

Интеграция метода разворачивания функции качества и инструментов ТРИЗ при разработке нового продукта

**Хомутский Д. Ю.,**

канд. техн. наук, MBA, вице-президент по инновациям, НП «Внешторгклуб», заведующий кафедрой управления инновациями, МНИИПУ, г. Москва,

**Андреев Г. С.,**

канд. психол. наук, д-р делового администрирования (DBA), д-р по развитию бизнеса (DBD), заместитель заведующего кафедрой управления инновациями, МНИИПУ, г. Москва

Значительное количество крупных российских промышленных компаний освоили многие современные методы и подходы для повышения эффективности производственных процессов. Современной тенденцией в мировой практике является использование интегрированных подходов на основе методов «шести сигм», бережливого производства, ТРИЗ и т. д. В статье рассматривается модель процесса разработки нового продукта, в которой метод разворачивания функции качества (QFD) и инструменты ТРИЗ интегрированы для более эффективного создания инновационных решений.

Ключевые слова: ТРИЗ, метод разворачивания функции качества QFD, функциональный анализ, инновации, разработка новых продуктов.

В условиях жесткой глобальной конкуренции оригинальные технические решения становятся незаменимым фактором для создания новых продуктов. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ), предложенная Генрихом Альтшуллером, в настоящее время является широко используемым в мировой практике методом решения творческих задач и стиму-

лирования инноваций в процессе проектирования [1]. Однако использование инструментов ТРИЗ остается достаточно сложным, особенно для неспециалистов. Значительные трудности могут возникнуть при использовании матрицы противоречий ТРИЗ: при фиксации нескольких технических противоречий становится трудно определить наиболее значимые, с которы-

ми необходимо справиться. Устранение же всех технических противоречий может занять очень много времени. Тем не менее, к настоящему времени предложено несколько подходов для фиксации наиболее значимых технических противоречий:

1. Подход для определения приоритетности противоречий, основанный на предпочтениях; предлагаемый подход направлен на оценку влияния каждого противоречия на достижение целей проектирования [2].

2. Многокритериальный метод помощи в принятии решений (*ELECTRE — Elimination Et Choix Traduisant la Realite*) с различными критериями для определения приоритетности выявленных противоречий [3].

3. Качественный подход для выявления наиболее значимых противоречий на основе полуструктурированных интервью с экспертами для классификации противоречий в соответствии с их важностью [4].

Метод развертывания функции качества (*Quality Function Deployment, QFD*), как правило, используется для того, чтобы уловить ожидания заказчика и затем преобразовать требования в конструктивные особенности нового продукта. Однако метод QFD не отражает тенденции развития продукта и не дает ответа на то, как разрешить возможные технические противоречия при проектировании и производстве продукта. Тем не менее, преимуществом QFD является его способность выявлять потенциальные противоречия в требованиях к конструкторским решениям.

Предлагаемая модель процесса разработки продукта, основанная на интеграции метода QFD с инструментами ТРИЗ, объединяет преимущества этих двух подходов. На первом этапе используется функциональный анализ, чтобы четко определить потребности клиента, основные функции продукта и внешние ограничительные функции. На втором этапе применяется инструмент QFD —

матрица «Дом качества». Она служит для классификации требований потребителей в соответствии с их важностью, проверки технических спецификаций, которые должны быть приняты для удовлетворения потребностей клиентов, и выявления потенциальных конфликтов, которые могут возникнуть между ними. На третьем этапе внедряется метод ТРИЗ, который направлен на устранение многих потенциальных противоречий между техническими требованиями и на прогнозирование потенциальных конфликтов, а также эволюцию конечного продукта, позволяющую реализовать концепцию продукта.

Функциональный анализ

Функциональный анализ — это метод, который позволяет определить характеристики продукта, технические решения, удовлетворяющие его требованиям, а также сделать топологический анализ, который закладывает основу для будущей разработки продукта. С помощью функционального анализа можно охарактеризовать функции, предлагаемые продуктом, чтобы удовлетворить потребности заказчика. Функциональный анализ состоит из двух этапов: внешний функциональный анализ и внутренний функциональный анализ.

Внешний функциональный анализ (рис. 1) описывает точку зрения потребителя, как если бы продукт представлял собой «черный ящик», который должен удовлетворять выраженным потребностям заказчика в течение своего жизненного цикла. Для этого необходимо ответить на следующие вопросы:

- Для кого предназначен продукт?
- Как устроен и работает продукт?
- Какую задачу решает продукт?

