

**Кулаков Антон Васильевич**

Автореферат диссертационной работы для сертификации  
по ТРИЗ на высший уровень (Мастер ТРИЗ)

**Тема: «Автоматизация построения дорожных карт ТРИЗ-  
проектов»**

**Научный руководитель**

**Мастер ТРИЗ**

**О.М. Герасимов**

**Москва**

**2024**

## Общая характеристика работы

### Актуальность темы работы

На сегодняшний день мировая практика внедрения ТРИЗ располагает несколькими форматами практического применения ТРИЗ в деятельности компаний. В работе [19] приведен следующий список форматов: ТРИЗ-личность, ТРИЗ-консалтинг, ТРИЗ-стартап, ТРИЗ-R&D компании, ТРИЗ-инфраструктура предприятия. Рассмотрение первых четырех форматов в отдельности в рамках данной работы нецелесообразно по той причине, что для части из них понятие «внедрение» как направленный процесс не применимо, а для других - мировое ТРИЗ-сообщество имеет обширный релевантный опыт и большинство ключевых проблем, связанных с этим, уже решено.

Из представленного перечня наиболее молодым и наименее проработанным с методической стороны является «ТРИЗ-инфраструктура предприятия». Данный формат подразумевает применение ТРИЗ на промышленных предприятиях с небольшими исследовательскими подразделениями (или без них) и ограниченными инвестиционными возможностями для инноваций. Это принципиально иная форма применения ТРИЗ, в которой может использоваться опыт других форм применения ТРИЗ, но требуется дополнительная адаптация этого опыта и создание новых инфраструктурных решений для применения ТРИЗ на производстве [19].

Серийное и массовое производство обладает рядом особенностей: средняя или невысокая квалификация рабочих, высокая специализация труда, ограниченная номенклатура выпускаемых изделий, специализированное оборудование, разработка технологического процесса подетально-пооперационная, низкая себестоимость продукции [50]. Эти особенности влияют на организацию научно-интеллектуальной деятельности на таких производствах – они имеют в своем распоряжении небольшие конструкторско-технологические подразделения, которые загружены текущим поддержанием технологических процессов в стабильном состоянии. В свою очередь отраслевые конструкторские бюро и исследовательские институты в организационно-техническом плане удалены от этих производств. При этом постоянное давление энергетического и сырьевого рынков на эти производства делает борьбу «за расходники» не на жизнь, а на смерть. Повышение эффективности использования ресурсов на грани физических пределов становится не чьей-то романтической мечтой, а суровой реальностью предприятий. И это лишь одно из возможных актуальных направлений проблем. А есть еще и конкурентная борьба производителей в рамках открытых рыночных отношений, которая требует воплощения в жизнь новых идей.

При таком положении дел совсем неудивительным становится запрос на внедрение методик, позволяющих вырабатывать нестандартные решения для максимально эффективного использования ресурсов предприятия. Так в [47] авторы отмечают, что потенциал работников предприятий проявляется в способности генерировать конкурентные идеи, которые можно реализовать на предприятии, при принятии нестандартных решений, разработке новых подходов и способов решения традиционных заданий, а также нестандартных задач, возникающих в процессе производства на предприятии.

Практика последних лет показывает, что формат «ТРИЗ-инфраструктура предприятия» востребован как минимум на российских предприятиях [46], поэтому методические разработки по этому направлению могут быть востребованы у широкого круга специалистов, занимающихся внедрением ТРИЗ.

Реализация формата «ТРИЗ-инфраструктура предприятия» подразумевает массовое внедрение ТРИЗ на промышленных площадках. Под массовым внедрением понимается применение инструментов ТРИЗ в нескольких подразделениях и многими сотрудниками сразу. Такой подход связан со спецификой серийного и массового производства:

- Сотрудники не освобождены от своих операционных обязанностей, поэтому фонд времени на овладение и использование инструментов ТРИЗ критически мал;
- Решения должны быть надежными и максимально проработанными, т.к. их техническая верификация зачастую возможна только в периоды регламентных работ на оборудовании, поэтому от момента выработки решения до его практической верификации может пройти достаточно много времени.

Это приводит к обострению некоторых противоречий. Так, например, при массовом внедрении ТРИЗ на предприятии возникает дефицит опытных руководителей ТРИЗ-проектов на фоне большого количества параллельно ведущихся проектов. ТРИЗ-проект – это проект в реализации которого на том или ином этапе применяются инструменты и методы ТРИЗ [51]. В свою очередь становление опытного руководителя ТРИЗ-проекта требует значительного времени, т.е. срок внедрения ТРИЗ может растянуться на годы, что является неприемлемым для компаний. Ситуация усугубляется сформировавшейся тенденцией к снижению индекса человеческого капитала в России [49]. Это делает необходимым разработку типовых подходов к выполнению ТРИЗ-проектов, стандартизации инструментов ТРИЗ, в том числе методов планирования ТРИЗ-проектов.

Успешное выполнение проекта сопряжено с выполнением целей проекта в ограниченные сроки, что невозможно без планирования. Данный тезис был неоднократно подтвержден в ходе практической деятельности автора по выполнению проектов алюминиевой промышленности и холодильного машиностроения, о чем имеются публикации [2]. Более того, имеющиеся в открытом доступе исследования [3] показывают, что уровень завершенности планирования положительно коррелирует с успехом и эффективностью проектов. В Руководстве РМВОК выделен домен исполнения проекта «Планирование» - «Планирование позволяет организовывать, уточнять и координировать работу на всем протяжении проекта» [52]. Важность планирования отмечается также и в среде специалистов по ТРИЗ [57].

Составлению подробного плана проекта предшествует не менее важный этап – формирование стратегии выполнения проекта. Именно стратегия ложится в основу будущего планирования. Дорожная карта ТРИЗ-проекта — это часть стратегии выполнения ТРИЗ-проекта, отображающая в визуальной форме рекомендованную последовательность применения инструментов ТРИЗ в рамках данного ТРИЗ-проекта [51]. Т.е. построение адекватной проекту Дорожной карты является ключевым моментом для успешного выполнения проекта.

Также стоит отметить, что в [53] выделяется четыре категории жизненных циклов проектов: предиктивный, итеративный, инкрементный, Agile. Жизненный цикл ТРИЗ-проекта может иметь признаки последних трех категорий в поименованном списке, что в свою очередь должно учитываться в подходе построения дорожной карты ТРИЗ-проекта.

Учитывая обозначенную специфику формата «ТРИЗ-инфраструктура предприятия», накопленный опыт массового внедрения ТРИЗ на промышленных площадках и четыре категории жизненных циклов проектов были выделены следующие требования к методу построения дорожных карт ТРИЗ-проектов:

- Быстрое (в пределе моментальное) формирование дорожной карты ТРИЗ-проекта на основе уже имеющейся информации о проблемной ситуации;
- Работоспособность метода при неглубоких (в пределе поверхностных) знаниях пользователем инструментов ТРИЗ;
- Точное формирование дорожной карты ТРИЗ-проекта (необходимый и достаточный набор инструментов и переходов между инструментами ТРИЗ для качественного продвижения ТРИЗ-проекта);
- Возможность изменять дорожную карту в ходе ТРИЗ-проекта, т.к. информированность об объектах в течение проекта обязательно меняется;
- Метод должен способствовать развитию у новоиспеченного руководителя ТРИЗ-проекта навыков выстраивания логики ТРИЗ-проектов.

