рамках CE-концепции на тот момент позволяла получить продукцию более высокого качества по более низкой цене и в более короткие сроки, чем ранее. Однако, увеличение сложности производства и динамичности рыночной среды; существенные изменения в запросах покупателей на рубеже 1980-х–1990-х гг. (акцент на стоимость, доступность, надежность и качество) на фоне смены философии производства (гибкость, реакция на запрос потребителя, сокращение жизненного цикла продукта, снижение себестоимости) породили необходимость дальнейшего развития производственной философии. И в 1980-х гг. Министерством обороны США были предложены дополнения к CE-концепции по методологии систем-

* Гарина Е.П. – канд. экон. наук, доцент каф. экономики предприятия, e.p.garina@mail.ru, Андрияшина Н.С. – канд. экон. наук, доцент каф. экономики предприятия, natali_andr@bk.ru
ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина», 603950, Н. Новгород, ул. Ульянова, д. 1.

ного процесса разработки продукта в части технологических решений по параллельной организации производства и проектирования сложных продуктов, а также формирования интегрированного процесса развития промышленного продукта. Комплексное инженерное проектирование производственных процессов, производственных систем и R&D-процессов было дополнено маркетинговой составляющей, процессами инвестирования, логистическим обеспечением, операционным менеджментом и др. В 1990-х гг. идея интегрированного выполнения проекта получила широкое распространение в строительной отрасли. А в 2007 году американский институт архитекторов дал ее содержательное описание, определив основных участников проекта: собственники, проектировщики, инженеры, подрядчики. Этот опыт способствовал формированию концепции комплексного развития продукта (IPD-концепции, где IPD – *Integrated Project Delivery*), суть которой заключается в формировании производственной среды, где разработка продукта реализуется как мультидисциплинарный, итеративный процесс, включающий, помимо инженерных и технологических решений, маркетинговые аспекты, инвестиционную составляющую и др. Подход позволяет достигать высокого уровня завершения работы по проекту на ранних его стадиях, то есть экономить усилия по исполнению и документационному сопровождению последующих этапов проекта в рамках достижения общих целей проекта.

Но, в то же время, несмотря на комплексность подхода к вопросу и включение в его решение дополнительных участников системы – маркетологов, логистов, IT-технологов и др., продолжает сохраняться потребность в проработке базовых (ключевых) решений, которые, помимо функциональных и технических характеристик продукта, должны охватывать еще и координацию систем и процессов производства в рамках проекта в классическом, системном виде.

Ориентация производственных процессов и систем под определенный проект составляет препятствия для дальнейшего развития предприятий за счет пролонгации достигнутых результатов путем апробирования и адаптации достижений лидеров отрасли, а не разработки нового проекта «с нуля». Объяснением существования выделенных потребностей выступает недостаточная проработка теоретических и методологических вопросов, связанная с «состыковкой» производственных систем, процессов предприятия и систем создания продукта, что и определяет выбор темы исследования. Для решения данной проблемы необходима глубокая интеграция технологов и конструкторов, начиная с первоначального, концептуального проектирования продукта; унификация производственных систем, а также технологического менеджмента под создаваемый проект; усиление вовлеченности участников в совокупность взаимосвязанных технологических переходов в контексте единого процесса разработки изделия и подготовки производства, снижение

«конфликтов технологий» на стыках производств, и многое другое. И самое важное – необходима единая методологическая база объединения проектных и производственных практик путем совместного комплексного проектирования изделий и связанных с ними производственных систем.

Целью статьи является анализ содержания концепции комплексного развития продукта в промышленности с позиции технологического, инженерного проектирования производственных систем и промышленных продуктов и организации производства; выявление проблем и вопросов, связанных с развитием концепции и внесением предложений по их решению.

Анализ достижений и публикаций, в которых предлагается решение данной проблемы, выделение научной новизны

В 1990–2000-х гг. идея комплексного проектирования продукта и производства почти одновременно получила развитие в работах:

- Роузенберга и соавторов [2], которые, выделяя совокупность элементов и процессов, связанных с разработкой продукта в промышленности в условиях параллельного проектирования производственных систем, останавливались подробно на способах организации производства. Более подробное описание элементов процесса дано в трудах Скалена [3], описывающих последовательность технологических элементов процесса создания продукта в контексте развития производства;

- Паля и соавторов [4], предлагающих структурировать процесс проектирования и производства продукта через выделение системы процессов и элементов проекта. Переход от одного элемента к последующему, по мнению Купера и Гейтса, должен осуществляться через «ворота» или «шлюзы» – контрольно-пропускные пункты, позволяющие разработчикам принимать на определенных «точках» решение о переходе на следующий этап процесса, переделать созданное или останавливать проект как неперспективный;

- Котлера [5], акцентирующего внимание на элементах потребительских предпочтений при выборе «оптимальных значений» атрибутов продукта. В дополнение, Скален [3] подчеркивал важность элементов процесса продажи как итога процесса разработки и развития продукта;

- Рейда и соавторов [6], обеспечивших методологическое обоснование из области оперативного управления производством.

