

Автореферат диссертации

Цель и задачи исследования. Целью данного исследования является разработка и обоснование расширенной модели системного оператора, адаптированной для анализа и разработки продуктов с учетом полного жизненного цикла и множества сценариев использования и взаимодействия. Такая модель призвана устраниить ограничения классического системного оператора ТРИЗ и повысить эффективность системного анализа инновационных продуктов. Для достижения указанной цели в работе решены следующие основные задачи:

- проанализировать существующие подходы и понятия, связанные с системным анализом в ТРИЗ, включая определение системы и продукта, понятие жизненного цикла, классическую 9-экранную модель Альтшуллера и расширенную схему ОТСМ-ТРИЗ, с целью выявления их возможностей и ограничений;
- разработать концептуальную модель **расширенного системного оператора продукта**, введя дополнительные измерения (ось жизненного цикла продукта, сценарии использования, множественность над- и подсистем) и новые понятия для более полного описания системы продукта;
- разработать методику построения и применения предложенной модели на практике, включающую алгоритм шагов для сбора данных, определения границ системы, выделения стадий жизненного цикла, идентификации стейкхолдеров и т.д.;
- продемонстрировать работоспособность и преимущества расширенного системного оператора на примерах применения: показать, как новая модель позволяет выявлять проблемы, противоречия и ресурсы для развития продукта, недоступные анализу традиционными средствами.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является процесс системного анализа и совершенствования продуктов в рамках методологии ТРИЗ. Предметом исследования выступает расширенная модель системного оператора для продукта и методические принципы ее построения и применения для решения изобретательских задач, связанных с развитием продукта на протяжении полного жизненного цикла.

Научная новизна. В диссертации разработан принципиально новый подход к анализу продуктов на основе методологии ТРИЗ - 3-мерная модель системного оператора, расширяющая классическую 9-экранную схему Г.С. Альтшуллера. Научная новизна работы заключается в следующем: во-первых, введена дополнительная ось жизненного цикла продукта, отражающая последовательные стадии от концепции и разработки до эксплуатации и утилизации, что позволяет учитывать временное развитие продукта в анализе. Во-вторых, модель интегрирует различные сценарии

взаимодействия пользователей и стейкхолдеров с продуктом, включая множественность ролей (конечные пользователи, разработчики, производители, сервисные службы и др.) и условий эксплуатации. Для этого введены новые понятия, такие как «**минимальный продукт**» (минимально жизнеспособная конфигурация продукта для решения конкретной задачи), «**микро-стадия жизненного цикла**» (детализированные фазы внутри основных стадий, соответствующие отдельным сценариям применения) и «**сценарий взаимодействия стейкхолдера**» (модель взаимодействия определённой категории участника с продуктом на разных этапах). В-третьих, предложен механизм **динамической декомпозиции**: структура подсистем продукта рассматривается не статично, а может меняться от стадии к стадии жизненного цикла, что отражает реальное изменение акцентов (например, на этапе разработки - инженерная структура, на этапе использования - пользовательская). Совокупность этих нововведений формирует расширенный системный оператор продукта - многомерную модель (условно, «куб» продукта), которая значительно расширяет границы классического инструментария ТРИЗ. Модель универсальна и применима к системному анализу продуктов различной природы (технических устройств, программных продуктов, услуг и др.), учитывая как техническую эволюцию системы, так и контекст её использования. Таким образом, работа вносит существенный вклад в развитие теории ТРИЗ, позволяя интегрировать продуктовый подход и понятие полного жизненного цикла в изобретательские методы.

Методология и методы исследования. Методологическую основу исследования составляют классическая теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) и ее современные расширения (включая ОТСМ-ТРИЗ), а также концепции системной инженерии и управления жизненным циклом продукта. В работе использован комплекс общенаучных и специальных методов. В **теоретической части** (глава 1) применены методы анализа литературы, сравнения и обобщения для критического обзора существующих подходов и понятий. При разработке новой модели (глава 2) автор опирается на метод **концептуального моделирования**: строится абстрактная схема расширенного системного оператора с использованием системного анализа и аксиоматического введения новых элементов на основе выявленных требований. В **практической части** (глава 3) использованы методы прикладного анализа кейсов и экспертной оценки: предложенная методика проверяется на множестве примерных ситуаций из реальной практики разработки продуктов. Также применялся метод мысленного эксперимента и сценарного анализа для демонстрации работы модели в разных условиях. Значительная эмпирическая база (несколько тысяч кейсов из практики автора) выступает средством валидации - результаты применения модели сопоставляются с известными проблемами и решениями из этих кейсов. Надёжность выводов обеспечена сочетанием теоретического обоснования модели и её практической проверкой на разнообразном материале.