Таким образом, важность и актуальность разработки эффективных методик построения дорожных карт определяется текущим состоянием существующих методов, востребованностью на предприятиях, занимающихся активным внедрением проектной деятельности с использованием инструментов ТРИЗ и общемировым трендом на повышение эффективности планирования проектной деятельности.

## Цели и задачи работы

**Цели работы:** Повысить эффективность выполнения производственных ТРИЗ-проектов специалистами по ТРИЗ 2 уровня через автоматизированное формирование подходящей для исходной проблемной ситуации логики проекта в виде дорожной карты.

### Задачи работы:

- Исследовать текущее состояние подходов к планированию ТРИЗ-проектов;
- Исследовать результаты использования дорожных карт производственных ТРИЗ-проектов;
- Исследовать типы проблемных ситуаций (далее – типы проблем) в производственных ТРИЗ-проектах и установить логические связи между типом проблемы и аналитическими инструментами ТРИЗ;
- Разработать методику выбора аналитических инструментов ТРИЗ в зависимости от типа проблемы в производственных ТРИЗ-проектах;
- Исследовать методы оценки исходных проблемных ситуаций на предмет использования для формирования входа для алгоритма построения дорожных карт;
- Разработать алгоритм автоматизированного построения дорожных карт производственных ТРИЗ-проектов.

## Научная новизна работы

- Предложен подход типизации проблем в проектах на основе входов и выходов аналитических инструментов ТРИЗ
- Разработана методика выбора аналитических инструментов ТРИЗ в зависимости от типа проблемы в производственных ТРИЗ-проектах
- Разработан алгоритм автоматизированного построения дорожных карт производственных ТРИЗ-проектов
- На основе алгоритма создан программный продукт, позволяющий строить дорожные карты в автоматизированном режиме

## Практическая значимость работы

Практическая значимость работы заключается в том, что:

- Разработанная методика выбора аналитических инструментов ТРИЗ в зависимости от типа проблемы в производственных ТРИЗ-проектах является самостоятельной единицей и может быть использована в практических целях при выполнении ТРИЗ-проектов;
- Разработанный алгоритм автоматизированного построения дорожных карт является самостоятельной единицей и может лечь в основу будущих разработок программных продуктов, направленных на автоматизацию ТРИЗ-проектов;
- На основе разработанного алгоритма был создан модуль «Оценка» и модуль «Дорожная карта» программного комплекса Compinno-TRIZ, что позволило повысить эффективность и скорость планирования ТРИЗ-проектов на промышленных предприятиях;
- Опыт применения автором алгоритма автоматизированного построения Дорожных карт в ОК РУСАЛ показал его эффективность;
- Разработанные на основе алгоритмов модули программного комплекса Compinno-TRIZ «Оценка ситуации», «Дорожные карты» активно используются в ТРИЗ-проектах на предприятиях алюминиевой промышленности (более 700 пользователей и более 450 проектов);
- Модули «Оценка ситуации», «Дорожные карты» в составе программного комплекса Compinno-TRIZ находятся в открытом доступе для использования по следующему адресу <http://triz-compinno.tech>;
- Каждый раздел работы может быть использован для целей других исследований в этой области.

## Основные положения, выносимые на защиту

- Разработана методика выбора аналитических инструментов ТРИЗ в зависимости от типа проблемы в производственных ТРИЗ-проектах;
- Разработан алгоритм автоматизированного построения Дорожных карт на основании описания исходной проблемной ситуации, который можно использовать для создания программного обеспечения, направленного на повышение эффективности выполнения ТРИЗ-проектов;
- Алгоритм автоматизированного построения Дорожных карт на основании описания исходной ситуации реализован в модулях «Оценка» и «Дорожная карта» программного комплекса Compinno-TRIZ.

## Личный вклад соискателя

1. Постановка целей и задач исследования и их обоснование;
2. Собрана, обработана и проанализирована картотека из 33 существующих методов и подходов к планированию ТРИЗ-проектов;
3. Отобраны кейсы, спланирован и постановлен эксперимент по эффективности использования существующих типовых дорожных карт ТРИЗ-проектов и проведен анализ результатов эксперимента;
4. Собрана картотека методов оценки проблемных ситуаций и проанализирована с целью выбора наиболее подходящего метода для входа разрабатываемого алгоритма;
5. Собрана и проанализирована картотека методов выбора инструментов ТРИЗ в зависимости от типа проекта или проблемы;
6. Собрана и обработана картотека из 286 исходных проблемных ситуаций, исследованы и сформулированы новые типы проблем;
7. Планирование, проведение, обработка результатов эксперимента по проверке новых типов проблем на однозначность понимания экспертами по ТРИЗ и формулирование выводов по результатам эксперимента;
8. Разработка методики и проверка результатов эксперимента на случайный характер распределения ответов экспертов по ТРИЗ;
9. Разработка методики выбора аналитических инструментов ТРИЗ в зависимости от типа проблемы;
10. Разработка алгоритма построения дорожных карт производственных ТРИЗ-проектов;
11. Сбор и обработка картотеки примеров исходных проблемных ситуаций ТРИЗ-проектов и построение дорожных карт для этих ситуаций с помощью разработанного алгоритма;
12. Разработка схемы взаимодействия пользователя с интерфейсом Compinno-TRIZ в процессе формирования дорожной карты ТРИЗ-проекта.
13. Формирование технического задания и тестирование модулей «Оценка» и «Дорожная карта» программного комплекса Compinno-TRIZ.
14. Отбор кейсов ТРИЗ-проектов в Compinno-TRIZ с дорожными картами, сделанными в автоматизированном режиме;
15. Выступления на конференциях и публикации с промежуточными результатами разработок по теме работы.

## Апробация работы

Результаты диссертационной работы использованы при создании модулей «Оценка ситуации», «Дорожная карта» в программном комплексе Compinno-TRIZ, который в настоящий момент применяется при выполнении ТРИЗ-проектов как минимум в алюминиевой промышленности (более 700 пользователей и 450 проектов). Открытая версия Compinno-TRIZ с модулями «Оценка ситуации», «Дорожная карта» доступна по адресу <http://triz-compinno.tech>.

Основные результаты диссертационной работы докладывались на следующих конференциях:

- Конференция Саммита разработчиков ТРИЗ, 2021
- Внутренняя онлайн-конференция «Развитие ТРИЗ. Новые разработки и публикации», 2021
- Конференция Саммита разработчиков ТРИЗ "ТРИЗ в развитии", 2022
- Конференция Саммита разработчиков ТРИЗ 2023 года "ТРИЗ в развитии", 2023
- III Евразийский аналитический форум – 2023
- International innovation management and TRIZ Conference (ИИМТС), 7-9 декабря 2023

## Публикации

Основные части реферируемой работы изложены в 9 публикациях, в том числе в виде трудов научно-технических конференций по ТРИЗ. Список публикаций приведен в данном реферате.