Комплексный же подход к вопросу оформляется в конце XX века в трудах Андреасена [7], Кларка [8] и Ульриха [9].

Классической моделью развития интегрированного продукта, в рамках параллельного проектирования продукта и производства, считается модель Андреасена, практическая реализация которой предполагает выполнение ряда обязательных условий:

Сравнение процессов создания промышленного продукта в контексте развития производства [Comparison of the industry product processes in the production development context]			
	Андреасен	Кларк	Ульрих
Процесс 0	Признание необходимости	—	—
Процесс 1	Исследование необходимости	Разработка концепции	Разработка концепции
Процесс 2	Формирование функциональных характеристик продукта	Планирование продукта	Формирование основных элементов дизайна
Процесс 3	Дизайн продукта*	Детальное проектирование и разработка продукта	Детальный дизайн
Процесс 4	Подготовка производства	Коммерческая подготовка	Тестирование и уточнение системы
Процесс 5	Выполнение проекта	Выход на рынок	Производство; выход на запланированные объемы
* Термин «дизайн продукта» относится к стадии детального проектирования, спецификации проектных параметров, к определению приоритетов отношений в сборке, рабочему проектированию компонентов, включая материал и процесс его отбора.			

1) в основе процесса – успешный бизнес;
2) разработка продукта является итеративным процессом и осуществляется с привлечением мультидисциплинарной команды;

3) все этапы процесса создания продукта реализуются на регулярной, системной основе.

Модель считается адаптивной для производственных предприятий всех уровней и размеров. В свою очередь, Ульрих считает, что дизайн продукта интегрируется с системой производства в начальной стадии деятельности по проекту.

Подход к развитию производства через формирование системы создания продукта вкупе с развитием производства представлен в работах Кларка. Основная цель – достижение кросс-функционального сотрудничества между вовлеченными объектами воздействия. Авторская модель представлена в виде матрицы, систематизирующей в хронологическом порядке различные фазы развития производства в ракурсе системы создания промышленного продукта.

Кларк, как и Андреасен: 1) выделяет ключевые этапы (точки) принятия решения по проекту; прописывает необходимость развития продукта последовательно в нескольких фазах/этапах проекта; подчеркивает важность контроля дизайна продукта при определении конструкции инструмента и оборудования. У автора процесс развития производства заканчивается после сформированного дизайна продукта; 2) активно использует «ключевые решения» в конце определенного шага (этапа) процесса. При этом, оба автора расходятся по вопросу времени применения этих ключевых решений.

Процессы развития интегрированного продукта Андреасена, Кларка и Ульриха имеют определенные различия, но, в целом, состоят из пяти этапов, за исключением модели Андреасена, которая предлагает дополнительное действие, осуществляемое до начала фактического процесса развития. Этот шаг предназначен для определения осознанной потребности в продукте; определения неудовлетворительной ситуации или существующей бизнес-возможности. В таблице приведено сравнение процессов создания/развития промышленного продукта в контексте развития производства всех трех авторов.

Как показало сравнение, Кларк и Ульрих описывают элементы процесса развития по отношению к

каждому элементу процесса. Кларк же делит элемент процесса «детального проектирования и развития» на два этапа. На первом этапе он сосредотачивается на предварительном дизайне с последующей его проработкой и формировании производственной системы предприятия, в рамках которой предполагается производить продукт, а во втором – на проверке процесса проектирования, в том числе, на уточнении содержания и характеристики продукта.

Андреасен, в отличие от иных авторов, описывает элементы процесса более абстрактно и наибольший упор делает на «поток» самого процесса путем прохождения совокупности элементов. Авторы существенно разнятся и относительно процесса продаж и коммерциализации результатов проекта; в уровнях детализации элементов процесса; в вопросе хронологического порядка элементов процесса. Согласно подходу Андреасена, «признание необходимости в продукте» сигнализирует о начале работ по новому продукту в части исследования необходимости. Кларк и Ульрих рекомендуют немедленно начинать с формирования идеи продукта и разработки его концепции. Техничко-экономическое исследование и тестирование созданного прототипа продукта в определенной степени восполняют «пропущенные» ранние этапы процесса у этих авторов. На следующем этапе, в момент определения структуры продукта, оцениваются альтернативные решения проекта, наиболее успешным и значимым из которых является детальное проектирование системы «продукт-производство» и последующее ее тестирование. Результаты и выводы проведенного тестирования в дальнейшем используются для реконструкции продукта, его улучшения. Шаг «развитие производства» у всех трех авторов реализуется, когда уже спроектирована концепция продукта, что предполагает под собой неоднозначные решения по формированию производственной системы и ее «состыковки» с системой создания продукта. Но, несмотря на различия позиций авторов по уровню абстракции вопроса разработки и развития продукта, связующим элементом теорий выступает комплексный подход к теме его проектирования и разработки.