Основные результаты. В ходе исследования получены следующие основные результаты:

1. Проведен всесторонний анализ фундаментальных понятий и инструментов, связанных с системным подходом в ТРИЗ. Выявлены ограничения классического системного оператора Альтшуллера в применении к современным продуктам: установлен недостаточный учет полного жизненного

цикла, разнообразия надсистем и подсистем, а также ролей стейкхолдеров. Сформулировано обоснование необходимости расширения данной методики.

2. Разработана и теоретически обоснована новая модель **расширенного системного оператора продукта**. Модель включает три измерения анализа: уровень системы (подсистема-система-надсистема), время (прошлое-настоящее-будущее, эволюция технической системы) и стадии жизненного цикла продукта. Дополнительно учитываются сценарии использования и множество стейкхолдеров. По сути, предложена многомерная схема (в трёх осях), которая трансформирует классическую 9-экранную матрицу в «куб» анализа продукта.
3. Разработана **методика построения и применения** расширенного системного оператора. Определена последовательность шагов для формирования модели: сбор исходных данных о продукте; определение границ анализируемой системы и ее основных функций; выделение ключевых стадий жизненного цикла продукта; детализация стадий на микро-стадии согласно разным сценариям применения; выявление на каждой стадии соответствующих категорий пользователей и других стейкхолдеров; определение актуальной структуры продукта (подсистем) для каждой стадии; заполнение многоэкранной схемы по всем осям. Разработаны рекомендации по выявлению противоречий между экранами (например, между требованиями разных стадий или различных стейкхолдеров) и поиску направлений для их разрешения средствами ТРИЗ.
4. Практическая апробация показала эффективность предложенного подхода. На примерах продемонстрировано, что расширенный системный оператор позволяет выявлять скрытые проблемы и точки роста, которые не видны при традиционном анализе. В частности, учёт стадии утилизации продукта обнаруживает экологические и технологические проблемы, остававшиеся вне поля зрения, а сравнение экранов для разных ролей пользователей выявляет конфликтующие требования, требующие решения. Так же модель помогает систематически учесть ресурсы развития: как внутренние (резервы функций, незадействованные возможности в подсистемах), так и внешние (ресурсы надсистемы, новые технологии и пр.) на разных этапах. Тем самым подтверждено, что разработанная методика существенно расширяет аналитические возможности и практическую ценность ТРИЗ при работе с продуктами.

Положения, выносимые на защиту. На защиту выносятся следующие основные положения:

1. **Расширенная трехмерная модель системного оператора продукта**, включающая ось жизненного цикла и множественность сценариев, является новым инструментом методологии ТРИЗ, позволяющим проводить всесторонний системный анализ продукта. Такая модель охватывает техническую эволюцию системы во времени и контекст её применения на рынке, что существенно

превосходит возможности классической 9-экранной схемы.