## Структура и объем работы

Диссертационная работа состоит из введения, 11 разделов, изложенных на 116 страницах основного текста; включает 20 рисунков, 10 таблиц, список литературы из 57 наименований, Глоссарий работы и 4 приложения.

## Основное содержание работы

**Введение** содержит постановку проблемы, обоснование актуальности темы диссертационной работы, формулировку целей и задач исследования, изложение основных положений, выносимых на защиту, научную новизну, практическую ценность полученных результатов, личный вклад соискателя и сведения об апробации работы.

**Первый раздел** работы содержит обзор литературы, посвященной методикам построения дорожных карт ТРИЗ-проектов или позволяющим установить связь между инструментами ТРИЗ. Приводится обоснование постановки целей и задач исследования.

В работе [14] О.М. Герасимова основой для дорожных карт является тип проекта. Данная стратегия является выигрышной, т.к. связь типа проекта с определенными инструментами ТРИЗ позволяет укрупненно взглянуть на логику проекта и не погрязнуть в деталях при планировании. Поэтому более глубокое исследование связи типов проектов и применяемых, в первую очередь, аналитических инструментов позволяет уточнить алгоритм и добавить ему необходимой гибкости.

Важным вопросом для разработки алгоритмов является организация входных данных. В начале ТРИЗ-проекта в распоряжении руководителя проекта имеется описание исходной ситуации и ее общее понимание. Для качественного продвижения в проекте, уточнения информации и увеличения ее объема уже на этом этапе требуется применять инструменты ТРИЗ эффективно, а значит понимать какой именно инструмент применить и в какой момент. Для целей разработки алгоритма целесообразно исследовать методы оценки исходных проблемных ситуаций на предмет их использования в качестве входа для алгоритма построения дорожных карт.

**Второй раздел** содержит исследование картотеки существующих подходов к планированию ТРИЗ-проектов, методик и отдельных инструментов ТРИЗ, которые могут быть использованы для выстраивания логики ТРИЗ-проекта. Дело в том, что при сборе

картотеки для исследования подходов к планированию ТРИЗ-проектов использование узкого запроса «дорожные карты ТРИЗ-проектов» дает крайне маленькую выборку, поэтому запрос был расширен до «способы планирования проектов с использованием инструментов ТРИЗ» (далее - «подходы»). Наличие в подходе пошаговой структуры дает возможность выстраивать дорожную карту, состоящую из отдельных конкретных блоков с проверяемыми результатами и переходов между этими блоками. Данный шаг позволил расширить выборку подходов, с помощью которых так или иначе можно выстроить логику ТРИЗ-проекта и использовать ее для дальнейшего планирования работ.

Сравнительная таблица подходов приведена в Приложении 1.

В настоящий момент достаточно много работ, на основании которых можно спланировать ТРИЗ-проект. Из этой картотеки можно выделить 7 групп подходов на основе схожести по определенным признакам:

1. Подход включает только анализ уже сформулированной задачи;
2. Подход включает уточнение уже сформулированной задачи и ее анализ;
3. Подход включает выбор задачи, ее уточнение и анализ;
4. Подход включает анализ исходной ситуации, выбор задачи, уточнение и анализ;
5. Логика проекта выстраивается в зависимости от текущего уровня развития продукта, который выпускается предприятием;
6. Логика проекта выстраивается на основании уровня развития продукта в исходной ситуации и инновационной стратегии предприятия;
7. В подходе предусмотрена цикличность выполняемых шагов.

Из приведенных групп очевидна тенденция и потребность в охвате как можно большего количества этапов ТРИЗ-проекта. В идеале методика должна быть способна выстраивать дорожные карты от анализа исходной ситуации до верификации конкретных решений.

В 5 и 6 группах часть предпроектных работ лежит за пределами дорожной карты – анализ текущего уровня развития продукта и анализ инновационной стратегии предприятия. Это обусловлено спецификой картотеки, собранной автором методики. Однако существует множество предприятий, которые функционируют без внятной инновационной стратегии, но при этом сталкиваются в своей деятельности с нестандартными задачами. В проектируемой методике построения дорожной карты ТРИЗ-проекта это должно быть учтено – методика должна позволять строить дорожные карты без анализа инновационной стратегии предприятия.

**Третий раздел** содержит результаты исследования текущего состояния использования типовых дорожных карт ТРИЗ-проектов. В ходе этой работы были выделены следующие проблемы:

- Построение дорожных карт носит формальный характер, выполняется в начале проекта и далее дорожные карты никак не используются
- В проектах используются аналитические инструменты ТРИЗ, которые не подходят к задаче. Как результат – потраченное время с нулевым результатом
- Несвоевременное использование инструментов ТРИЗ
- Неэффективное использование результатов аналитических процедур.



В целях повышения объективности оценки эффективности подхода типовых дорожных карт был спланирован и проведен слепой эксперимент.

Группе обученных по ТРИЗ коллег было предложено построить дорожные карты для 3 заранее отобранных и уже выполненных ТРИЗ-проектов. Уровень компетенций коллег по ТРИЗ не выше 1 уровня системы сертификации ТРИЗ-специалистов «Икар и Дедал» и опытом проектной деятельности не более 3 лет.

После обработки результатов эксперимента точность дорожных карт среди испытуемых составила 57%. Если предположить, что испытуемые будут строго следовать по сформулированным дорожным картам, то с точки зрения использования человеческого ресурса данное значение неприемлемо.

Дорожные карты выполненных ТРИЗ-проектов и примеры построенных дорожных карт испытуемыми приведены в Приложении 2.

**Четвертый раздел** содержит исследование методов оценки проблемных ситуаций как способа формирования входа для алгоритма построения дорожных карт.

В ходе исследования в качестве способа формирования входа для алгоритма построения дорожных карт ТРИЗ-проекта выбрана работа [16], в которой задача формализации оценки полноты описания исходной проблемной ситуации решена путем введения и описания модели исходной проблемной ситуации. В состав модели входят следующие компоненты: целевая метрика; объект; требование 1; конфликтующее требование 2; способы достижения требований; элемент и свойство элемента, от которого зависит выполнение требования 1 и 2; надсистемы.

Каждый из этих элементов исходной проблемной ситуации может быть оценен по следующей шкале: 1 – Нет; 2 - Не ясно есть или нет (не достаточно информации, сомнительная информация); 3 - Много, но нечетко сформулированных; 4 - Много четко сформулированных, но не ясно какой выбрать; 5 – Есть.

В целях исследования возможности использования предложенной в работе [16] модели исходной проблемной ситуации для создания входа в алгоритм построения дорожной карты было разобрано несколько описаний исходных проблемных ситуаций из картотеки.

На реальных примерах описаний исходных проблемных ситуаций предлагаемый в работе [16] подход показал свою эффективность для целей организации входа алгоритма построения дорожных карт. После проведенной оценки компонент исходной проблемной ситуации имеется стандартизированный набор данных, который пригоден для использования в алгоритмах.