Оценивая публикации исследователей, считаем, что большинство из современных ученых сосредотачивают свое внимание на этапе теоретического

поиска и осуществляют преимущественно в одном из направлений разработки вопроса исследования: на организационном аспекте, инженерном проектировании систем (продукта, производственных систем) или на управлении операциями. С организационной точки зрения, авторы, в основном, изучают совокупность факторов; детерминанты «проекта успеха» в рамках организации производственных и технологических процессов. По их мнению, структура, являясь формой системы, определяется ее содержанием, т. е. процессами, протекающими в системе. Изучение вопроса в технологическом аспекте более детализировано – акцент делается на отдельные инженерные решения продукта (например, дизайн и моделирование). А вот параметрическая совокупность комплекса инженерных моделей систем создания продукта и производственных систем не представлена системно – вопросам, связанным с методологией комплексного развития продукта в купе с инженерным проектированием производственных систем, не уделяется достаточного внимания.

Исследовательская часть

Рост эффективности материального производства через комплексное развитие продукта в промышленности, в современной экономике возможен за счет развития технолого-экономических систем, представленных совокупностью элементов – организационно, экономически и технологически связанных между собой подсистем более низкого уровня, в частности – производственных систем и систем создания продукта.

В исследовании предлагается понимать:

- под производственной системой – совокупность производственных, технологических и иных процессов, обеспечивающих эффективную реализацию производственного процесса и имеющих целью выпуск конечного продукта. Элементами производственной системы выступает персонал, средства труда, предметы труда, продукты труда, технологии, организация производства. Система состоит из звеньев, каждое из которых отражает существенные черты элементов звена более высокого порядка, в которые они входят: группа механизмов, производственный участок, цех, отрасль, кластер;

- под системой создания продукта – совокупность решений по утвержденным основным процессам производства (технологическими, производственными, бизнес-процессам) с выделенными фазами, этапами и контрольными точками; декомпозицией работ с базовым набором процессов, методов и инструментов второго и последующих уровней в составе; выписанными регламентами управления, кост-менеджментом; оформленной системой управления атрибутами продукта, управлением изменениями в проекте и др.;

- под R&D-процессами – процессы разработки оригинального продукта с уникальными характеристиками;

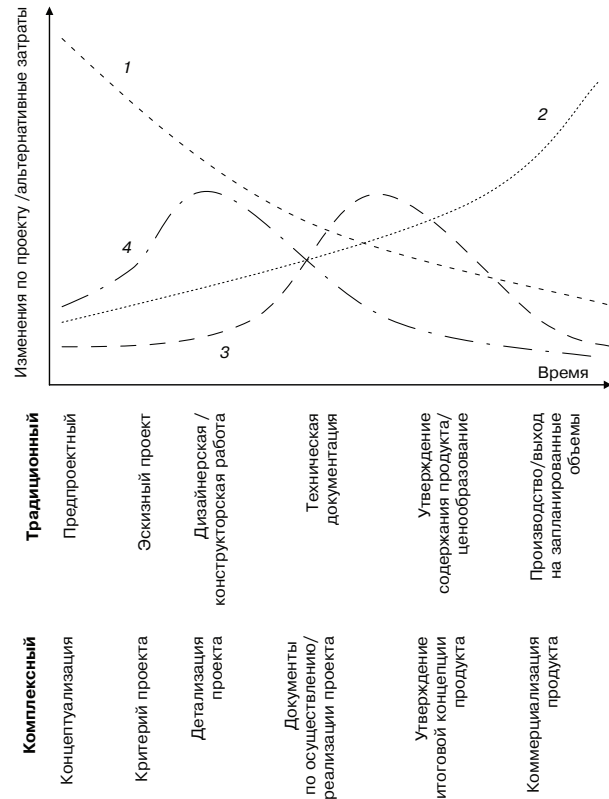


Рис. 1. Карта кривых, иллюстрирующих моменты принятия ключевых решений по проектам [10]:

1 – способность влиять на стоимость продукта и его функциональные возможности; 2 – стоимость изменения дизайна продукта; 3 – традиционный процесс создания продукта в промышленности; 4 – IPD-процесс

[Card of curves illustrating moments when key project decisions are taken [10]]

- под комплексным развитием продукта – процесс многомерного адаптационного интеграционного взаимодействия всех участников системы (систем бизнес-структур) в рамках создания высокотехнологичного продукта, в основе которого лежит раннее вовлечение в проект всех его участников, согласование целей и их интересов, распределение риска и вознаграждения, а также достижение сбалансированности процессов (бизнес-процессов, технологических процессов) при реализации общих целей по проекту. Наглядно процесс комплексного развития продукта в сравнении с традиционным процессом создания продукта показан на карте кривых, иллюстрирующих моменты принятия ключевых решений по проектам (рис. 1).