Внутренний функциональный анализ очень важен в процессе проектирования. Функции отражают описание потребностей, которые должен удовлетворять новый продукт, и являются руко-



Рис. 1. Модель внешнего функционального анализа

водством к использованию технических решений, которые будут проанализированы на этапе технико-функционального анализа. Функции продукта могут быть представлены на диаграмме, на которой продукт (исследуемый компонент) окружен элементами внешней среды (А, В, С, D, E). Элементы внешней среды связаны с продуктом полезными и ограничивающими функциями (ПФ, ОФ). Другими словами, роль диаграммы заключается в определении взаимосвязей, которые могут быть между элементами системной среды. Таким образом, определяются так называемые сервисные функции, разделенные на полезные функции (ПФ)

и ограничивающие функции (ОФ). На рис. 2 показана модель внутреннего функционального анализа.

Технико-функциональный анализ направлен на анализ системы с технической точки зрения. Фактически, он обеспечивает переход от потребительских функций к техническим, прежде чем разрабатывать конструктивные решения, которые будут реализованы в продукте. FAST-диаграмма (*Function Analysis System Technique diagram*) позволяет хорошо разобраться в сложном продукте, а затем представить различные варианты технических решений, вплоть до отдельных узлов, систем и подсистем проектируемого продукта (рис. 3).