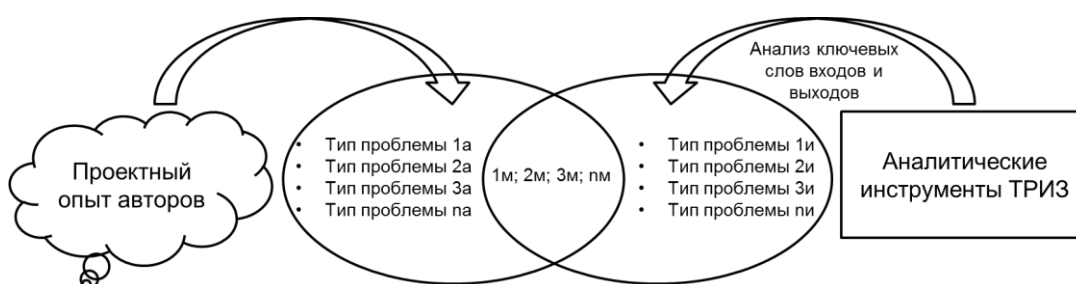
**Пятый раздел** содержит методику выбора аналитических инструментов ТРИЗ в зависимости от типа проблемы в производственных ТРИЗ-проектах.

Одним из недостатков, выявленных в картотеке типизаций проектов является неоднозначность выбора типа проекта. Данная неоднозначность связана прежде всего с эмпирическим способом классификации без строгого отслеживания основания

классификации. Для того, чтобы уточнить и усилить эмпирический способ классификации проектов была разработана и применена методика двойного уточнения:

- Первый этап – классификация проектов на основе имеющихся картотек и эмпирических представлений о типах проектов;
- Второй этап – анализ входов и выходов существующих аналитических инструментов ТРИЗ;
- Третий этап – формулирование типов проблем на основании полученных входов и выходов аналитических инструментов ТРИЗ;
- Четвертый этап – синтез пар аналитических инструментов и оценка целесообразности использования этих пар в уже выявленных на предыдущем этапе проблем или получение новых возможных типов проблем.

Схема данной методики приведена ниже:



Результаты второго и третьего этапов представлены в Таблица . Следует отметить, что приведенный в таблице перечень инструментов не исчерпывающий и собран с учетом востребованности в производственных ТРИЗ-проектах. В случае необходимости данный список может быть расширен в ходе расширенного исследования с применением предложенной методики.

Таблица 8

	Входные данные	Выходные данные
ФА	объект	функции объекта и компонент объекта
ПСА	объект и его недостаток	ключевые и промежуточные недостатки объекта
Потоковый анализ	поток	недостатки потоков
Анализ процессов	процесс	недостатки производительности процесса
ФСА	объект	соотношение функций компонент объекта к их стоимости
MPV	объект	параметры объекта, улучшение которых повысит рыночную привлекательность продуктов
Анализ пределов развития	объект	Оценка возможности достижения тех или иных параметров объекта без изменения принципа действия
Диверсионный анализ	объект	выявленные вредные явления объекта
Бенчмаркинг	объект/поток/ процесс	сравнение нескольких объектов/потоков/процессов
ФОП	функции	функциональные объекты-аналоги
Обратный ФОП	объект	новые области применения функций объекта
Объединение АТС	АТС	задачи на объединение АТС

Результаты четвертого этапа приведены в таблице 9. В таблице представлены пары инструментов ТРИЗ. Инструмент записанный в названии строки используется первым, в названии столбца – вторым. На пересечении могут быть следующие результаты:

- прочерк означает, что такое сочетание инструментов не приводит к какому-либо качественному изменению данных в проекте;

- название уже выявленного на предыдущем этапе типа проблемы означает, что использование данного сочетания инструментов приведет к качественному изменению данных в проекте;

- название нового типа проблемы (выделены жирным), выявленного на этом этапе путем сочетания инструментов.

- Устранить недостаток объекта – тип проблемы, характеризуется наличием в описании исходной проблемной ситуации в явном или неявном виде как минимум одного объекта, указания на недостаток объекта и мотивации к устранению этого недостатка;

- Недостатки потоков – тип проблемы, характеризуется наличием в описании исходной проблемной ситуации в явном или неявном виде как минимум одного потока и мотивации к повышению эффективности потока или устранению вредного потока;

- Повысить производительность – тип проблемы, характеризуется наличием в описании исходной проблемной ситуации процесса (или операции) в явном или неявном виде и мотивации к повышению производительности этого процесса;

- Снизить материалоемкость – тип проблемы, характеризуется наличием в описании исходной проблемной ситуации в явном или неявном виде как минимум одного объекта и мотивации к уменьшению затрат на создание этого объекта;

- Увеличить рынок – тип проблемы, характеризуется наличием в описании исходной проблемной ситуации в явном или неявном виде как минимум одного объекта и мотивации к увеличению рыночной привлекательности этого объекта;

- Освоить новый рынок – тип проблемы, характеризуется наличием в описании исходной проблемной ситуации в явном или неявном виде как минимум одного объекта и мотивации к формированию рыночного потенциала объекта, ранее не обладавшего таким свойством;

- Поиск технологий – тип проблемы, характеризуется наличием в описании исходной проблемно ситуации в явном или неявном виде как минимум одной функции, которую необходимо выполнить, но неизвестно на данном этапе проекта как это сделать.

Незаполненные ячейки сочетаний инструментов могут быть предметом отдельного исследования.



Таблица 9 используется для выбора аналитических инструментов и связок аналитических инструментов в зависимости от следующих выявленных типов проблем: Устранить недостаток объекта, Недостатки потоков, Повысить производительность, Снизить материалоемкость, Увеличить рынок, Освоить новый рынок, Поиск технологий.

Новый перечень типов проблем был протестирован на выборке из 286 реальных исходных проблемных ситуаций на производстве. Собранная картотека исходных проблемных ситуаций приведена в Приложении 5. Четырем независимым друг от друга экспертам по ТРИЗ (уровень сертификации от 2 до Мастера ТРИЗ) было предложено для каждой из 286 исходных проблемных ситуаций выбрать из нового списка тип проблемы. Полученные после обработки данных результаты представлены на диаграмме (рисунок 7):

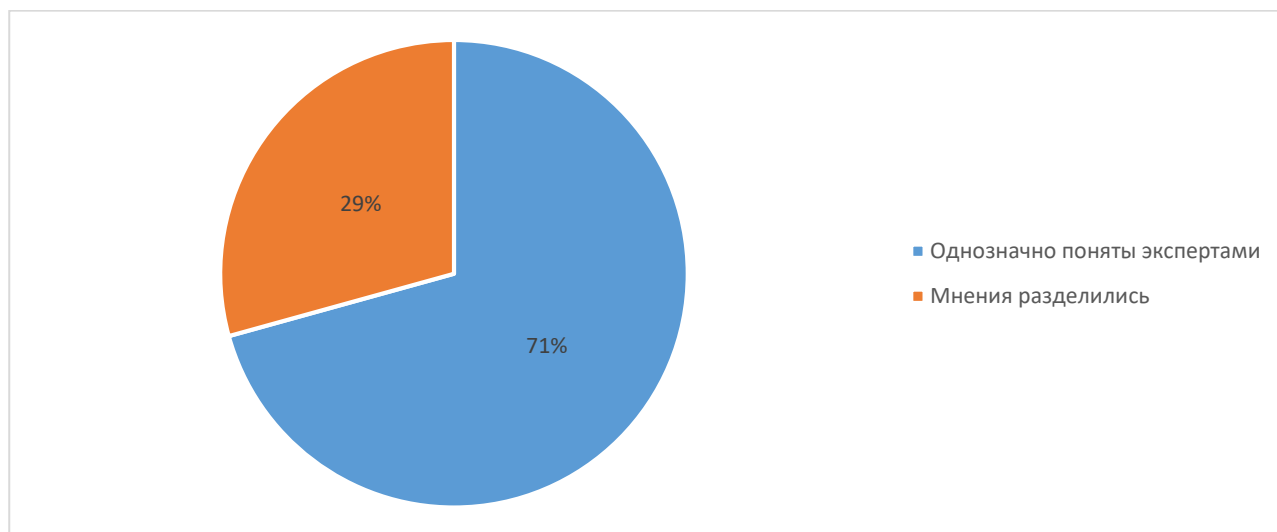


Рисунок 5

Из представленной диаграммы можно сделать следующие выводы:

- Предлагаемые формулировки типов проблем воспринимаются экспертами с высокой степенью однозначности, о чем свидетельствует суммарно 71% однозначных ответов (22% - все 4 эксперта выбрали один тип проблемы, 36% - 3 из 4 экспертов выбрали одинаковый тип проблемы, 13% - 2 эксперта выбрали один тип проблемы, а 2 – другой тип);
- Группировка экспертов вокруг двух типов проблем связана с тем, что в формулировках исходных проблем могут просматриваться две альтернативные стратегии выполнения ТРИЗ-проектов (например, одна стратегия выполнения проекта - доработка существующей технологии/продукта в краткосрочной перспективе и без амбициозных целей, другая стратегия – создание принципиально новой технологии/продукта в долгосрочной перспективе и с амбициозными целями).

Для проверки полученных результатов от 4 реальных экспертов были также сгенерированы случайным образом (с помощью генератора случайных чисел из заданного диапазона) результаты от 4 экспертов. Диаграмма представлена на рисунке 8:

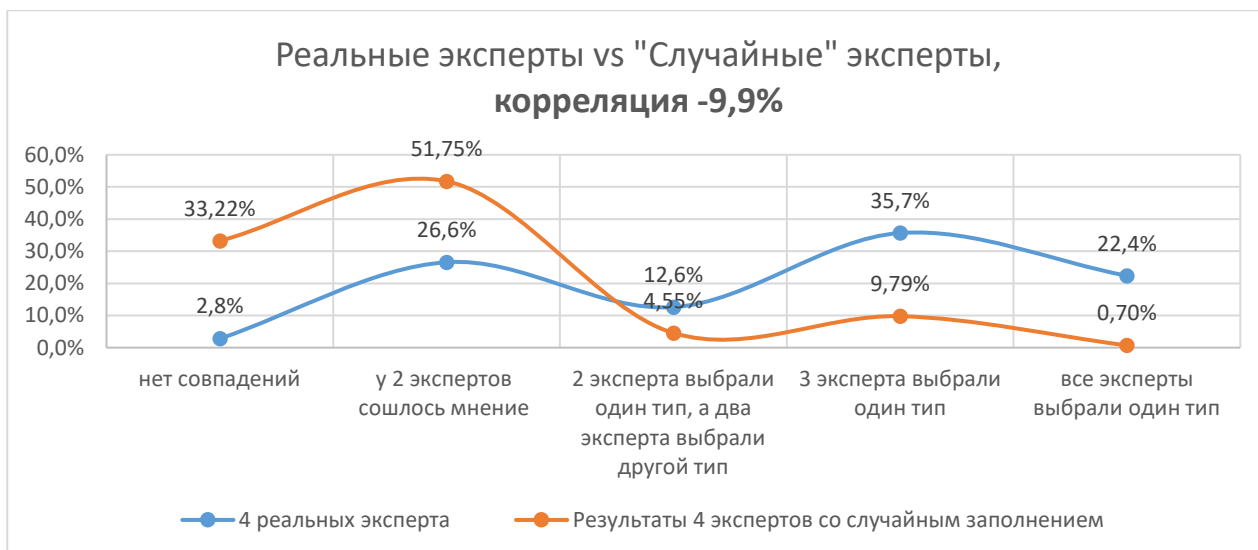


Рисунок 6

При генерации результатов случайным образом распределение смещено в сторону «нет совпадений» и «у 2 экспертов сошлось мнение» - суммарно ~85%, в то время как у реальных экспертов это значение составляет ~29%. Корреляция между двумя графиками составляет -9,9%, следовательно, работа реальных экспертов по отнесению исходных проблемных ситуаций тому или иному типу проблем носила неслучайный характер.

Полученные типы проблем в 71% случаев однозначно понимаются привлеченными 4 экспертами и отнесение задач к типам проблем этими экспертами носят не случайный характер, а значит будут эффективно использованы в проектной деятельности.

Следует отметить, что в силу существующего дефицита специалистов по производственным ТРИЗ-проектам данное исследование было проведено с 4 экспертами. Для повышения точности данное исследование по мере увеличения числа экспертов может быть повторено на большем количестве экспертов на собранной автором картотеке исходных задач и по описанной в данном разделе авторской методике.

**Шестой раздел** содержит алгоритм построения дорожных карт производственных ТРИЗ-проектов (далее – Алгоритм). Он объединяет методику оценки исходной проблемной ситуации (представлена в разделе 4) и методику выбора аналитических инструментов ТРИЗ в зависимости от типа проблемы (представлена в разделе 5). Алгоритм выдает текстовые рекомендации и/или какие инструменты ТРИЗ добавлять в дорожную карту проекта, а также определяет их последовательность.

Алгоритм может использоваться при построении дорожных карт «вручную», однако, максимальный эффект от алгоритмизации процесса создания дорожных карт ТРИЗ-проектов может быть достигнут при реализации данного алгоритма в программном обеспечении.

Входом для алгоритма служат оценки компонент проблемной ситуации: Целевая метрика, Объекты, Требование-1, Требование-2, Способы выполнения требований 1 и 2, Элемент.

Следует отметить, что одни оценки компонент исходной проблемной ситуации ограничивают оценки для других компонент.

На рисунке 7, 8, 9 представлен алгоритм построения дорожных карт:

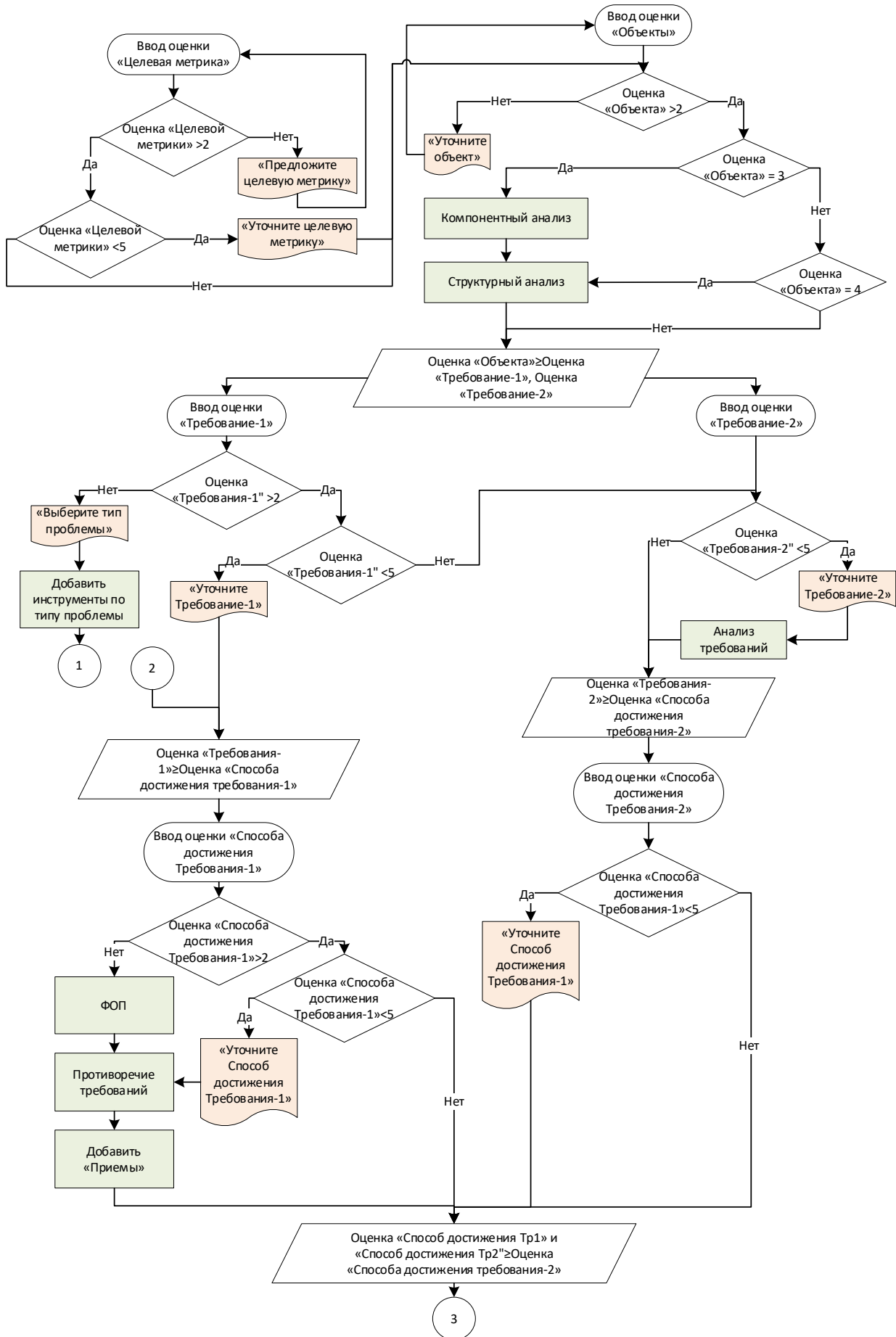


Рисунок 7

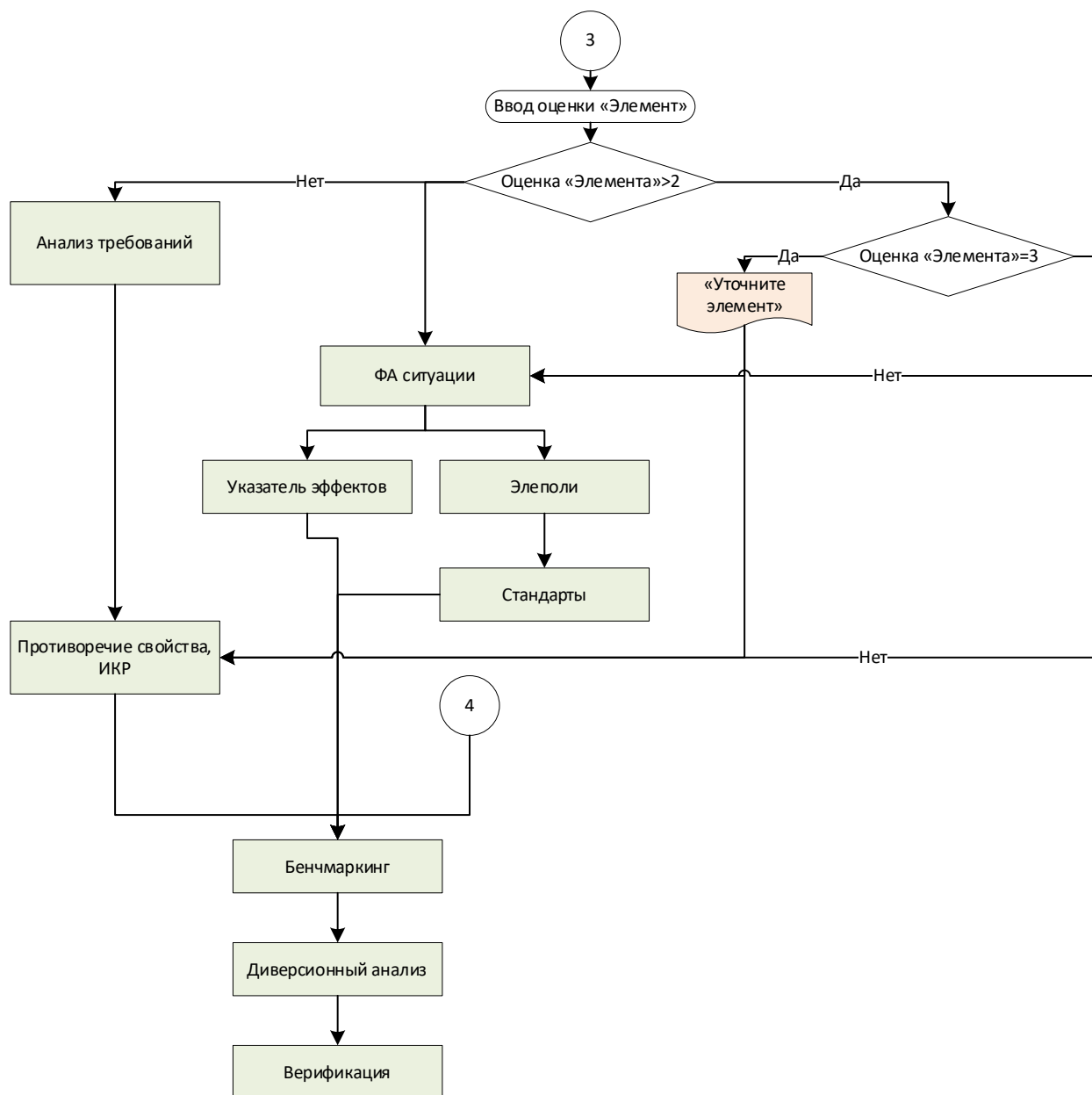


Рисунок 8



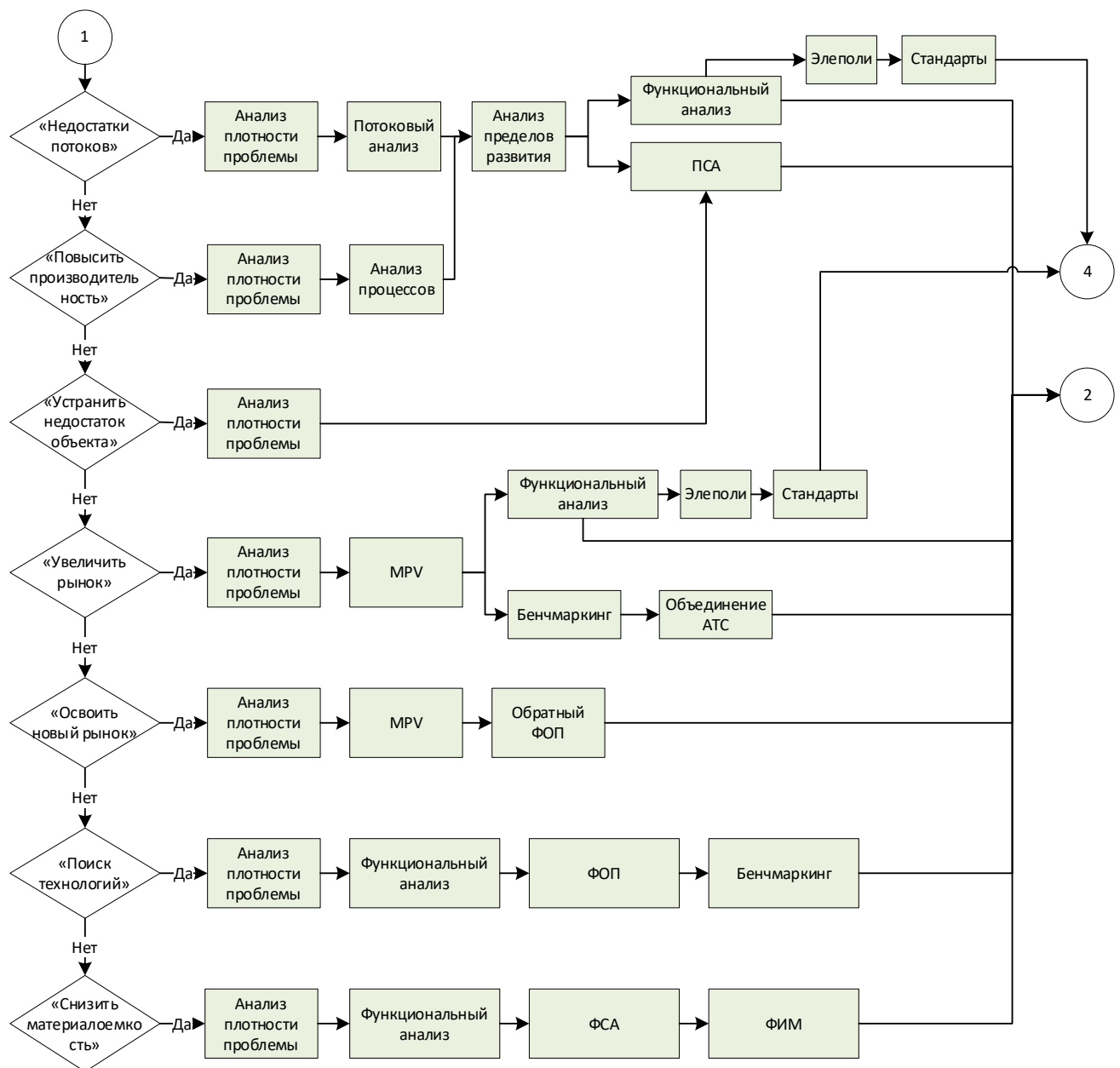


Рисунок 9

Полученную в ходе использования алгоритма дорожную карту руководитель проекта может использовать как есть и с высокой степенью вероятности карта будет эффективна. Однако, после применения аналитических инструментов информированность об объектах, потоках, функциях и процессах в проблемной ситуации изменяется. В оценку проблемной ситуации могут быть внесены изменения с последующей перестройкой дорожной карты.

**Седьмой раздел** посвящен примерам использования разработанного алгоритма построения дорожных карт производственных ТРИЗ-проектов.

С целью демонстрации работы алгоритма приведено 4 примера формулировок исходных проблемных ситуаций с разной степенью информативности и приведены разборы по алгоритму: как идентифицируются компоненты исходной проблемной ситуации, как они оцениваются и как делаются переходы внутри алгоритма. К каждому примеру приводится эволюция дорожной

карты по ходу прохождения алгоритма и финальная версия дорожной карты ТРИЗ-проекта для конкретной ситуации.

В **восьмом разделе** приводится исследование эффективности разработанного алгоритма. На основе текстового описания исходных проблемных ситуаций с помощью разработанного алгоритма были построены дорожные карты. Далее тексты исходных проблемных ситуаций и сгенерированные дорожные карты были переданы 4 экспертам по ТРИЗ (2 эксперта имеют 4 уровень по ТРИЗ, 1 эксперт – Мастер ТРИЗ, 1 эксперт – 3 уровень по ТРИЗ). Тексты исходных проблемных ситуаций и сгенерированные дорожные карты приведены в Приложении 4. Экспертам было дано задание внести изменения в дорожные карты на их усмотрение. Эксперты могли вносить любые изменения – заменять инструменты ТРИЗ, менять их местами, изменять связи между ними.

По завершении работы дорожные карты от экспертов сличались со сгенерированными. Процент адекватности сгенерированных дорожных карт подсчитывался следующим образом. Количество совпадений между графическими элементами (прямоугольники и связи между ними) дорожной карты эксперта и сгенерированной дорожной карты делилось на общее количество графических элементов на сгенерированной дорожной карте. Результаты были сведены в таблицу 12:

Таблица 12

Ситуация \ Уровень эксперта по ИиД	Уровень эксперта по ИиД				Среднее
	4 уровень	4 уровень	Мастер ТРИЗ	3 уровень	
1	74%	83%	87%	91%	<b>84%</b>
2	100%	64%	92%	100%	<b>89%</b>
3	100%	76%	100%	84%	<b>90%</b>
4	100%	100%	100%	100%	<b>100%</b>
5	нет данных	83%	100%	90%	<b>91%</b>
6	71%	100%	100%	86%	<b>89%</b>
7	100%	100%	100%	78%	<b>95%</b>
8	нет данных	91%	100%	83%	<b>91%</b>

Среднее значение эффективности алгоритма по всем экспертам и всем проблемным ситуациям составило 91%.

Минимальное среднее значение эффективности алгоритма составило 84% для ситуации 1, тип проблемы «Устранить недостаток объекта». Максимальное среднее значение эффективности алгоритма составило 100% для ситуации 4 «Повысить производительность».

Представленные данные свидетельствуют о том, что сгенерированные с помощью разработанного алгоритма дорожные карты имеют преимущественно высокий % совпадений с дорожными картами экспертов. Разработанный алгоритм способен обеспечить формирование адекватных исходной ситуации дорожных карт на уровне не сильно хуже, чем опытный специалист по ТРИЗ. В продолжение данной работы следует расширить выборку экспертов для получения более точных данных.

**Девятый раздел** посвящен реализации разработанного алгоритма в модулях «Оценка» и «Дорожная карта» программного комплекса Compinno-TRIZ (<http://triz-compinno.tech>).

Приводится общая схема взаимодействия пользователя с интерфейсами модулей в процессе формирования дорожной карты ТРИЗ-проекта. На нескольких примерах исходных проблемных ситуаций продемонстрирована их оценка и на основе оценки построены дорожные карты. Примеры построенных дорожных карт собраны в Приложении 4.

**Десятый раздел** содержит область применения и ограничения разработанных методик и алгоритмов.

## Выводы и рекомендации

Разработана методика выбора аналитических инструментов ТРИЗ в зависимости от типа проблемы в производственных ТРИЗ-проектах.

Разработан алгоритм построения Дорожных карт на основании описания исходной ситуации, который был использован для создания программного обеспечения, направленного на повышение эффективности выполнения ТРИЗ-проектов.

Алгоритм автоматизированного построения Дорожных карт на основе описания исходной ситуации реализован в модулях «Оценка» и «Дорожная карта» программного комплекса Compinno-TRIZ. В настоящий момент модули используются в проектной деятельности как минимум на предприятиях алюминиевой промышленности России.

Дальнейший разработки в этом направлении могут быть направлены на:

- Уточнение последовательности применения инструментов ТРИЗ в дорожных картах на основе накопленного опыта взаимодействия с алгоритмом путем сбора обратной связи от руководителей проектов и сравнения дорожных карт до проекта и по окончании проекта;
- Уточнение типов проблем на основе расширенных картотек исходных проблемных ситуаций;
- Проведение исследований типов проблем на расширенной выборке экспертов по разработанной автором методике;
- Подключение возможностей языковых моделей ИИ для анализа описания исходной проблемной ситуации и автоматического выделения компонент исходной проблемной ситуации с последующей оценкой и корректировкой пользователем;

- Создание тренажера по формированию дорожных карт для руководителей ТРИЗ-проектов.

Автор готов принять обратную связь и конструктивную критику по доработке уже созданных методик или созданию новых.

## Перечень работ, опубликованных по теме диссертации

1. Кулаков А. В. Автоматизированное построение дорожных карт для выполнения ТРИЗ-проектов // ТРИЗ в развитии. 2023. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannoe-postroenie-dorozhnyh-kart-dlya-vypolneniya-triz-proektov> (дата обращения: 14.11.2024).
2. A. Kulakov Automated construction of roadmaps for TRIZ-projects // TRIZ in Evolution. 2023. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/automated-construction-of-roadmaps-for-triz-projects> (дата обращения: 14.11.2024).
3. Кулаков А. В. Исследование и прогноз развития способов планирования ТРИЗ-проектов // ТРИЗ в развитии. 2024. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-i-prognoz-razvitiya-sposobov-planirovaniya-triz-proektov> (дата обращения: 14.11.2024).
4. Kulakov A. Researching and Forecast of Development the Methods of Planning a TRIZ-Project // TRIZ in Evolution. 2024. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/researching-and-forecast-of-development-the-methods-of-planning-a-triz-project> (дата обращения: 14.11.2024).
5. А.В. Кулаков, М.С. Рубин, А.В. Трантин «ТРИЗ как системный подход к развитию производства», НЕФТЬ. ГАЗ. ИННОВАЦИИ» №3/2023
6. Рубин М. С., Кулаков А. В., Трантин А. В. Анализ плотности проблемы как инструмент ранжирования комплекса задач // ТРИЗ в развитии. 2023. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-plotnosti-problemy-kak-instrument-ranzhirovaniya-kompleksa-zadach> (дата обращения: 14.11.2024).
7. Рубин М. С., Харитонов А. С., Кулаков А. В., Трантин А. В. Анализ диссонанса характеристик как методика постановки задач // ТРИЗ в развитии. 2023. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-dissonansa-harakteristik-kak-metodika-postanovki-zadach> (дата обращения: 14.11.2024).
8. M.S. Rubin, A.V. Kulakov, A.V. Trantin Analysis of density problem as a tool for ranking a complex of problems // TRIZ in Evolution. 2023. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analysis-of-density-problem-as-a-tool-for-ranking-a-complex-of-problems> (дата обращения: 14.11.2024).
9. M.S. Rubin, A.V. Kulakov, A.S. Kharitonov, A.V. Trantin Characteristics Dissonance Analysis as a Methodology for Statement of Tasks // TRIZ in Evolution. 2023. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/characteristics-dissonance-analysis-as-a-methodology-for-statement-of-tasks> (дата обращения: 14.11.2024).

## Список использованной литературы к автореферату

2. Автоматизированное построение дорожных карт для выполнения ТРИЗ-проектов. Кулаков А.В., ТРИЗ САММИТ 2022, TDS. Секция "ТРИЗ в ИТ и в технике". <https://triz-summit.ru/confer/2022/it/>

3. Serrador, P. (2022). The Impact of Planning on Project Success - A Literature Review. The Journal of Modern Project Management, 1(2). Retrieved from <https://journalmodernpm.com/manuscript/index.php/jmpm/article/view/124>
14. Герасимов О.М. Технология выбора инструментов инновационного проектирования на основе ТРИЗ-ФСА
16. Рубин М.С. Исходная проблемная ситуация в ТРИЗ. ТРИЗ в развитии. [Исходная проблемная ситуация в ТРИЗ \(cyberleninka.ru\)](https://cyberleninka.ru), DOI: 10.24412/cl-37095-2023-1-93-107
19. Рубин М.С. Основы ТРИЗ для предприятий. Учебное пособие к базовому курсу по ТРИЗ для промышленных предприятий. – М.: КТК «Галактика», 2022 – 354 с.
46. А.В. Кулаков, М.С. Рубин, А.В. Трантин «ТРИЗ как системный подход к развитию производства», НЕФТЬ. ГАЗ. ИННОВАЦИИ» №3/2023
47. Н.В. Боровских, Е.А. Кипервар, Сущность и содержание инновационного потенциала работников промышленного предприятия, Проблемы экономики и менеджмента, №2(66)-2017, с.20
49. Авдеева Д.А. «Вклад человеческого капитала в рост российской экономики», Экономический журнал ВШЭ, 2024
50. Экономика организации (предприятия). Российский государственный университет права. [Экономика организации \(предприятия\) \(studfile.net\)](https://studfile.net)
51. ТРИЗ-гlossарий 2023, Международная общественная организация «Саммит разработчиков ТРИЗ», Авторский коллектив: Кассу Рамез, Краев О.А., Кулаков А.В., Мисюченко И.Л., Рубина Н.В., Рубин М.С., Трантин А.В., Общая редакция Рубин М.С., [ТРИЗ САММИТ, TDS. \(triz-summit.ru\)](https://triz-summit.ru)
52. Стандарт управления проектом и Руководство к своду знаний по управлению проектом (Руководство РМВОК). 7-е издание. Project Management Institute. 2021
53. Agile. Практическое руководство. Project Management Institute. 2018
57. Huangye Li, Северинец Г. «Инструменты ТРИЗ для создания Эффективной Дорожной карты», TRIZ Developers Summit 2019. [IT. Северинец-ТРИЗ для Дорожной карты.pdf](#)