Соединение этапов проекта в случае комплексного подхода (по сравнению с традиционным) показано на рис. 2 и 3 [10], где:

- решения по дизайну продукта и проектированию производственных систем «сдвинуты» на начальные этапы проекта, что позволяет повысить



Рис. 2. Традиционный процесс проектирования
[Traditional design process]

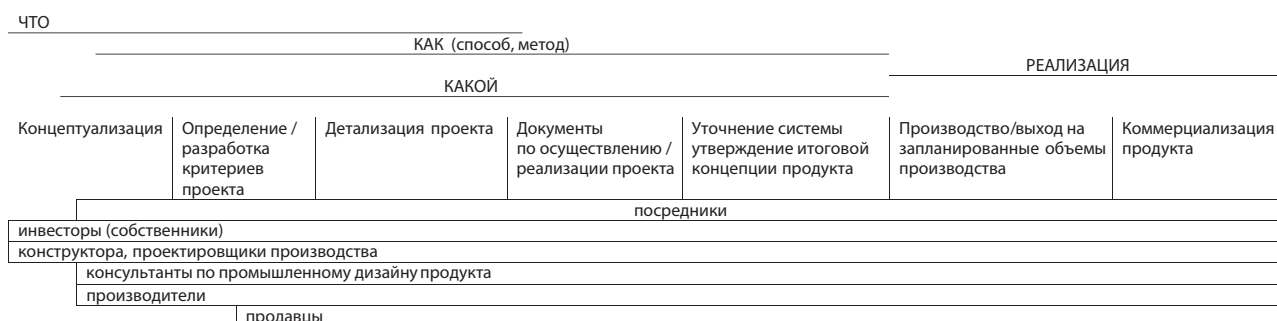


Рис. 3. Интегрированный процесс проектирования
[The integrated design process]

эффективность работы за счет снижения ошибок, допущенных на ранних стадиях;

– первые три фазы комплексного проекта – концептуализация, формирование критериев проектирования и детализация проекта – привлекают к себе больше усилий, чем в традиционном потоке, и опираются на интеграцию знаний расширенной коллективной команды (конструкторов, технологов, производителей, субподрядчиков, владельцев и др.).

В настоящее время вопрос проектирования сложного продукта вкупе с инженерным проектированием производственных систем решается путем «состыковки» деятельности в области разнородных процессов с использованием трех групп технологий: 1) технологии анализа и реинжиниринга бизнес-процессов; 2) технологии запараллеливания проектных задач с последующим совмещением отдельных решений на уровне производственного процесса; 3) технологии интеграции участников системы путем формирования «федерации систем», реализация которой возможна через: вовлеченность участников в совокупность взаимосвязанных технологических переходов в контексте единого процесса разработки изделия и подготовки производства, что позволяет снизить «конфликт технологий»; организации единой конструкторской и технологической документации, единого технического электронного документооборота, системы обмена данными между участниками.

Как показывает опыт отечественных машиностроительных компаний, совершенствование производственной системы и изменение корпоративной философии чаще всего осуществляется с использо-

ванием второй технологии, когда продукт производится на основе прерывного (дискретного) технологического процесса, где допускается приостановка технологического процесса без ущерба как продукту, так и технологическому процессу. С учетом того, что формирование производственной системы в соответствии с поставленными задачами и возможностями их решения реализуется на нескольких уровнях (на уровне предприятия, отдельного цеха, участка, производственной линии, рабочего места, производственного процесса), большинство предприятий чаще всего это и делают – формируют компоненты производственной системы в контексте создания продукта на уровне отдельной производственной линии либо на уровне эталонного участка (**рис. 4**).