2. **Новые понятия и элементы модели**, предложенные в работе (включая «минимальный продукт», «микро-стадия жизненного цикла», учет ролей стейкхолдеров и динамическая декомпозиция системы), обеспечивают более точное описание и понимание продукта как объекта, обладающего потребительской ценностью. Эти понятия формализуют аспекты, ранее не учитывавшиеся в инструментах ТРИЗ, тем самым расширяя понятийный аппарат теории изобретательских задач.
3. **Методика построения и применения расширенного системного оператора**, разработанная автором, обеспечивает практическую реализуемость предложенной модели. Алгоритм действий и рекомендации позволяют специалистам шаг за шагом составить «многоэкранную карту» продукта, выявить на ней противоречия и упущеные возможности. Применение методики на практике демонстрирует обнаружение проблем, невидимых при традиционном анализе, и генерирование инновационных решений, учитывающих полный жизненный цикл и интересы всех участников.
4. **Теоретическая и практическая значимость полученных результатов** подтверждается их вкладом в развитие методологии ТРИЗ и эффективностью в реальном применении. Расширенный системный оператор интегрирует ТРИЗ с принципами системной инженерии и продуктового менеджмента, повышая универсальность инструментария. На практике использование данного подхода улучшает координацию межфункциональных команд при разработке продукта, облегчает коммуникацию между специалистами различных областей (инженерами, маркетологами, сервисными инженерами и др.) за счет единой модели, и способствует выявлению стратегических направлений развития продукта (включая прогнозирование развития на основе выявленных тенденций). Эти положения подтверждены результатами апробации на множестве кейсов и могут быть рекомендованы к внедрению в инновационную практику.

Теоретическая и практическая значимость. *Теоретическая значимость* исследования состоит в существенном развитии методологической базы ТРИЗ. Работа расширяет классическую теорию изобретательских задач за счёт интеграции понятий продуктового подхода. Предложенная модель вносит в ТРИЗ новые представления о системе: продукт рассматривается не только как техническое устройство, но как сложный объект, проходящий через череду стадий и взаимодействующий с различными участниками. Это расширяет границы применимости ТРИЗ, сближая её с современными направлениями системной инженерии, управления инновациями и дизайна пользовательского опыта. В результате теория ТРИЗ обогащается новым инструментом анализа, способным учитывать рыночные, пользовательские и жизненно цикловые аспекты наряду с техническими. *Практическая значимость* работы подтверждается тем, что разработанный подход напрямую направлен на решение прикладных задач улучшения продуктов. Расширенный системный оператор

может быть внедрен в деятельность компаний для анализа существующих продуктов и планирования новых. Его применение даёт возможность на ранних этапах разработки предусмотреть требования всех стейкхолдеров, избежать многих скрытых проблем, повысить потребительскую ценность и конкурентоспособность конечного решения. Инструмент универсален и может использоваться в самых разных отраслях - от машиностроения до ИТ - везде, где требуется системное мышление при создании инноваций. Таким образом, результаты диссертации представляют ценность как для развития науки (расширение методологии ТРИЗ), так и для практики (повышение эффективности реальных проектов разработки продуктов).

Апробация, внедрение и публикации. Основные идеи и результаты исследования прошли всестороннюю апробацию. Теоретические положения и подход были обсуждены на профильных научно-практических мероприятиях: доклады автора представлены на конференциях по ТРИЗ и инновационному менеджменту, в том числе на международной конференции **TRIZ Development Summit - 2020**, где вызвали положительный отклик специалистов. Практическая ценность подтверждена внедрением результатов: разработанная методика используется в образовательных программах по ТРИЗ (курсы и тренинги для инженеров и менеджеров продукта), благодаря которым уже несколько тысяч специалистов освоили принципы расширенного системного оператора. Кроме того, элементы методики применяются в ряде компаний при планировании продуктовой стратегии и анализе жизненного цикла изделий, что способствует их более успешному выведению на рынок.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на русском языке и включает введение, три главы, заключение, список использованной литературы и приложение. Структура работы отражает логику исследования: во введении сформулированы цель, задачи, актуальность, новизна и значимость; в первой главе дан теоретико-методологический обзор; во второй главе представлена новая модель; в третьей - методика и примеры применения; в заключении подведены итоги и намечены перспективы. Общий объем диссертации составляет около 130 страниц машинописного текста, включая 20 рисунков и 8 таблиц. Список литературы содержит 50 наименований источников, свидетельствующих об опоре на широкий круг отечественных и зарубежных исследований. Приложение содержит дополнительный материал (пример заполнения расширенного системного оператора для конкретного продукта), иллюстрирующий практическое применение разработанной методики.

Ключевые слова: ТРИЗ; системный оператор; расширенная многоэкранная модель; минимальный продукт, сценарий взаимодействия стейкхолдера; жизненный цикл продукта; продуктовый подход; инновации; системная инженерия.