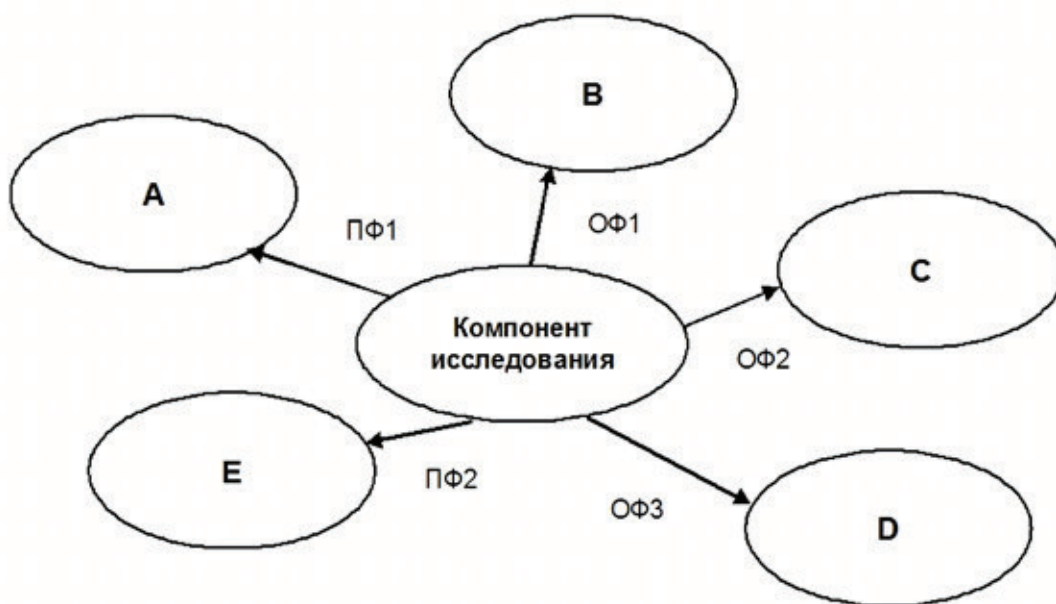


Рис. 2. Модель внутреннего функционального анализа

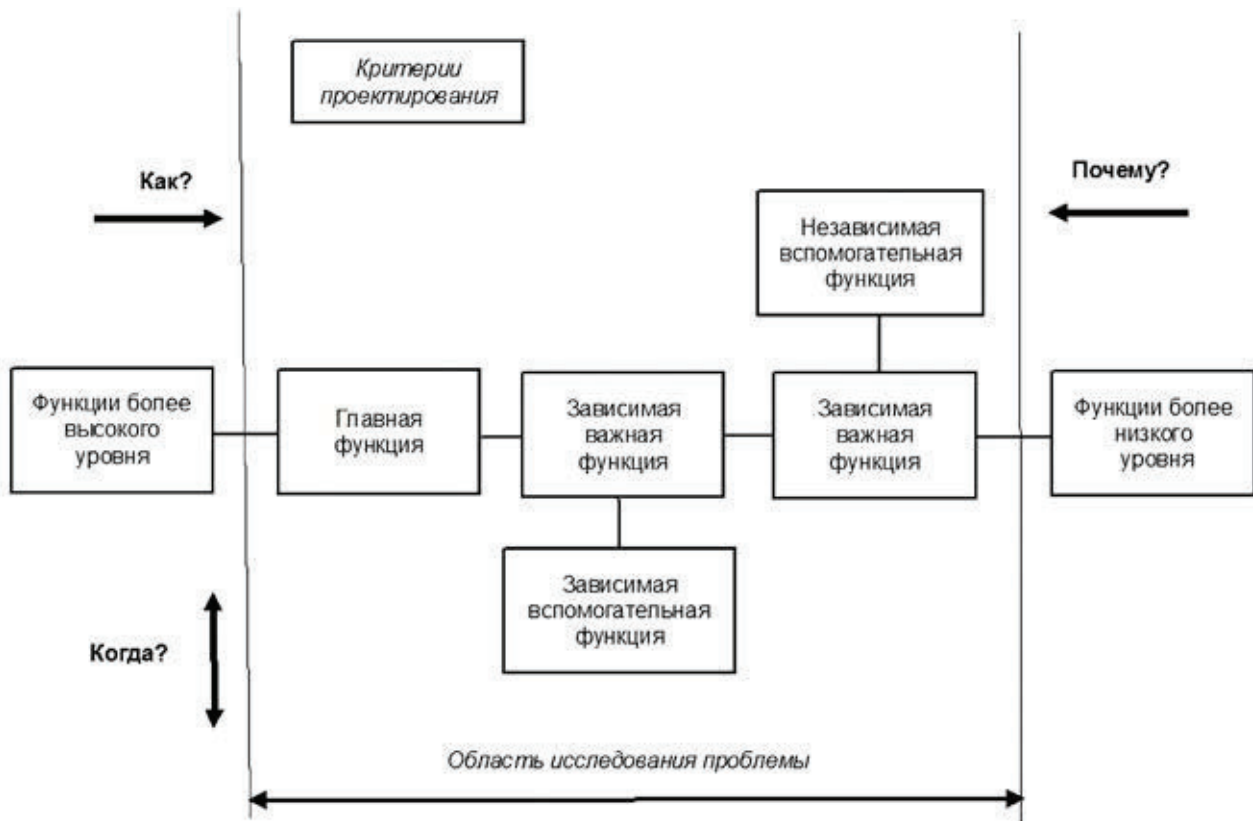


Рис. 3. Схема FAST-диаграммы

Развертывание функции качества (QFD)

Методология QFD направлена на достижение удовлетворенности клиента и учет его мнения на различных этапах разработки продукта, что требует дополнительных усилий для получения необходимой информации, отражающей требования клиента. Для этого используются различные способы и методы: опросы, глубинные интервью и т.д. Затем требования клиентов преобразуются в измеримые цели проектирования. Постоянное получение информации о потребностях и ожиданиях клиента обеспечивает успешное внедрение продукта и его хорошие позиции на рынке. Кроме того, метод QFD может оптимизировать время цикла проектирования, поскольку продукт быстрее выводится на рынок. В то же время повышается качество продукта, так как меньшее количество требуемых технических изменений значительно сокращает эксплуатационные расходы и финансовые затраты.

Распределение требований к продукту в соответствии с ожиданиями клиента в отношении конкретного продукта представлено матрицей, называемой «Дом качества» (рис. 4). Данная матрица является важным инструментом QFD для принятия решений, поскольку она заполняется различными подразделениями компании (маркетинг, продажи, дизайн, производство, служба качества). Идея матрицы состоит в том, что разработка продукта должна отражать потребности клиентов, которые напрямую связаны с техническими характеристиками и инженерно-технологическими особенностями продукта. Исследования подтверждают, что матрица «Дом качества» не только сокращает время разработки продукта, но и повышает удовлетворенность потребителей после его использования [5].