Как видно из рис. 4, совместное инженерное проектирование производственных систем и R&D-процессов подразумевает «сдвиг» на серединные этапы производства (или в конец производственной линии) стандартных (унифицированных) элементов продукта, что позволяет параллельно осуществлять предварительную сборку оригинальных элементов продукта с последующим их совмещением на этапе окончательной сборки узлов деталей. Объяснением этого выступает следующее. Сложный продукт предварительно «разбивается» на элементы (компоненты, модули, узлы, детали). Каждому элементу присваивается характеристика (унифицированный или оригинальный компонент/узел) исходя из величины его значимости и уникальности либо «стандартности» в общей совокупности элементов и определяется место его изготовления и/или сборки на проектиру-

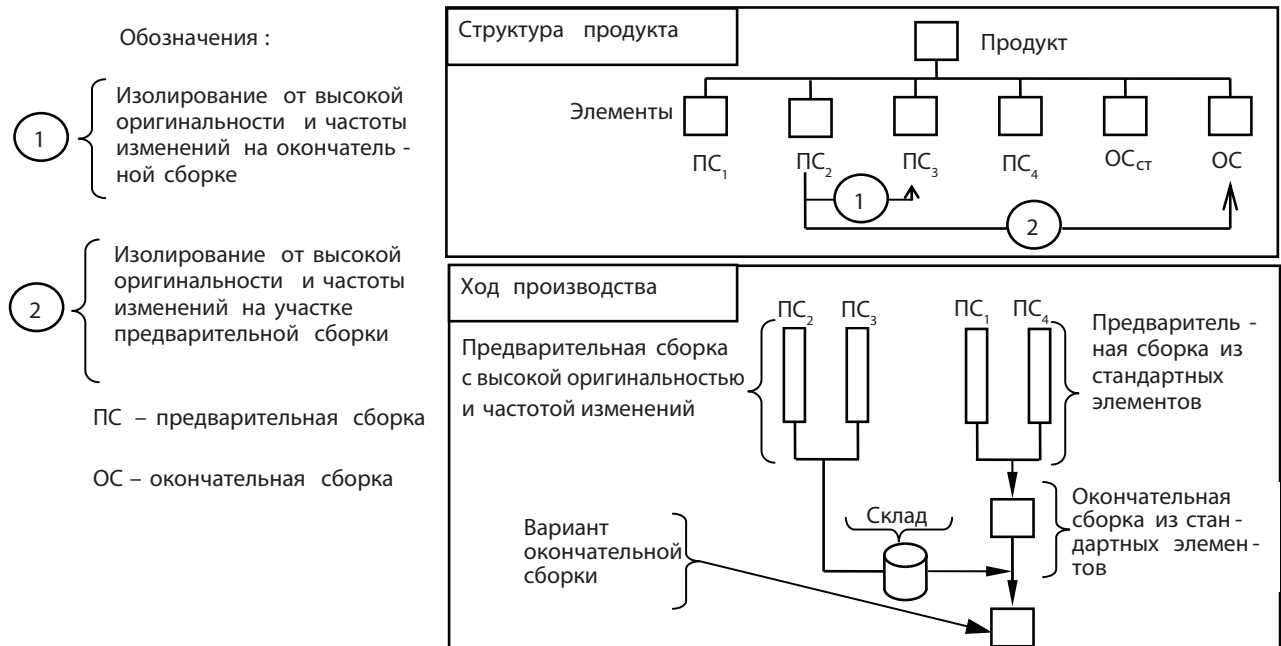


Рис. 4. Схема формирования производственной системы в контексте создания продукта на уровне производственной линии [11]
[Production system formation scheme in the context of product creation on the production line level [11]]

емой производственной линии. По мнению исследователей [11], уникальные (оригинальные) элементы продукта с большим числом вариантов и высокой частотой изменений следует помещать на выбранный участок предварительной сборки либо на этап окончательной сборки, так как это позволяет учесть возможность изменения влияния признака компонента на функциональность всего продукта в ходе текущего осуществления проекта. По сути, составляется матрица структуры продукта, которая включает в себя, помимо перечня элементов продукта, их весовые коэффициенты, информацию о частоте их изменения, значимости компонента для продукта в целом и/или для формирования отдельных функциональных характеристик, и выстраиваются необходимые элементы производственной системы на уровне производственной линии. Данная модель обеспечивает эффективную организацию производственной системы «под создаваемый продукт» при различных изменениях в технологии его производства или структуре за счет унификации зависимостей производственных линий к признаку продукта. Это, в свою очередь, позволяет с существенной частотой изменять функциональные характеристики продукта в условиях сокращения операционных затрат.

Преимуществом решения по формированию производственной системы через анализ матрицы структуры продукта выступает возможность получения продукта с требуемыми функциональными характеристиками и запланированной архитектурой в условиях инженерного проектирования производственных систем с наименьшими затратами. Но, в тоже время, данный подход подразумевает учет

наличия уже существующей производственной линии и ее последующую реконструкцию под проект. То есть, нарушает принцип параллельности интегрированного процесса проектирования систем создания продукта и производственных систем предприятия.

Полученные результаты

Разработка мероприятий формирования элементов производственной системы должна осуществляться на основе анализа матрицы структуры продукта, только не путем преобразования существующей производственной линии, а разработки ее «с нуля». Для этого необходимо дополнить подход за счет расширения существующей модели (формирование производственной системы через анализ матрицы структуры продукта) двумя равнозначными элементами:

а) выделением функциональных характеристик продукта, обусловленных его концепцией и структурным содержанием;

б) техническое сопровождение реализации проекта по направлениям: 1) IPD-процессы промышленного дизайна продукта, где IPD-процессы – процессы создания и развития сложных продуктов; 2) промышленный дизайн производственной системы; 3) организация производства.

Для моделирования системы могут быть использованы «двоичные матрицы», позволяющие выявить наличие или отсутствие связи между парами элементов систем: системы создания продукта и производственной системы, где каждый квадрат представляет собой единицу системы: элементы продукта, шаги

проекта, фазы производства. Компонентно, матрица, отображая пересечения этих элементов, позволяет определить, какие части проекта взаимодействуют друг с другом. Узел и/или ребро дает представление об отношениях между двумя элементами системы. Для описания отношений среди элементов системы можно использовать три основных «строительных блока»: 1) параллельные; 2) последовательные; 3) параллельно-последовательные сочетания. Названия элементов системы (столбцов или строк) во временной последовательности отражают перечень задач по всему проекту. Это позволяет определить совокупность задач и очередность их выполнения. В этом контексте, основной задачей выступает решение проблемы комплексного отражения измеряемых данных систем, а также их импорта в форму матрицы. Аналогичная ситуация складывается и для подхода, сосредоточенного на управлении вариантами формирования и развития сложных систем (системы создания продукта, производственной системы). Чем и объясняется необходимость дальнейших научных изысканий.

Решение заявленной задачи возможно с позиции инженерного подхода через методы: 1) массовой кастомизации; 2) с использованием метода бережливого производства; 3) метода оптимального выбора. В рамках использования таких методов существует необходимость:

а) унификации производственных систем, а также производственного и технологического менеджмента участников интеграционной системы; формировании единой системы перераспределения ресурсных потоков между участниками;

б) стандартизации конструирования промышленного продукта, в том числе, его функциональных характеристик и содержания.

Кроме того, при формировании тесных партнерских отношений с участниками проекта для координации действий необходимо реализовывать единые принципы организации производства, достичь совместимости стандартов, сформировать единую бизнес-культуру и др.

Выводы по исследованию и перспективы дальнейшего развития данного направления

Опыт практического применения IPD-концепции в России свидетельствует, что существует ряд проблем и особенностей внедрения опыта мировых производителей в этой сфере в отечественную практику. Причин тому несколько: 1) организационно-технические проблемы. Необходима унификация производственных систем предприятий наукоемких отраслей, а также производственного/технологического менеджмента участников интеграционной системы; формирование единой системы перераспределения ресурсных потоков между участниками IPD-процесса; снижение «конфликтов технологий» на стыках производств, и многое другое; 2) вопросы, связанные с юридическим сопровождением

проблемы. Очевидно, требуется создание единой совокупности эксплуатационной документации, документации по обеспечению бизнес-процессов/технологических процессов на промышленных наукоемких предприятиях; совокупности стандартов и технических условий; 3) это неготовность отечественных производителей переходить на «глубокую интеграцию» между участниками создания продукта, начиная от концептуального (начального) проектирования. Эта форма взаимодействия является инструментом, который делает необходимыми более плотные и доверительные отношения между участниками процесса. А для формирования таких взаимоотношений участники должны быть максимально мотивированы делиться друг с другом доступной им информацией и ресурсами.

Вместе с тем, остается поле для технологического/организационного будущего развития IPD-концепции в высокотехнологичных инженерных отраслях, таких, как: аэрокосмической и оборонной промышленности, машиностроения/автомобилестроения, нефтехимии и других. Поскольку, параллельное проектирование продукта и производства позволяет получить такую структуру продукта, которая ориентирована на эффективную организацию производственной системы, данная модель структуры продукта на ранних стадиях формирования производственной системы позволяет наметить эффективные пути, позволяющие производить перевооружение предприятия с наименьшими затратами.