Требования клиентов. Здесь перечислены потребности клиентов, которые являются субъективными и личными. Требования клиентов отражают

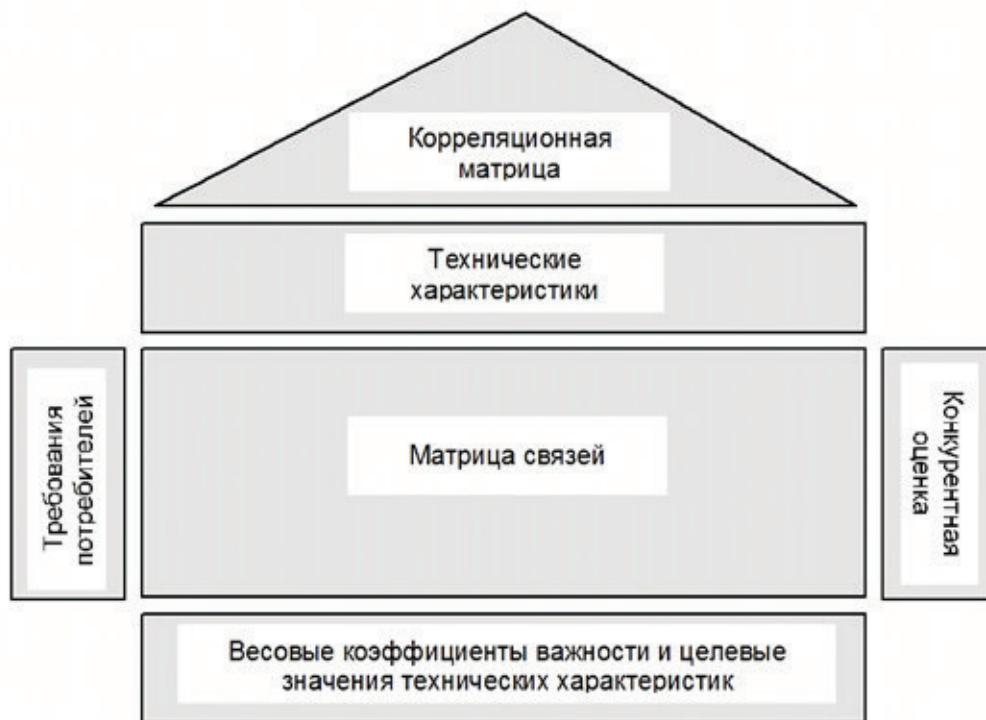


Рис. 4. Матрица «Дом качества»

их особые предпочтения в отношении продукта. Они могут быть определены различными способами: с помощью интервью, фокус-групп, опросов и т. д. Затем каждая потребность оценивается по шкале от 1 до 5 в зависимости от ее важности.

Технические характеристики. В этом разделе представлены контролируемые и измеримые требования к проектированию, технические спецификации и технические методы, которые непосредственно связаны с разделом «Требования клиентов» и которые организация должна выполнять, чтобы удовлетворить потребности заказчика.

Матрица связей. В этой части оценивается сила взаимосвязи между определенными потребностями клиента и техническими характеристиками.

Корреляционная матрица. Если начать с определения требований клиентов и затем преобразовать их в технические методы, то могут возникнуть некоторые противоречия. В этой части описываются потенциальные конфликты, которые могут возникнуть между техническими специфика-

циями, с помощью символов, представляющих положительную корреляцию (+), сильную положительную корреляцию (++) , отрицательную корреляцию (-) или сильные отрицательные взаимосвязи (--).

Весовые коэффициенты важности и целевые значения технических характеристик. Весовые коэффициенты важности отражают общую важность после оценки как инженерной составляющей, так и важности для клиента. Целевые технические характеристики определяют целевые значения, которые следует использовать для каждой технической характеристики, как объективный способ обеспечения требований клиента.

Конкурентная оценка. Это своего рода сравнительный анализ, в котором указывается позиция проектируемого продукта по сравнению с моделями других производителей с аналогичными характеристиками. В соответствии с требованиями заказчика каждый бренд оценивается в диапазоне от 1 до 5 баллов (1 балл означает низкую эффективность бренда, 5 баллов — отличную эффективность бренда).



Рис. 5. Общий алгоритм решения проблем в ТРИЗ

ТРИЗ

Фактически, разработчик выявляет существующее противоречие в процессе проектирования продукта. Как только проблема выявлена, ее необходимо сформулировать в виде общей, а затем стандартной задачи. Далее используются инструменты ТРИЗ для определения стандартных решений, прежде чем преобразовать их в конкретные решения. На рис. 5 представлен процесс применения метода ТРИЗ для разработки конкретных решений.

Подход ТРИЗ предлагает подробную методологию, которая помогает разработчику выявлять общие технические проблемы, преобразовывать их в стандартные технические и физические противоречия и затем разрабатывать конкретные решения, которые, как правило, не являются окончательными инновационными решениями. На самом деле, конкретное решение может быть источником новой конкретной проблемы, для которой необходимо найти новые решения.

Таким образом, процесс создания нового продукта с применением перечисленных выше методов и подходов выглядит следующим образом (рис. 6).

Интегрированный подход к процессу разработки нового продукта реализуется следующим образом. Отправной точкой является разработка идеи нового продукта или обновление существующего с целью его вывода на целевой рынок. Следующий шаг состоит в использовании функционального анализа как основного инструмента, направленного на определение функций системы, описание требований заказчика, которые необходимо выполнить, а также обеспечение перехода от сервисных функций к техническим путем внедрения конструктивных решений, которые должны быть реализованы.

Как только требования клиента будут четко определены, используется инструмент QFD — матриц «Дом качества». Требования потребителей будут представлены в левой части матрицы, прежде чем оценивать их в соответствии с их важностью. Затем мы помещаем ожидаемые технические характеристики, подробные технические спецификации, измеримые цели проектирования, которые удовлетворят потребности клиентов, в столбцы матрицы.

После того, как будут установлены технические характеристики, необходимо определить взаимосвязи между ними, что-

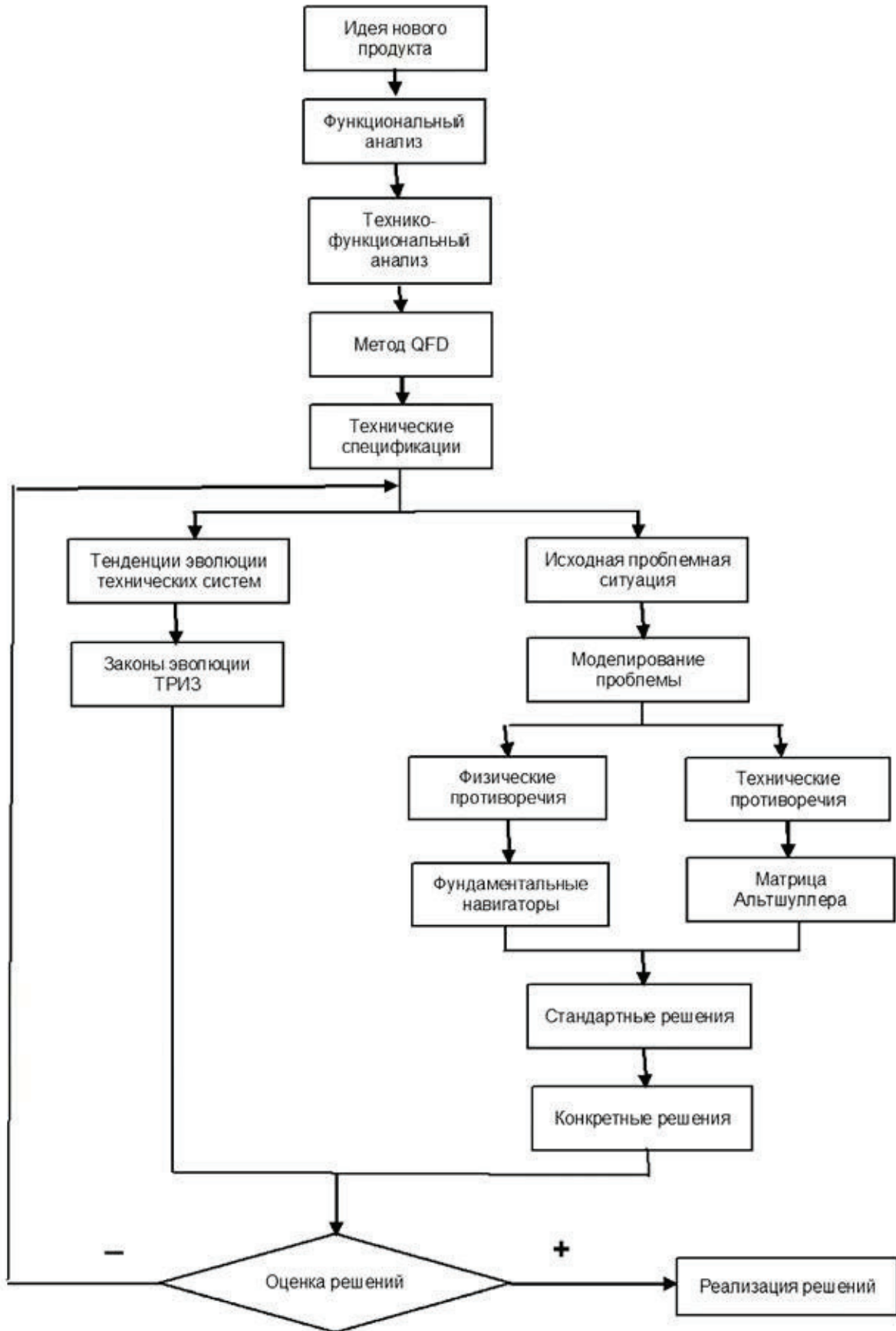


Рис. 6. Алгоритм интегрированного подхода для процесса разработки нового продукта

бы выявить некоторые противоречия, которые могут возникнуть и которые могут повлиять на некоторые характеристики конечного продукта. Здесь будут использоваться инструменты ТРИЗ. Конкретные проблемы должны быть хорошо проанализированы и поняты, прежде чем формулировать их как общие или стандартные проблемы для применения инструментов ТРИЗ. Инженеры-разработчики могут столкнуться с двумя типами противоречий: техническими противоречиями, которые разрешаются с помощью матрицы Альтшуллера, и фундаментальными физическими противоречиями, которые могут быть устранены с помощью четырех принципов разделения: во времени, в пространстве, в веществе или в структуре.

Таким образом, инструменты ТРИЗ используются для определения общих (стандартных) решений, прежде чем интерпретировать их и разработать конкретные решения для определенной конкретной проблемы. Безусловно, метод QFD полезен для выявления взаимосвязей между техническими характеристиками, которые иногда могут быть только положительными. Следовательно, участники ищут какие-то инновационные идеи, чтобы обеспечить тенденции эволюции продукта, а также его потенциальное развитие, ис-

пользуя восемь законов эволюции ТРИЗ. ТРИЗ не только разрешает противоречия, но и помогает предложить множество эволюционных идей, чтобы обеспечить непрерывное развитие продукта.

И, наконец, последний шаг заключается в оценке предлагаемых решений как с технической, так и с финансовой точек зрения. Если решение кажется подходящим и применимым, его следует внедрить. В противном случае необходимо повторное использование инструментов ТРИЗ для поиска новых потенциальных конкретных решений.

Разработка нового продукта, удовлетворяющего запросам заказчика, — это сложный процесс, требующий применения различных подходов и методов. Метод QFD позволяет увидеть взаимосвязи между требованиями заказчика и техническими аспектами проектируемого продукта. Сила ТРИЗ заключается в разработке инновационных технических решений, которые могут повысить конкурентные преимущества нового продукта и ускорить процесс его вывода на рынок. Предлагаемая модель рассматривается как непрерывный цикл, который может помочь разработчикам быстрее находить оптимальное решение в процессе создания нового продукта.

Библиографический список

1. **Hmina K., Sallaou M., Ait Taleb A., Lasri L.** TRIZ: The Theory of Inventive Problem Solving State of the art. — 5th International Conference on Optimization and Applications (ICOA). — 2019. — Pp. 1–7. — IEEE.
2. **Hmina K., El Amine M., Lasri L., Sallaou M.** Preferences-based approach for TRIZ contradiction matrix exploitation in preliminary design. — FME Transactions. — 2020. — 48 (3). — Pp. 588–599.
3. **Trojan F., Marçal R. F.** Proposal of Maintenance-types Classification to Clarify Maintenance Concepts in Production and Operations Management. — Journal of Business and Economics. — 2017. — Vol. 8. — Pp. 560–572.
4. **Ben Moallem M., Houssin R., Coulibaly A., Ammar M. H., Dhouib D., Abdellatif M.** Incorporating TRIZ Methodology into Semi-Structured Interviews for Innovative Insights. — In book: Towards AI-Aided Invention and Innovation. — 2023. — Pp. 531–543.
5. **Chan L.-Kow, Wu M.-Lu.** Quality Function Deployment: A Comprehensive Review of Its Concepts and Methods. — Quality Engineering. — 2002. — 15 (1). — Pp. 23–35.

Для оформления подписки через редакцию пришлите заявку в произвольной форме по адресу электронной почты podpiska@panor.ru или позвоните по тел. 8 (495) 274-22-22 (многоканальный).