Библиографический список

1. *Schätz Ch.* A methodology for production development: Doctoral thesis. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology, 2006. 126 p. URL: <http://hdl.handle.net/11250/240596>
2. *Roozenburg N., Eckels J.* Product Design: Fundamentals and Methods. John Wiley & Sons, 1995.
3. *Scallan P.* Process Planning. The design/manufacturing interface. Oxford: Butterworth Heinemann Ltd., 2003.
4. *Pahl G., Beitz W.* Engineering Design: A systematic Approach. Springer Verlag, 1995.
5. *Kotler P.* Marketing Management. New Jersey: Prentice Hall, 2003.
6. *Reid R., Sanders N.R.* Operations Management. John Wiley & Sons Inc., 2002.
7. *Andreasen M.M., Ahm T.* Flexible Assembly System. IFS Publication (UK), 1988. 250 p.
8. *Clark K.B., Wheelwright S.C.* Managing New Product and Process Development. New York: The Free Press, 1993.
9. *Ulrich K.T., Eppinger S.D.* Product Design and Development. McGraw Hill Inc., 2000.
10. Integrated project delivery: a guide // American Institute of Architects, 2007. 62 p. URL: http://info.aia.org/siteobjects/files/ipd_guide_2007.pdf (дата обращения: 13.12.2017).
11. *Садов В.А.* Формирование производственной системы на уровне производственной линии //

Научный вестник Костромского государственного технологического университета. 2006. № 1. С. 29–41.

12. Гарин А.П. Разработка ландшафта бизнес-процессов на предприятиях машиностроения / Автореф. дис.... канд. экон. наук. 08.00.05. Саранск, 2013. 26 с.

13. Гарина Е.П., Кузнецов В.П. Разработка сложного высокотехнологичного продукта в промышленности: монография. М.: Русайнс, 2015. 148 с. DOI: 10.15216/978-5-4365-0339-4

14. Гарина Е.П., Лысенкова М.В. CALS-система, как условие внедрения современных технологий в отечественную производственную практику в рамках тиражирования лучших мировых практик в данной области // Вестник Мининского университета. 2014. № 4. URL: http://www.mininuniver.ru/scientific/scientific_activities/vestnik/archive/4 (дата обращения: 13.12.2016).

15. Романовская Е.В., Семахин Е.А., Андрияшина Н.С. Система управления бережливым производством в автомобильной промышленности // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. № 4–1. С. 264–267.

16. Романовская Е.В., Семахин Е.А. Маркетинговые особенности создания нового продукта на про-

мышленном предприятии // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Экономика и управление. 2015. № 4(28). С. 64–72.

17. Egorova A., Kuznetsov V., Andryashina N. Methodology of formation and realization of competitive strategy of machine building enterprises // European Research Studies Journal. 2016. V. XIX. Iss. 2 (Special Issue). P. 125–134. URL: http://www.ersj.eu/repec/ers/papers/16_2_p13.pdf (дата обращения: 13.12.2017).

18. Garina E., Kuznetsova S., Semakhin E., Semenov S., Sevryukova A. Development of National Production through Integration of Machine Building Enterprises into Industrial Park Structures // European Research Studies Journal. 2015. V. XVIII (Special Issue). P. 267–282.

19. Kuznetsov V.P., Romanovskaya E.V. Restructuring as a factor of an industrial enterprise innovation development // Innovation management and corporate sustainability. Proceedings of the 3rd International conference. Prague, 2015. P. 163–176.

20. Kuznetsov V.P., Romanovskaya E.V., Vazyansky A.M., Klychova G.S. Internal Enterprise Development Strategy // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. V. 6. N 1 S3. P. 444–447. DOI: 10.5901/mjss.2015.v6n1s3p444

Ekonomika v promyshlennosti = Economy in the industry
2017, vol. 10, no. 2, pp. 98–106
ISSN 2072-1633 (print)
ISSN 2413-662X (online)

Complex development of a product in the conditions of parallel design of a product and production

E.P. Garina – e.p.garina@mail.ru, N.S. Andryashina – natali_andr@bk.ru

Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University (Minin University), 1 Ulyanova Str., Nishny Novgorod 603950, Russia

Abstract. The article presents the content of the product complex development in industry analyzed from the viewpoint of technological and engineering design of production systems, industry products and production organization. The integrated product development (IPD) is understood as the process of multi-dimensional adaptation interaction of all system participants (business-structure systems) in the frame of a high-technology product creation. Such an interaction presumes the early involvement of all the design participants, concordance of tasks and interests, sharing risks and rewards, balancing of the processes (business-process, technological process) when implementing mutual project targets. The complex approach allows to ensure the high level of project completion on early

stages, saving thus the execution and documentation of following projects steps efforts. In contrast to traditional projects, the IPD projects distribute the project's risks and rewards among all team members, stimulating thus the cooperation in reaching project targets. One of advantages of IPD approach is the possibility to attend and participate in the project from the early stage. Despite the advantages mentioned, the practical implementation of IPD projects is hampered due to several reasons: 1) Organizational and technical problems. It becomes necessary to unify production systems, as well as production and technology management of integration system participants, to create an integral system of resource flows redistribution among partners, to reduce "technology conflicts" on production joints, and many other problems; 2) Legal problems. It is obvious that it is essential to create the unified working documentation, documents to ensure business and technology processes, unified standards and technical conditions; 3) Domestic producers are not ready to accept "deep integration" among participants of product creation beginning from conceptual (initial) projecting.

Keywords: product, complex product development concept, production development

References

1. Schätz Ch. A methodology for production development: Doctoral thesis. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology, 2006. 126 p. Available at: <http://hdl.handle.net/11250/240596>
2. Roozenburg N., Eckels J. *Product Design: Fundamentals and Methods*. John Wiley & Sons, 1995.
3. Scallan P. *Process Planning. The design/manufacturing interface*. Oxford: Butterworth Heinemann Ltd., 2003.
4. Pahl G., Beitz W. *Engineering Design: A systematic Approach*. Springer Verlag, 1995.
5. Kotler P. *Marketing Management*. New Jersey: Prentice Hall, 2003.
6. Reid R., Sanders N.R. *Operations Management*. John Wiley & Sons Inc., 2002.
7. Andreassen M.M., Ahm T. *Flexible Assembly System*. IFS Publication (UK), 1988, 250 p.
8. Clark K.B., Wheelwright S.C.: *Managing New Product and Process Development*. New York: The Free Press, 1993.
9. Ulrich K.T., Eppinger S.D. *Product Design and Development*. McGraw Hill Inc., 2000.
10. Integrated project delivery: a guide. *American Institute of Architects*, 2007. 62 p. Available at: http://info.aia.org/siteobjects/files/ipd_guide_2007.pdf (accessed: 13.12.2016).
11. Sadov V.A. Formation of the production system at the level of the production line. *Nauchnyi vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* = *The scientific bulletin of Kostroma State Technological University*. 2006. No. 1. Pp. 29–41. (In Russ.)
12. Garin A.P. *Razrabotka landshafta biznes-protsessov na predpriyatiyakh mashinostroeniya* [Landscape development of business processes at enterprises of mechanical engineering]. Avtoref. dis.... kand. ekon. nauk. 08.00.05. Saransk, 2013, 26 p. (In Russ.)
13. Garina E.P., Kuznetsov V.P. *Razrabotka slozhnogo vysokotekhnologicheskogo produkta v promyshlennosti* [The development of sophisticated high-tech products in the industry. Monograph]. Moscow: Rusains, 2015, 280 p. (In Russ.). DOI: 10.15216/978-5-4365-0339-4
14. Garina E.P., Lysenkova M.V. CALS-system as a condition for the introduction of modern technologies in the domestic industrial practice within the replication of global best practices in this area. *Vestnik Mininskogo universiteta* = *Bulletin of the University of Minin*. 2014. No. 4. Available at: http://www.mininuniver.ru/scientific/scientific_activities/vestnik/archive/4 (accessed: 13.12.2015). (In Russ.)
15. Romanovskaya E.V., Semakhin E.A., Andryashina N.S. Lean production control system in the automotive industry. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk* = *Actual problems of the humanities and natural sciences*. 2014. No. 4–1. Pp. 264–267. (In Russ.)
16. Romanovskaya E.V., Semakhin E.A. Marketing features of creating a new product in an industrial enterprise. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Ekonomika i upravlenie* = *Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Economics and Management*. 2015. No. 4(28). Pp. 64–72. (In Russ.)
17. Egorova A., Kuznetsov V., Andryashina N. Methodology of formation and realization of competitive strategy of machine building enterprises. *European Research Studies Journal*. 2016. Vol. XIX. No. 2 (Special Issue). Pp. 125–134. Available at: http://www.ersj.eu/repec/ers/papers/16_2_p13.pdf (accessed: 13.12.2016).
18. Garina E., Kuznetsova S., Semakhin E., Semenov S., Sevryukova A. Development of National Production through Integration of Machine Building Enterprises into Industrial Park Structures. *European Research Studies*. Vol. XVIII. Special Issue. 2015. Pp. 267–282.
19. Kuznetsov V.P., Romanovskaya E.V. Restructuring as a factor of an industrial enterprise innovation development. *Innovation management and corporate sustainability. Proceedings of the 3rd International conference*. Prague, 2015. Pp. 163–176.
20. Kuznetsov V.P., Romanovskaya E.V., Vazyansky A.M., Klychova G.S. Internal Enterprise Development Strategy. *Mediterranean Journal of Social Sciences*. 2015. Vol. 6. No. 1 S3. Pp. 444–447. DOI: 10.5901/mjss.2015.v6n1s3p444

Information about the authors: *E.P. Garina* – Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, *N.S. Andryashina* – Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor.