

TRIZ Developers Summit 2020
August 17-21, 2020. Minsk, Belarus

Развитие инфраструктуры ТРИЗ на промышленных предприятиях. Опыт РУСАЛ.

Михаил Рубин^а, Олег Краев^б, Алексей Хроник^б, Николай Щедрин^а, Павел Аккубеков^б, Сергей Лопатин^с

^а*РУСАЛ Менеджмент, Москва, Российская Федерация*

^б*«РУСАЛ Менеджмент, Красноярск, Российская Федерация*

^с*КраМЗ, Красноярск, Российская Федерация*

Abstract

The experience of TRIZ implementation at industrial enterprises of RUSAL and other enterprises is described. The peculiarity of TRIZ implementation at production enterprises of Russia is shown. The experience of formation and development of the reference TRIZ-site at the enterprise, TRIZ-laboratory, coaching system, TRIZ-project portfolio management system is presented. Some examples of completed projects are given.

Keywords: TRIZ, TRIZ implementation at industrial enterprises, reference TRIZ-site at the enterprise, TRIZ-laboratory, TRIZ-analysis conveyer, TRIZ-coaching, management of TRIZ-projects portfolio.

Аннотация

Описан опыт внедрения ТРИЗ на промышленных предприятиях компании РУСАЛ и других предприятиях. Показана особенность внедрения ТРИЗ на производственных предприятиях России. Представлен опыт формирования и развития эталонной ТРИЗ-площадки на предприятии, ТРИЗ-лаборатории, системы наставничества, системы управления портфелем ТРИЗ-проектов. Приведены некоторые примеры из выполненных проектов.

Ключевые слова: ТРИЗ, внедрение ТРИЗ на производстве, эталонная ТРИЗ-площадка на предприятии, ТРИЗ-лаборатория, конвейер ТРИЗ-анализа, ТРИЗ-наставничество, управление портфелем ТРИЗ-проектов

1. Введение

До начала 1990-х годов объектом ТРИЗ были отдельные технические системы и задачи, а не заводы или отрасли в целом. С началом работ по внедрению ТРИЗ на крупных предприятиях и в корпорациях возникла потребность в применении ТРИЗ при анализе и улучшении работы предприятия в целом, которая привела к разработке подхода, называемого ТРИЗ-анализом предприятия [1-3]. В последние годы такая работа активно ведется на предприятиях РУСАЛ. В данной статье кратко излагается накопившийся опыт применения ТРИЗ в РУСАЛ и на других производственных предприятиях.

2. Форматы применения ТРИЗ

Предпринимаемые шаги по внедрению ТРИЗ на российских предприятиях стабильно сталкиваются с многочисленными сложностями и препятствиями. Это связано со многими причинами, но основной можно считать то, что уже известные форматы практического

применения ТРИЗ не подходят к такому внедрению, а на самих предприятиях нет необходимой готовности к полноценной инновационной деятельности.

За все время формирования и развития ТРИЗ как комплекса инструментов анализа систем и решения выявленных проблем можно выделить пять форм практического применения ТРИЗ на предприятиях.

1. ТРИЗ-личность. ТРИЗ как инструмент индивидуального развития инженера, изобретателя, исследователя, личности. Это исходный формат применения ТРИЗ, который нацелен на индивидуальное применение инструментов ТРИЗ-РТВ-ТРТЛ. Основной упор делается при этом на развитие личности, изобретательского мышления, личных навыков применения ТРИЗ. Этот формат зародился с первых шагов формирования АРИЗ и ТРИЗ.

2. ТРИЗ-консалтинг. ТРИЗ как инструмент профессионального консалтинга. Впервые, насколько нам известно, такая деятельность была организована в Кишинев в компании «Прогресс» (1986 год). Большой вклад в развитии ТРИЗ-консалтинговых компаний сделала также компания «Алгоритм» (Санкт-Петербург) и многие другие компании. Особенности применения ТРИЗ в этом формате: небольшие (4 человека) временные проектные группы, чаще всего итогом работы являются концепции, передаваемые заказчику.

3. ТРИЗ-стартап. Команда ТРИЗ в основе формирования инновационной стартап-компании. В качестве примера такого формата применения ТРИЗ можно привести формирование и развития проекта «Хилби» в 2012-2015 годах. В отличие от консалтинговой деятельности результатом является реальный продукт, промышленное производство и успешный бизнес. Требуются изобретения высокого (3-4 уровня), есть инвестиции и инфраструктура для проведения масштабных исследовательских работ.

4. ТРИЗ-R&D компании. ТРИЗ в промышленных холдингах с крупными научно-исследовательскими центрами и R&D подразделениями. В качестве примера можно привести опыт компаний Самсунг, Интел, Сименс и других крупных корпораций, в которых применяется ТРИЗ. Обычно это небольшие подразделения (6-8 человек) специалистов по ТРИЗ, которые работают с исследовательскими подразделениями этих корпораций. Найденные при помощи ТРИЗ идеи, и концепции могут дорабатываться в специализированных подразделениях этих корпораций.

5. ТРИЗ-инфраструктура предприятия. 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.

Таким образом, формирование ТРИЗ-инфраструктуры на промышленных предприятиях с небольшими исследовательскими подразделениями (или без них) – это новая форма внедрения ТРИЗ. Речь, таким образом, пока не идет о внедрении уже известного и опробованного опыта, а о необходимости его модернизировать, адаптировать к особенностям задач и условиям таких промышленных предприятий.

3. ТРИЗ-анализ предприятия

Известен подход к анализу предприятия – функционально-стоимостной анализ [5, 6], который был разработан в 70-х годах 20 века. В отличие от функционально-стоимостного анализа при ТРИЗ-анализе основной акцент делается на выявлении противоречий:

- На уровне надсистемы (отрасль, рынок);
- На уровне системы (предприятие);
- На уровне подсистем (подразделения, цеха, технологические операции, системы управления и т.д.);
- Во времени и в пространстве (история формирования и развития предприятий).

На основе опыта или доступных данных выдвигается гипотеза о возможных местах возникновения существенных для предприятия противоречий. Данные гипотезы подвергаются проверке, верификации. Основным признаком противоречия – наличие конфликтующих друг с другом существенных для предприятия требований. Для объектов, участвующих в выделенных противоречиях, могут проводиться более детальные исследования: функциональный анализ, потоковый анализ, построение причинно-следственных цепочек и т.д. Например, противоречие, выявленное на уровне ГЭС и конкретного гидрогенератора, может быть сведено к функциональному анализу конкретного узла этого генератора [1]. Существует множество признаков наличия противоречия. Например, несоответствие ценности функции ее стоимости, несоответствие нормам и планам производства, наличие социально-производственных конфликтов на предприятии, низкая или отсутствующая прибыль и т.д. При проведении ТРИЗ-анализа предприятия выделяются следующие этапы:

1. Подготовительный (выбор объекта и цели);
2. Анализ объекта на верхнем уровне: место предприятия на рынке, проблемы развития предприятия и др.;
3. Анализ структуры предприятия, технологических цепочек, выделение проблемных ситуаций;
4. Анализ выделенных технологий, операций или конструкций. Построение функционально-затратной модели (отношение функциональных показателей к затратам времени, ресурсов и т.п.), выделение противоречий;
5. Анализ выделенных социально-технических противоречий разного уровня и разного аспекта;
6. Формулировка и решение системы задач разного уровня сложности;
7. Формирование плана верификации и решения вторичных задач разработанных предложений, и плана внедрения;
8. Реализация плана внедрения разработанных предложений.

Пример 1. Фрагмент ТРИЗ-анализа: приливная электростанция.

На Нижнетуломской ГЭС в начале 90-х годов XX века велись работы по демонтажу гидротурбин. Сделать это можно только взрывом – генераторы зацементированы в фундамент ГЭС. Для того чтобы не останавливать работу ГЭС, демонтаж делают по одной машине. На короткое время перед взрывом останавливают работу всех (включая действующие) гидротурбины, а потом их запускают вновь. Проблема в пыли, которая возникает во время взрыва. Она затягивается в работающие гидротурбины и выводит их из строя. Направлений поиска решения этой проблемной ситуации много. Можно попытаться найти способ разрушения фундамента без образования пыли. Можно направить образованную пыль в какое-то одно место подальше от других турбин и потом ее убрать или вывести за помещение ГЭС. Можно поставить какие-то фильтры на действующие турбины... Вариантов много, каждый имеет свои недостатки, а времени и средств для поиска решения мало.

Задачу эффективно решил директор Каскада Туломских ГЭС (КТ ГЭС) А.П. Ткаченко. Пожарная команда поселка, где располагалась ГЭС, должна проводить плановые учения на ГЭС. Договорились с руководством пожарной команды о том, чтобы учения будут проводиться непосредственно перед взрывом фундамента гидромашин. Помещение ГЭС вокруг фундамента гидромашин заполнили пеной. Пена не только «схватила» пыль после

взрыва, но и смягчила ударную волну – стеклянные окна здания не пострадали. Пыль убрали вместе с пеной. Затрат практически нет никаких.

Пример 2. Фрагмент ТРИЗ-анализа: электрочайники.

При проведении ТРИЗ-анализа Каскада Туломских ГЭС в 1992-1993 годах одной из проблем было названо функционирование электрочайников, которые обеспечивали теплом весь поселок Мурмаши – в нем проживают сотрудники Нижнетуломской ГЭС, Колэнерго и их семьи. Главная проблема: из-за электрокоррозии часто выходит из строя водопровод и сами электрочайники. Уже в процессе изложения проблем Электрочайников возник образ прогноза «Воды без водопровода». Только в данном случае вода доставляет тепло. Задача была переформулирована. Тепло в домах должно быть, а водопровода и электрочайников со всеми их проблемами не должно быть. В данном конкретном случае решение очевидно: дома нужно обогревать электричеством, а не горячей водой. Это дает большую экономию. Исчезает необходимость целого подразделения. Выяснилось также, что электрокабель, подведенный к домам, имеет достаточный диаметр и может выдержать дополнительную нагрузку для установки электрообогревателей.

Ключевой особенностью ТРИЗ-анализа является то, что задачи технического, организационного и предпринимательского характера рассматриваются во взаимодействии, что требует применения универсального аппарата ТРИЗ, одинаково эффективно работающего с материальными и нематериальными объектами.

Например, на рисунке 1 по аналогии с «треугольником управления проектом» [3] показано сравнение ключевых характеристик продукции предприятия: показатели технического, экономического и маркетингового характера, которые взаимосвязаны друг с другом.

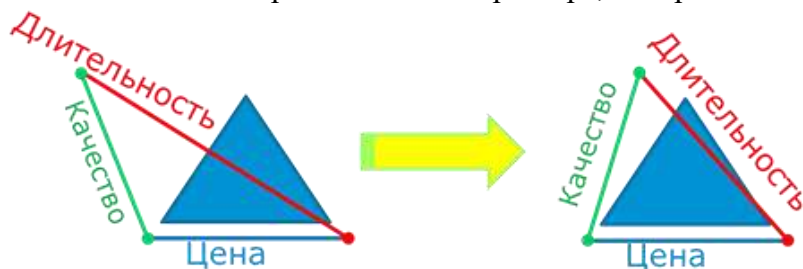


Рисунок 1. Пример сравнительного анализа ключевых характеристик продукции предприятия: качество продукции на предприятии и на рынке, средняя цена на предприятии и на рынке, длительность выполнения заказ на предприятии и на рынке.

Равносторонний треугольник – это средние данные на рынке. Неравносторонние треугольники – это характеристики конкретного производства. Очевидна проблема с длительностью выполнения заказов – ее необходимо значительно снизить.

Другой пример – анализ пяти направлений, выделенных в качестве ключевых проблемных направлений развития производственного предприятия (рис. 2):

- система формирования эффективного портфеля заказов;
- повышение стабильности и качества производства;
- обеспечение мотивированными кадрами;
- развитие системы учета (полной, объективной и адекватной);
- развитие эффективной системы управления.

Все пять направлений развития предприятия взаимосвязаны, должны описываться измеряемыми параметрами, характеризующими уровень состояния данного направления на заводе.

Должен быть описан текущий уровень параметров и целевые на ближайшее время и на перспективу. Попытка отделить производственные задачи от задач, например, формирования

портфеля заказа или корректного учета активов приводит к неэффективному применению ТРИЗ, так как могут быть выделены не самые важные для предприятия задачи.

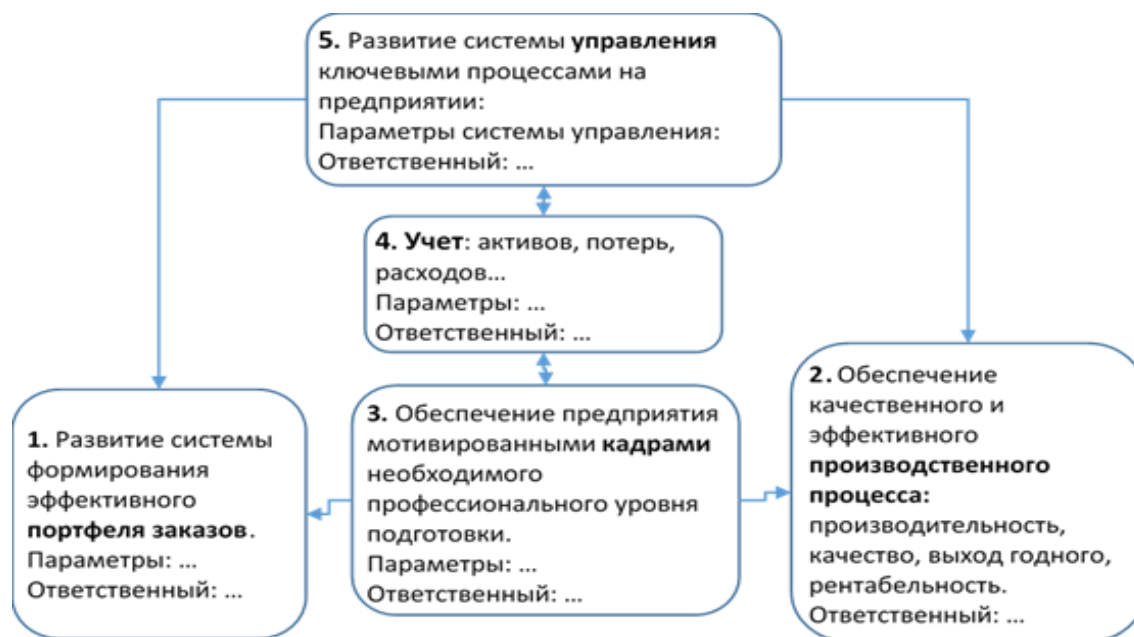


Рисунок 2. Пример ключевых направлений устранения проблем развития производственного предприятия

Таким образом, кроме чисто технических проектов (устранение последствий дефектов, снижение затрат, повышение качества продукции и т.д.) при ТРИЗ-анализе рассматриваются различные аспекты рассмотрения системы: физический, химический, технический, биологический, социальный (личностно-психологический, организационный, юридически-правовой, лингвистический, эстетически-художественный, финансово-экономический, политический и пр.). В ряде случаев многоаспектный подход дает более широкий спектр возможностей для выбора задач и ресурсов для их решения.

Большая часть времени при ТРИЗ-анализе уходит на ознакомление с предприятием, используемых технологий, сбора аналитического материала. Это сильно затягивает и удорожает проведение ТРИЗ-анализа.

Другая проблема проведения ТРИЗ-анализа на большом предприятии – необходимость подготовки большого количества специалистов по ТРИЗ с высоким уровнем квалификации. Данные проблемы могут решаться в концепции «Конвейер ТРИЗ-анализа».

4. Концепция «Конвейер ТРИЗ-анализа»

На сегодня можно выделить три основных уровня проведения ТРИЗ-анализа, которые требуют разного уровня квалификации по ТРИЗ:

- Технико-экономический анализ процессов и конструкций, которые по разработанной специалистами по ТРИЗ методике могут проводить экономисты завода раз в год.
- Сбор нежелательных эффектов и ведение реестра НЭ. Эти работы также не требуют большой квалификации в области ТРИЗ и могут выполняться рабочими, мастерами, руководителями участков и цехов.
- Непосредственно работа с информацией, выделение и решение задач инструментами ТРИЗ. Выполняется специалистами по ТРИЗ высокой квалификации.

Суть концепции «Конвейер ТРИЗ-анализа» аналогична концепции создания конвейера при сборке, например, автомобилей: вместо одного универсального инженера, способного собрать весь автомобиль от идеи и до готового изделия, создается команда рабочих и инженеров, каждый из которых выполняет конкретную и не очень сложную функцию. Такой

же подход предлагается и для массового внедрения ТРИЗ на промышленных предприятиях. Важной составляющей этой концепции является наличие инфраструктуры ТРИЗ, выстроенной на предприятии.

Работы по ТРИЗ-анализу необходимо разделить на те, которые требуют высокого уровня знаний и навыков по ТРИЗ, и на те, которые не требуют такой квалификации и могут быть переданы сотрудникам предприятий в рамках их функциональных обязанностей: рабочим, мастерам, руководителям участков, технологам, экономистам.

Для реализации концепции конвейера ТРИЗ-анализа необходимо пересмотреть и систему подготовки кадров по ТРИЗ для предприятий. Нет необходимости всех обучать всем инструментам ТРИЗ. Каждый должен владеть инструментами ТРИЗ в том объеме, который необходим для работы конвейера ТРИЗ-анализа на предприятии в целом. Можно выделить следующие роли и функции в процессе работы конвейера ТРИЗ-анализа на предприятии:

- выявление нежелательных эффектов на предприятии разного уровня: от технологического до организационно-экономического
- выявление факторов, влияющих на выявленные нежелательные эффекты, построение ПСЦ и верификация их влияния на нежелательные эффекты
- подготовка объективной информации о технологических и бизнес-процессах на предприятиях, информации экономического и финансового характера, включая необходимое взаимодействие с различными службами предприятия
- проведение сравнительного анализа однородных параметров и типовых (уже проанализированных ранее инструментами ТРИЗ) процессов и конструкций разного масштаба (от технологической операции до предприятия в целом)
- проведение информационного поиска и бенчмаркинга различных возможных решений по устранению выявленных нежелательных эффектов
- предварительная оценка и расчет экономической эффективности предлагаемых решений по устранению нежелательных эффектов и развитию технологий
- формулировка и анализ противоречий на основе аналитической информации, верификация противоречий
- решение выявленных противоречий инструментами ТРИЗ
- проведение анализа с применением инструментов ТРИЗ нетиповых (новых) с позиций ТРИЗ процессов и конструкций, выявление комплекса противоречий и подготовка концепций их решения
- ведение реестра нежелательных эффектов и идей по их устранению, подготовка планов и отчетов по проектам ТРИЗ
- верификация разработанных предложений, подготовка и сопровождение их внедрения, включая необходимое взаимодействие с различными службами предприятия
- планирование и управление выполнением проектов,
- планирование и развитие ТРИЗ-инфраструктуры предприятия, развитие методики применения ТРИЗ на предприятии
- подготовка кадров на предприятии и наставничество, методическое сопровождение ТРИЗ-проектов
- подготовка концепций и предложений по развитию предприятия в целом и ключевых бизнес-процессов.

Все эти роли и функции могут быть распределены среди сотрудников предприятия и приданных предприятию (закрепленных за ним) специалистов Дирекции по ТРИЗ:

- рабочие, мастера, руководители участков и подразделений (без отрыва от своей основной деятельности на предприятии)
- технологи, экономисты, специалисты планового подразделения, трейдеры
- директора предприятия и руководители цехов
- ассистенты специалистов по ТРИЗ (частично могут отвлекаться от своей основной деятельности на предприятии)

- специалисты по ТРИЗ с опытом решения изобретательских задач (с полной занятостью в ТРИЗ-проектах)
- специалисты по ТРИЗ с опытом комплексного анализа процессов, выявления и решения комплекса изобретательских задач
- специалисты по ТРИЗ с опытом прогнозирования развития технических, социально-экономических, информационных и бизнес-систем
- мастера ТРИЗ с опытом развития и адаптации инструментов ТРИЗ к нуждам производства и конкретным изобретательским задач.

Специалисты в области ТРИЗ сосредоточены в ТРИЗ-лаборатории предприятия и в Дирекции по ТРИЗ. Все они работают со стопроцентной нагрузкой в области ТРИЗ. Ассистенты специалистов по ТРИЗ могут работать в ТРИЗ-лаборатории, но могут быть и специалистами в основном производстве с частичным отрывом на выявление и предварительный анализ нежелательных эффектов.

5. Нежелательные эффекты. Сбор и ранжирование НЭ

Известно, что выбор и постановка задач является ключевым для успеха при их решении. Шансов поставить неверную задачу гораздо больше, чем найти и корректно сформулировать актуальную для предприятия задачу. Это может быть слишком мелкая задача, или, наоборот очень сложная общеотраслевая проблема, а может быть задачи просто нет и необходимо лишь соблюдать уже известные технические условия применяемых технологий. Для постановки задач необходимо регулярно вести на предприятии поиск и предварительный анализ нежелательных эффектов, на основе которых могут быть сформулированы, ранжированы и выбраны задачи для ТРИЗ-проектов.

Для ведения реестра нежелательных эффектов (НЭ) была разработана методика их сбора, анализа и ранжирования. Для систематизации нежелательных эффектов в реестр были внесены ключевые технологические цепочки и характеристики каждой операции этой цепочки на основе технологических карт и других данных, например, нормы потери основных и вспомогательных материалов, выход годного по каждой операции, расход энергии, фонд оплаты труда, время на выполнение операции и др. Таким образом, в реестре нежелательных эффектов можно ранжировать все операции по их важности и по затратам. Таким образом, при внесении нежелательного эффекта в реестр появляется возможность автоматически их ранжировать. При этом, кроме описания нежелательного эффекта вносится информация о цехе, участке, операции и типе нежелательного эффекта: затраты, качество, надежность, функциональные показатели и др. По реестру можно определять какие из операций являются наиболее проблемными на данный момент. В реестре ведется мониторинг устранения выявленных нежелательных эффектов.

На рисунке 3 показан пример распределения нежелательных эффектов по их типам.

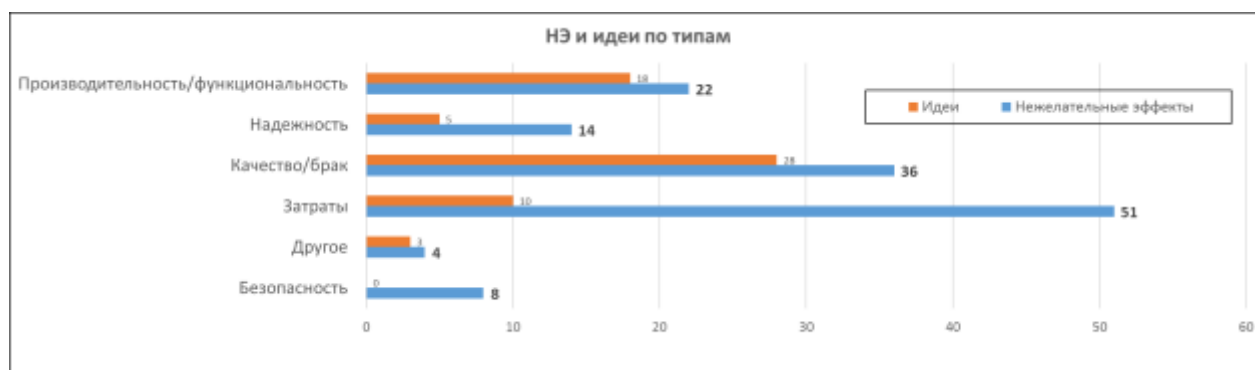


Рис. 3. Пример распределения нежелательных эффектов (НЭ) и идей по их устранению в реестре нежелательных эффектов предприятия по типам (пример от 2019 года).

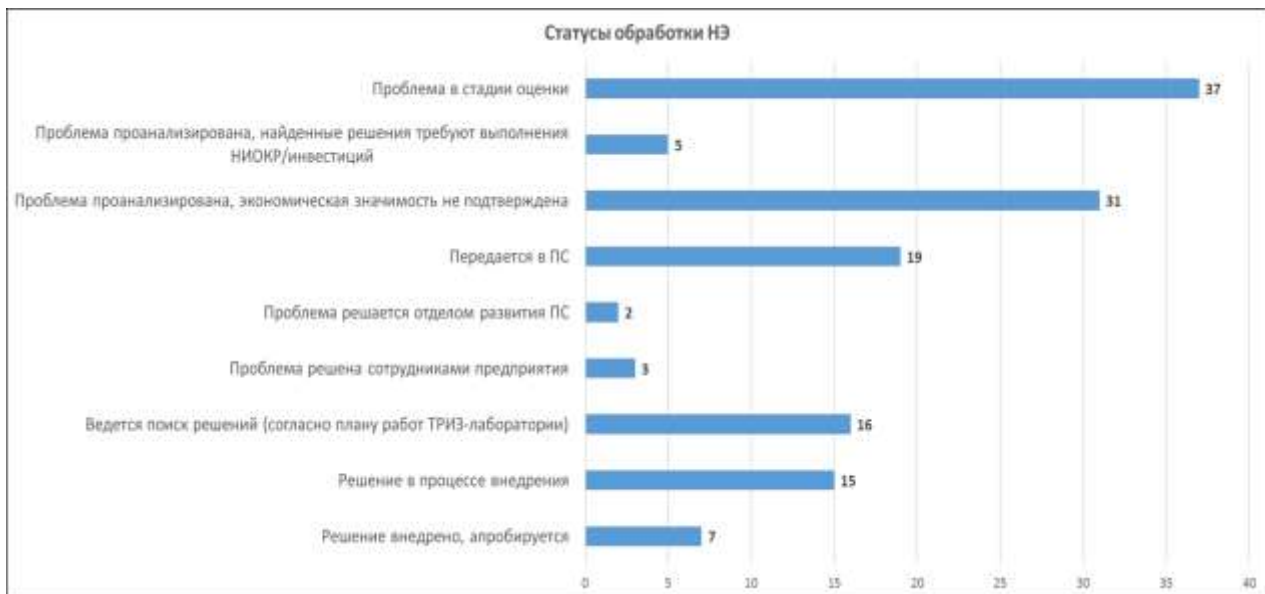


Рис. 4. Пример статуса обработки НЭ в реестре. Всего в реестре 135 НЭ, 37 нежелательных эффектов в этом примере находится в стадии предварительной оценки и анализа, часть наиболее простых для решения нежелательных эффектов (19 НЭ) передается для анализа в отдел производственных систем (ПС) предприятия.

В сборе информации для реестра нежелательных эффектов принимают участие все уровни сотрудников предприятия и ТРИЗ-лаборатории: рабочие и мастера, руководители участков и директора по направлениям, специалисты по ТРИЗ и ассистенты специалистов по ТРИЗ.

6. Виды ТРИЗ-проектов на производственных предприятиях.

ТРИЗ-проект – это проект в реализации которого на том или ином этапе применяются инструменты и методы ТРИЗ. Массовое внедрение ТРИЗ на промышленных предприятиях делает необходимым разработку типовых подходов к выполнению ТРИЗ-проектов. Для однотипных ТРИЗ-проектов можно находить аналоги уже выполненных успешных проектов, использовать уже наработанный опыт, формировать методики выполнения однотипных проектов.

Довольно условно можно выделить две группы типовых ТРИЗ-проектов: производственные ТРИЗ-проекты действующих предприятий и ТРИЗ-проекты создания и развития инновационных продуктов и технологий.

6.1. Производственные ТРИЗ-проекты предприятий.

Характерной особенностью производственных ТРИЗ-проектов на действующих предприятиях является их направленность на поддержание и улучшение уже действующего производства с минимальным вмешательством в действующее производство. Можно выделить четыре основных этапа выполнения производственного ТРИЗ-проекта:

- Предпроектный этап (отбор и предварительный анализ задач, сбор необходимой информации, предварительная оценка экономического эффекта, оценка приоритета рассматриваемых задач)
- Концептуальный этап (анализ системы или процесса, по мере необходимости переформулировка или уточнение задачи, уточнение списка задач, решение поставленных задач или отказ от решений; подготовка и ранжирование концепций решения задач и ожидаемой эффективности от их реализации)
- Верификационный этап (проверка разработанных концепций, выявление и решение вторичных задач, уточнение рекомендованных концепций, уточнение ожидаемого эффекта и необходимых затрат)

- Этап внедрения разработанных решений (сопровождение внедряемых концепций, перенос удачных решений на другие объекты и предприятия, определение фактического эффекта от внедрения).

На основе опыта работы на производственных предприятиях можно выделить следующие типы ТРИЗ-проектов:

- выявление и устранение нарушений в технологии работы оборудования
- повышение безопасности и удобства работы в цехах и на участках
- устранение дефекта
- снижение себестоимости
- проектирование систем и технологий
- комплексное исследование ключевой проблемы предприятия (портфель заказов, сроки выполнения заказов)
- верификационные проекты.

Эти проекты могут не требовать некоторых знаний и навыков в области ТРИЗ, например, методы прогнозирования, разработка патентных стратегий и т.д.

6.2. Инновационные ТРИЗ-проекты.

Из опыта консалтинговой деятельности можно выделить группу типовых ТРИЗ-проектов, которые больше связаны с инновационной и научно-исследовательской деятельностью
Другие типовые темы ТРИЗ-проектов

- проекты по созданию и развитию инноваций и патентоспособных решений
- создание и развитие инновационной стратегии предприятия, определение направлений совершенствования продукта по главным параметрам качества продукта или процесса
- повышение потребительской ценности продукции
- совершенствование технологических процессов
- проекты прогнозирования развития систем
- проекты по обходу действия патентов
- исследовательские ТРИЗ-проекты

С точки зрения владения инструментами ТРИЗ это более сложная группа ТРИЗ-проектов, требующая более широкий спектр навыков применения инструментов ТРИЗ.



Рис. 5. Этапы жизненного цикла ТРИЗ-проекта на производственном предприятии.

Для каждого ТРИЗ-проекта разрабатывается дорожная карта, в которой показана последовательность применения инструментов ТРИЗ в ходе реализации проекта. Для каждого типа проектов разрабатываются методики составления дорожной карты. На рис. 5

показаны основные этапы жизненного цикла ТРИЗ-проекта на производственном предприятии.

7. Инфраструктура ТРИЗ на предприятии и система наставничества

При внедрении ТРИЗ на производственных предприятиях по принципам внешнего консалтинга возникает ряд проблем:

- между специалистами по ТРИЗ и сотрудниками предприятия создается барьер интересов и противодействие предлагаемым решениям, необходимая информация предоставляется не в полном или искаженном виде,

- не подготовленные в области ТРИЗ специалисты предприятия не понимают логику ТРИЗ-проекта, «ловят» специалистов по ТРИЗ на незнании специальных вопросов исследуемых процессов

- подготовка специалистов предприятия в области ТРИЗ требует слишком большого времени и постоянной практики в области ТРИЗ, но люди на предприятии в основном заняты производственной, а не изобретательской деятельностью.

Для решения этих и многих других проблем применения ТРИЗ на одном из предприятий была создана эталонной ТРИЗ-площадка, в которую, в частности, входит ТРИЗ-лаборатория, как основа инфраструктуры ТРИЗ на предприятии. Это заводская постоянно действующая структура, которая состоит из специалистов предприятия и специалистов по ТРИЗ высокого уровня и находится в двойном функциональном подчинении: генерального директора предприятия и дирекции по ТРИЗ компании в целом.

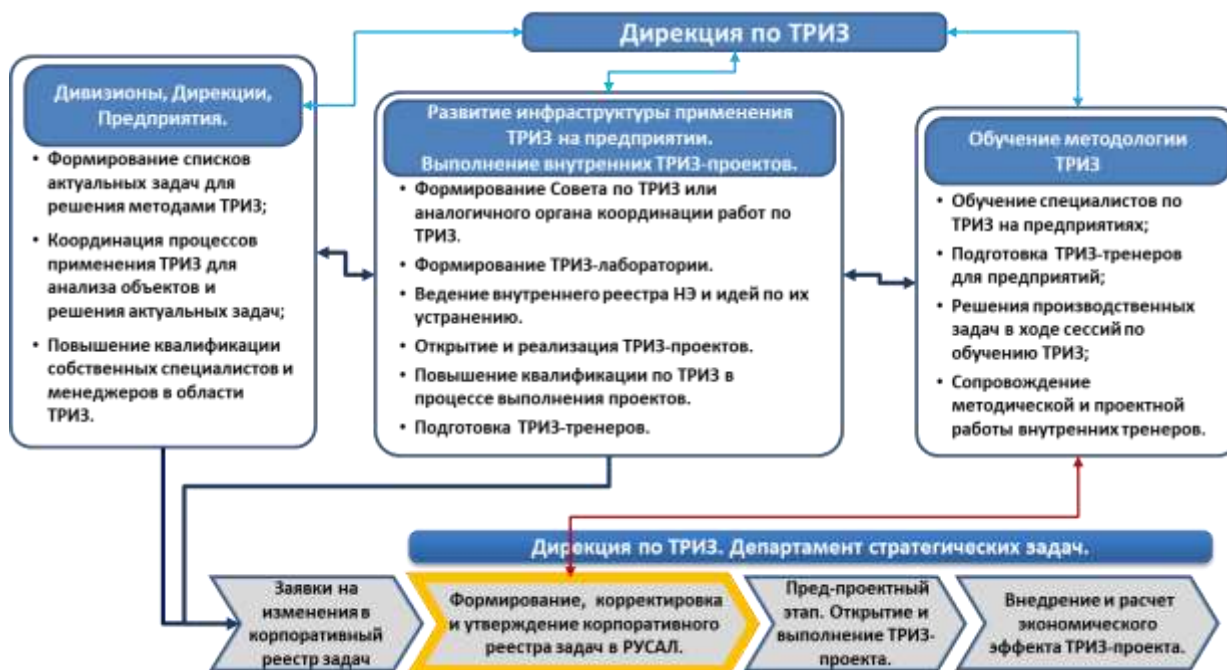


Рис. 6. ТРИЗ-лаборатория: порядок формирования и деятельности на предприятии.

В настоящее время на эталонной ТРИЗ-площадке одного из предприятий РУСАЛ кроме ТРИЗ-лаборатории создан Совет по ТРИЗ, в который входят руководители всех основных подразделений завода и представители Дирекции по ТРИЗ. Совет по ТРИЗ формирует задачи

и утверждает планы работ ТРИЗ-лаборатории. В настоящее время сфера деятельности ТРИЗ-лаборатории распространяется и на несколько заводов РУСАЛ.

ТРИЗ-лаборатория эталонной ТРИЗ-площадки работает не только с задачами и ТРИЗ-проектами предприятия, на котором размещена, но и с задачами близлежащих производственных предприятий той же компании. В ТРИЗ-лаборатории работают освобожденные специалисты по ТРИЗ, она взаимодействует с подготовленными специалистами (ассистентами специалистов) по ТРИЗ в цехах и на участках предприятия, взаимодействует в рамках проектной деятельности со всей производственно-управленческой инфраструктурой предприятия.

Не на всех производственных предприятиях корпорации есть необходимость и возможность создавать постояннодействующую ТРИЗ-лабораторию. Для выполнения ТРИЗ-проектов на далеко удаленных друг от друга предприятиях сформирована мобильная ТРИЗ-лаборатория. Постоянные сотрудники мобильных ТРИЗ-лабораторий с высоким уровнем квалификации в области ТРИЗ не находятся постоянно на территории какого-то конкретного завода, так как работают сразу со многими производственными предприятиями в разных регионах страны. На самом производственном предприятии постепенно, «шаг за шагом» формируется минимально необходимая для работы с мобильной ТРИЗ-лабораторией инфраструктура. Эта работа проводится в несколько этапов:

- пробные ТРИЗ-проекты на предприятии с одновременной подготовкой по ТРИЗ специалистов предприятия и с участием специалистов мобильной ТРИЗ-лаборатории в качестве преподавателей и наставников; руководители ТРИЗ-проектов – специалисты предприятия
- выделение частично освобожденных специалистов на предприятии для работы над ТРИЗ-проектами, подготовка списка задач для ТРИЗ-проектов, развитие программы ТРИЗ-наставничества на предприятии
- выделение полностью освобожденных специалистов по ТРИЗ на предприятии, ведение реестра нежелательных эффектов, формирование портфеля ТРИЗ-проектов
- созданию постоянно действующего ТРИЗ-отдела на предприятии с системой наставничества и сертификацией.

В развитии инфраструктуры ТРИЗ на предприятиях важное значение имеет подготовка кадров. Уровень подготовки зависит от той функции в ТРИЗ-инфраструктуре, которая предусмотрена для того или иного специалиста предприятия в соответствии с концепцией конвейера ТРИЗ-анализа. Соответственно функциональной роли в жизненном цикле ТРИЗ-проектов выстраивается и подготовка таких специалистов. Программа подготовки состоит из трех компонент:

- общая вводная информация о ТРИЗ и ТРИЗ-инфраструктуре на предприятии
- участие в ТРИЗ-проекте с наставником
- приобретение необходимых навыков в соответствии с отведенной ролью в общей структуре конвейера ТРИЗ-анализа.

В основе курсов по ТРИЗ лежит решение конкретных производственных задач. Краткая информация о программах курсов по ТРИЗ в табл. 1. В зависимости от конкретных задач программы могут быть адаптированы к тематике выполняемых ТРИЗ-проектов. Для реализации программ подготовки кадров по ТРИЗ на предприятии было разработано и утверждено «Положение о наставничестве и подготовке кадров по ТРИЗ на эталонной ТРИЗ-площадке». В настоящее время реализуется программа наставничества, которая совмещена с проектной деятельностью, обучением, подготовкой и развитием специалистов по ТРИЗ.

Для повышения эффективности обучения по ТРИЗ и выполнения ТРИЗ-проектов активно применяется программный комплекс Compinno-TRIZ на основе АРИЗ-У-2010 [9].

Для определения уровня подготовки специалистов по ТРИЗ используется система повышения и подтверждения уровня знаний по ТРИЗ «ИКАР и ДЕДАЛ» [7], адаптированная к требованиям конкретного предприятия. Одной из особенностей этой системы

сертификации является то, что кроме терминов и инструментов ТРИЗ, система позволяет адаптировать требования к необходимым навыкам для конкретных условий предприятия, например, умение взаимодействовать с мастерскими, правильно оформлять документацию и делать внутривзаводские запросы, оценивать экономический эффект предложений и т.д.

Таблица 1. Программы курсов подготовки специалистов по ТРИЗ на предприятиях.

Стационарная ТРИЗ-лаборатория на предприятии	Мобильная ТРИЗ-лаборатория для удаленных друг от друга предприятий.
<p><u>Программа курса 4+1:</u> 1-й день – Изобретательские задачи, АРИЗ 2-й день – Функции, Элеполи 3-й день – Анализ систем, Стандарты 4-й день – ТРИЗ-анализ предприятий. Примеры ТРИЗ-проектов. Компьютерная программа Compinno-TRIZ</p> <p>Самостоятельное выполнение ТРИЗ-проекта и консультации. Завершение проекта. День защиты проекта.</p>	<p><u>Программа базового курса 3+3+1:</u> <u>Модуль 1-й (3 дня):</u> 1-й день – Изобретательские задачи, АРИЗ 2-й день – Функции, Веполи, Элеполи 3-й день – Диверсионный анализ, Compinno-TRIZ, Типовые проекты ТРИЗ Выполнение проекта, консультации 16 часов: уточнение проекта, дорожная карта, анализ системы и постановка. <u>Модуль 2-й (3 дня + 1 день):</u> 1-й день – Повторение, Стандарты, АРИЗ 2-й день – ТРИЗ-анализ предприятий. РТВ. Compinno-TRIZ. 3-й день – Законы развития, Типовые проекты ТРИЗ. Далее - завершение проекта, консультации 16 часов и День защиты проекта.</p>

На практике были использованы следующие дополнительные требования к навыкам слушателей курсов по ТРИЗ:

- Навыки сбора и актуализации НЭ для ТРИЗ-лаборатории КраМЗ
- Навыки сбора информации для ТРИЗ-лаборатории по задачам и технологическим процессам
- Навыки сопровождения верификации концепций проектов ТРИЗ на предприятии
- Навыки участия в проектах ТРИЗ на предприятии



Рис. 7. Пример сертификата ассистента специалиста по ТРИЗ, выданного рамках программы наставничества после успешного прохождения курса по ТРИЗ и выполнения ТРИЗ-проекта.

Подготовленные, таким образом, специалисты становятся основой для развития инфраструктуры ТРИЗ на предприятии.

8. Управление портфелем ТРИЗ-проектов на предприятии

8.1. Цели формирования и управления портфелем ТРИЗ-проектов.

Особенностью ТРИЗ-проектов на производственных предприятиях является то, что они завершаются только после полного внедрения и получения подтвержденного эффекта. В отличие, например, от консалтинговых проектов, которые могут длиться от 2-х недель и до 4 месяцев, производственный ТРИЗ-проект может длиться более 1,5 лет (см. рис. 4). Это приводит к значительным рискам при открытии и реализации ТРИЗ-проекта. Причин повышенного риска довольно много:

- при постановке задачи до конца не ясны ее причины и, зачастую, необходимо просто восстановить предписанную нормативами технологию, в этом случае до применения инструментов ТРИЗ дело просто не доходит
- заявленный при открытии ТРИЗ-проекта экономический эффект после реализации разработанных концепций часто уменьшается на порядок и уже сам ТРИЗ-проект становится не рентабельным, а выясняется это только через 1-1,5 года
- поставленная задача может оказаться не решаемой в рамках имеющихся на предприятии ограничений, выясниться это может уже на довольно поздних этапах выполнения ТРИЗ-проекта.

Для снижения неопределенности при планировании и управлении ТРИЗ-проектов необходимо переходить от планирования и управления отдельных проектов к планированию и управлению портфелем ТРИЗ-проектов, выполняемых инфраструктурой ТРИЗ в целом. В этом случае риски перераспределяются между многими проектами, малоэффективные проекты могут компенсироваться более удачными. Это повышает стабильность ТРИЗ-инфраструктуры в целом и ее эффективность.

«Потенциальные компоненты портфеля проектов следует выбирать для включения в портфель проектов по результатам оценки их возможного вклада в достижение стратегических целей организации, используя при этом установленные критерии отбора. Отбор включает в себя присвоение приоритетов каждому из возможных компонентов портфеля проектов и балансировку всего состава портфеля путем:

- a) оценки вклада каждого компонента в достижение стратегических целей;
- b) ранжирования вклада компонента в достижение стратегических целей;
- c) оценки рисков, связанных с компонентами;
- d) ранжирования по уровню рисков компонентов;
- e) учета доступности ресурсов;
- f) оценки возможности влияния на уровень риска портфеля проектов;
- g) оценки возможности и способности организации к восприятию всей совокупности изменений, обусловленных реализацией всех компонентов портфеля проектов» [8].

Для формирования и управления портфелем ТРИЗ-проектов была разработана методика, учитывающая ключевые критерии оценки проектов, их ранжирование, планирование результатов в соответствии с установленными целями. В данной статье кратко изложено содержание методики управления портфелем ТРИЗ-проектов.

8.2. Критерии оценки портфеля ТРИЗ-проектов

Для оценки портфеля проектов были введены доступные для оценки критерии как отдельных ТРИЗ-проектов, так и портфеля в целом:

- Ожидаемый экономический эффект на предпроектном этапе для проекта и для отдельных концепций

- Уточненный ожидаемый экономический эффект на концептуальном, верификационном этапе, на этапе внедрения для проекта и для отдельных концепций
 - Подтвержденный экономический эффект внедренного решения
 - Количество проектов в портфеле ТРИЗ-проектов на разных этапах жизненного цикла проектирования
 - Суммарные экономические эффекты всех ТРИЗ-проектов на разных этапах жизненного цикла проектирования (текущие и за год).
- Эти критерии используются для ранжирования проектов внутри портфеля и для оценки качества портфеля ТРИЗ-проектов в целом.

8.3. Ранжирование ТРИЗ-проектов в портфеле проектов

Для ранжирования проектов в портфеле был введен условный коэффициент, который рассчитывается на основе вышеприведенных критериев. Порядок расчета следующий.

Первый множитель – это соотношение ожидаемого или подтвержденного экономического эффекта ТРИЗ-проекта к общей запланированной на год сумме подтвержденного экономического эффекта для всего портфеля проектов.

Второй множитель – это соотношение количества недель до конца года к количеству недель, запланированных до полного завершения проекта работ.

При расчетах используются еще два множителя:

- коэффициент достоверности информации (от 0,8 до 1,5), показывающий на каком этапе рассмотрения находится проект и какими документами подтверждается используемая информация. Чем ближе к внедрению, тем выше достоверность информации, самая низкая достоверность на предпроектном этапе

- коэффициент заинтересованности предприятия в реализации проекта (полнота и скорость предоставления информация, готовность предприятия к верификации и внедрению, личный контроль со стороны генерального директора и т.д.). Изменяется от 0,7 до 1,2.

Получаемое произведение делится на количество специалистов по ТРИЗ, занятых в среднем в реализации проекта. Чем больше таких специалистов, тем дороже обходится выполнение ТРИЗ-проекта.

При расчетах рейтинга проектов могут учитываться и другие факторы, и коэффициенты.

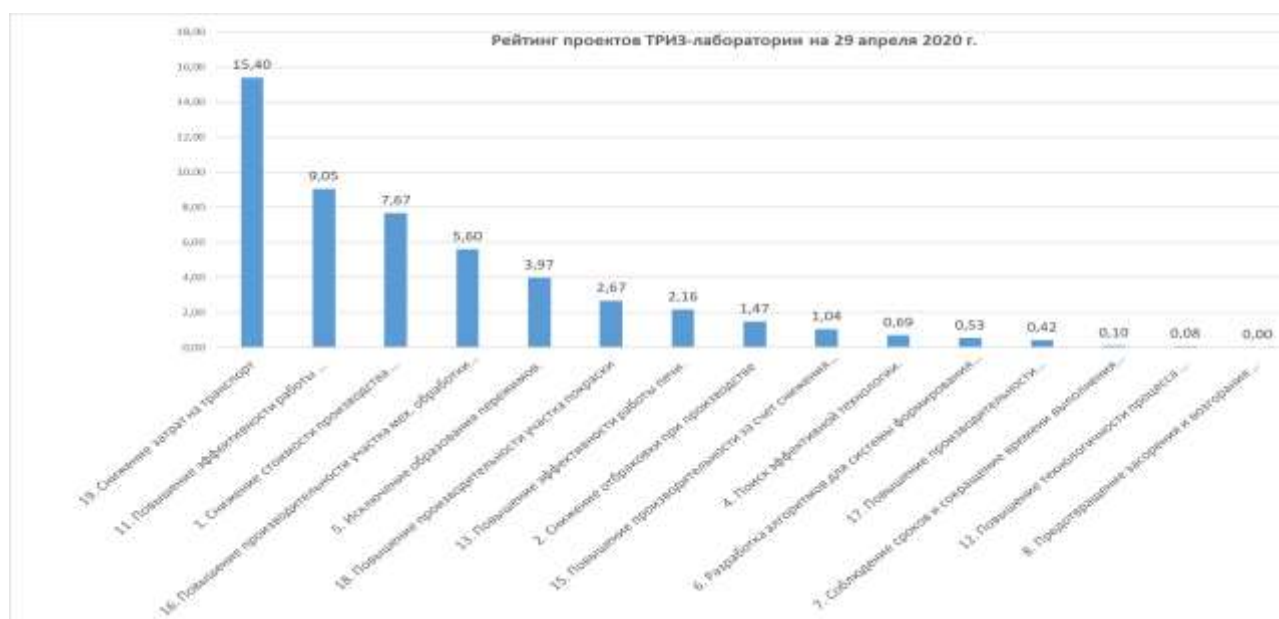


Рис. 8. Пример рейтинга проектов портфеля ТРИЗ-проектов на конец месяца.

На рис. 8 показан пример значений рейтингов ТРИЗ-проектов в портфеле проектов по состоянию на конкретное число. На первом месте в этом рейтинге находится проект 19

«Снижение затрат на транспорт», так как у него высокий ожидаемый экономический эффект, он находится на этапе внедрения и к нему высокий интерес руководства предприятия. Проект 1 «Снижение стоимости производства ...» на третьем месте, хотя часть предложений по этому проекту ведрено. Это связано, в частности, с более низким суммарным экономическим эффектом от этого проекта. На последнем месте в этом рейтинге оказался проект 8 «Предотвращение засорения и возгорания ...» из-за того, что ни одна из предложенных концепций на момент составления рейтинга не была принята к внедрению.

Формальный рейтинг ТРИЗ-проектов помогает принимать решения по выделяемым ресурсам и вниманию к этим проектам, но он не заменяет окончательные решения, которые остаются за руководством ТРИЗ-лаборатории и Совета по ТРИЗ.

Критерии и правила ранжирования ТРИЗ-проектов могут постоянно изменяться в зависимости от опыта управления портфелем проектов и обновлением целей, поставленных перед ТРИЗ-лабораторией.

8.4. Мониторинг динамики состояния портфеля ТРИЗ-проектов

Как уже было показано, характеристики состояния портфеля ТРИЗ-проектов рассчитываются на определенный момент времени. Обычно это делается ежемесячно по итогам месяца. В таблице 2 показан пример распределения проектов и концепций из портфеля ТРИЗ-проектов по этапам жизненного цикла проектов по состоянию на 29 апреля 2020 года. Например, проект 19 находится по состоянию на эту дату на этапе внедрения. Проект 11 имеет 5 концепций, из которых одна концепция еще разрабатывается, по трем концепция разработки завершены, а по одной из концепций идет верификация. По проекту 1 всего 10 концепций, из которых 5 внедрены, одна находится на этапе внедрения, а по четырем идет верификация. Проект 16 находится на предпроектном этапе (этап еще не завершен) и т.д. Таким образом, происходит визуализация состояния всего портфеля ТРИЗ-проектов.

Таблица 2. Пример анализа портфеля ТРИЗ-проектов. Состояние выполнения проектов в соответствии с жизненным циклом ТРИЗ-проектов. 1 – на каком этапе находится проект. Дробное число в таблица – какая доля всех концепций проекта находится на данном этапе.

Проекты по состоянию на 29.04.2020	Идет предпроектный этап	Завершен предпроектный этап	Идет концептуальный проект	Завершен концептуальный этап	Идет верификация	Завершена Верификация	Идет внедрение	Внедрено
Проект 19. Снижение затрат на транспорт	0	0	0	0	0	0	1	0,0
Проект 11 Повышение эффективности работы...	0	0	0,2	0,6	0,2			
Проект 1 Снижение стоимости	0	0	0	0	0,4	0	0,1	0,5
Проект №16. Повышение производительности участка мех.	0							
Проект 5 Исключение образования пережимов	0	0	0	0	1			
Проект №18. Повышение производительности участка ...	0							
Проект 13 Повышение эффективности работы печи	0	0	0	0	1			
Проект 2 Снижение отбраковки при производстве	0	0	0	0	1			
Проект №15. Повышение производительности за счет	0							
Проект 4 Поиск эффективной	0							
Проект 6 Разработка алгоритмов для системы формирования эффективного портфеля заказов	0	0	0	0	0	1		
Проект 17: Повышение производительности ...	0							
Проект 7. Соблюдение сроков и сокращение времени выполнения заказов	0	0	0	1				
Проект 12 Повышение технологичности процесса ...	0	0	1					
Проект 8 Предотвращение засорения и возгорания	0	0	0	1				

Последовательная, от месяца к месяцу, визуализация состояния ТРИЗ-проектов из портфеля проектов дает представление о динамике проектов и соответствии этой динамики утвержденным планам их реализации.

Изменения в портфеле ТРИЗ-проектов могут происходить по многим причинам: задержка в выполнении запланированных работ, отказ от некоторых проектов или заведение новых проектов, изменения в планах реализации проектов, отказ или наоборот разработка новых концептуальных решений в рамках одного проекта, изменения в оценке экономического эффекта от той или иной концепции или проекта (задержка в закупке материалов, проектировании). Эти и другие факторы, безусловно, влияют на рейтинги проектов портфеля ТРИЗ-проектов в целом.

8.5. Мониторинг прогноза выполнения целевых показателей портфеля ТРИЗ-проектов.

Для принятия управленческих решений по портфелю ТРИЗ-проектов ТРИЗ-лаборатории необходимо учитывать, например, сколько проектов может одновременно выполнять ТРИЗ-лаборатория, какой экономический результат мы должны получить, к концу текущего года, на каком этапе и сколько проектов находится сейчас и в ближайшем будущем и т.д. Для планирования динамики выполнения ТРИЗ-проектов для каждого проекта заполняется матрица выполнения проекта по этапам (матрица планирования ТРИЗ-проекта). Пример матрицы планирования реализации ТРИЗ-проекта приведен в таблице 3.

Таблица 3. Пример матрицы планирования ТРИЗ-проекта для проекта 11 «Повышение эффективности работы...» по состоянию на 29 апреля 2020 года. Этапы ТРИЗ-проекта для 5-ти концепций (0.2 - это одна концепция)

	Идет предпроектный этап	Завершен предпроектный этап	Идет концептуальный этап	Завершен концептуальный этап	Идет верификация	Завершена Верификация	Идет внедрение	Внедрено	Всего
январь	1								1
февраль		1							1
март		0,2	0,6	0,2					1
апрель			0,2	0,6	0,2				1
май				0,2	0,8				1
июнь					0,6	0,4			1
июль						0,6	0,4		1
август							1		1
сентябрь							1		1
октябрь							1		1
ноябрь							1		1
декабрь							0,8	0,2	1

Из этого примера матрицы ТРИЗ-проекта видно, что проект начал готовиться в январе 2020 года и в феврале был завершен предпроектный этап. Учитывая высокие риски выполнения ТРИЗ-проектов, предпроектный этап выполняется максимально детально, чтобы собрать как можно больше объективной информации и корректно сформулировать задачи. Как правило, предпроектный этап завершается официальным открытием ТРИЗ-проекта на предприятии.

При переходе на концептуальный этап было выделено 5 задач взаимосвязанных в рамках одного проекта задач, по которым формируется свои дорожные карты для каждого из этих пяти направлений/концепций. Значение 0,2 в матрице – это одна из пяти задач/концепций. Из матрицы видно, что в марте одна задача осталась без движения, по трем задачам шел концептуальный этап, по одной задаче концептуальный этап был завершен. И далее, можно проследить планы по этому проекту до конца года. По этому плану в конце года одна концепция будет внедрена, а по четырем будут идти работы по внедрению. Это означает, в частности, что внедрение по четырем концепциям этого проекта можно ожидать в следующем году. Планы и матрицы планирования ТРИЗ-проектов обновляются ежемесячно.

Матрица планирования ТРИЗ-проектов готовится для каждого проекта из портфеля ТРИЗ-лаборатории. В результате, автоматически формируется матрица планирования для всего портфеля ТРИЗ-проектов, по которой можно видеть текущее состояние портфеля ТРИЗ-проектов и ожидаемую динамику их развития.

На рис. 8 показан пример динамики планируемого количества проектов на разных этапах жизненного цикла ТРИЗ-проектов, подготовленный на основе матриц планирования проектов. В приведенном примере видно, что на момент проведения анализа портфеля ТРИЗ-проектов нет ни одной работы на предпроектном этапе. Это приводит, в частности, к тому, что в августе завершатся все концептуальные работы по проектам и к концу года останутся только работы по верификации и внедрению. Очевидно, что это приведет к существенному дефициту ТРИЗ-проектов в следующем году. Это означает, что для балансирования портфеля ТРИЗ-проектов в мае-апреле должны начаться предпроектные работы сразу по нескольким задачам.

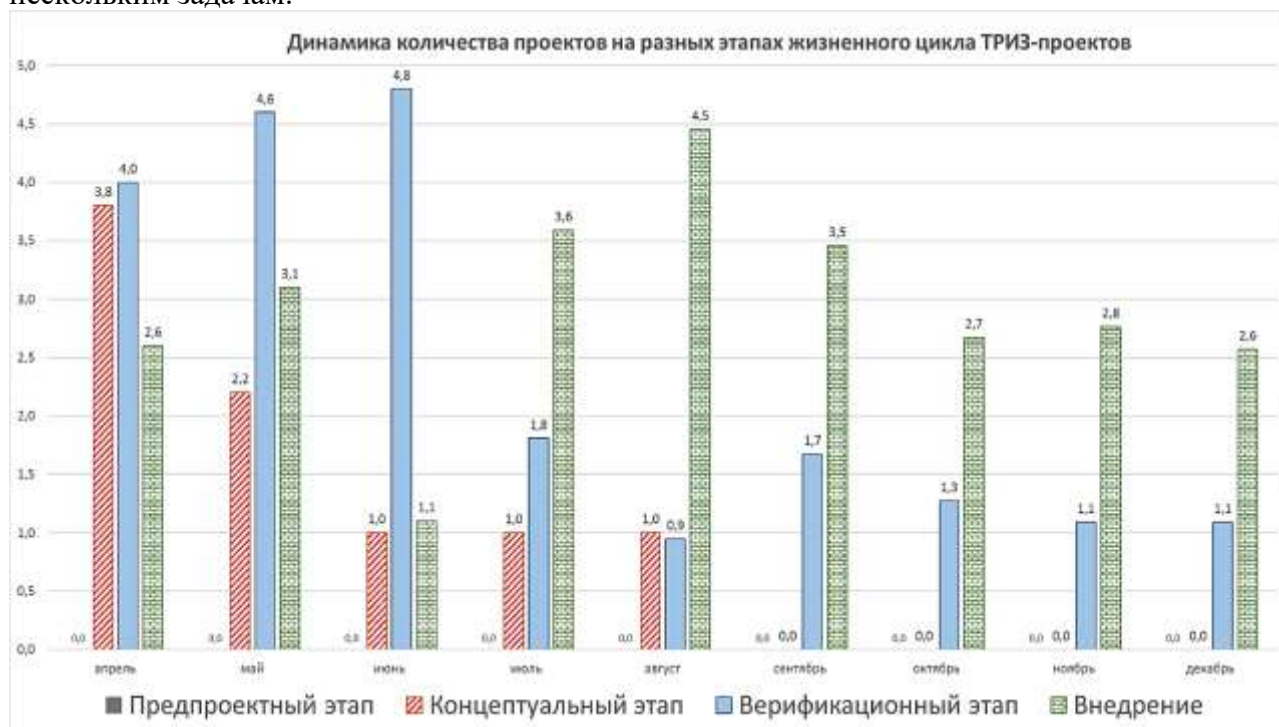


Рис. 9. Пример динамики планируемого количества проектов на разных этапах жизненного цикла ТРИЗ-проектов на основе матриц планирования для всех проектов портфеля ТРИЗ-лаборатории.

Формирование, контроль и управление портфелем ТРИЗ-проектов делает возможным функционирование инфраструктуры ТРИЗ на предприятии более стабильным и эффективным.

9. Заключение.

1. Внедрение ТРИЗ на производственных предприятиях России имеет свои отличительные особенности по сравнению с ТРИЗ-консалтингом и другими формами применения ТРИЗ на практике. Это делает необходимым разработку новых идей, новых организационных форм внедрения ТРИЗ на производственных предприятиях.
2. При внедрении ТРИЗ на предприятиях необходимо опираться на комплексные исследования на основе ТРИЗ-анализа, учитывающие не только техническую и производственную сторону, но и другие аспекты деятельности предприятия: экономические, организационные и другие.
3. Для более эффективного внедрения ТРИЗ на предприятиях необходимо придерживаться концепции «Конвейер ТРИЗ-анализа», которая предусматривает разный уровень вовлеченности специалистов в ТРИЗ-проекты и разный уровень квалификации по ТРИЗ участников жизненного цикла ТРИЗ-проектов.
4. Внедрение ТРИЗ на производственных предприятиях должно происходить на основе создания профессиональной инфраструктуры ТРИЗ. В качестве основы такой инфраструктуры могут выступать стационарные и мобильные ТРИЗ-лаборатории.
5. Для стандартизации методик формирования и выполнения ТРИЗ-проектов на производственных предприятиях необходимо выделять типовые ТРИЗ-проекты. Необходимо, также, на постоянной основе вести реестр нежелательных эффектов предприятия, из которого могут формироваться новые проекты. Большое значение необходимо уделять качеству выполнения предпроектных работ, так как от них, в большой степени, зависит успешность ТРИЗ-проектов в целом.
6. Подготовка кадров по ТРИЗ должна быть нацелена, в первую очередь, на практическую деятельность по формированию и реализации ТРИЗ-проектов на предприятиях. Система подготовки кадров по ТРИЗ должна учитывать особенности производственных задач предприятия, построена по принципам наставничества и включать в себя сертификацию по ТРИЗ, адаптированную к ТРИЗ-деятельности на конкретном предприятии.
7. В целях снижения рисков, повышения стабильности и эффективности деятельности инфраструктуры ТРИЗ необходимо формировать и использовать систему управления портфелем ТРИЗ-проектов.

Ссылки

1. Рубин, М.С. ТРИЗ-анализ Каскада Туломских ГЭС/ М.С. Рубин// Краткая справка, 1993 – <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3643> .
2. Рубин М. С. О выборе задач в социально-технических системах. Сборник научных статей. "ТРИЗ Анализ. Методы исследования проблемных ситуаций и выявления инновационных задач", Москва, 2007 г., , <https://triz-summit.ru/confer/tds-2007/203862/> <https://triz-summit.ru/confer/tds-2007/203814/203825/>
3. Рубин, М.С., Щедрин Н.А. ТРИЗ-анализ промышленного предприятия, Сборник «Проблемы и задачи прагматической аналитики». Серия «Аналитические технологии прагматической аналитики». – М.: Ассоциация развития аналитического потенциала личности, общества и государства «Аналитика», 2019. <https://triz-summit.ru/triz/authors/avtor/rubin/2019-5/>
4. Рубин М.С., Лопатин С.В., Щедрин Н.А., Краев О.А. Методические аспекты развития инфраструктуры ТРИЗ на производственных предприятиях 2019. <https://triz-summit.ru/triz/authors/avtor/rubin/2019-2/>

5. Карпунин, М.Г. Практика проведения функционально-стоимостного анализа в электротехнической промышленности/ М.Г. Карпунин// Энергоатомиздат – Москва,1987. — 288 с
6. Герасимов В.М., Литвин С.С. Единая система ТРИЗ-ФСА. – Журнал ТРИЗ №3.2., 1992. https://r1.nubex.ru/s828-c8b/f2239_83/%D0%96%D1%83%D1%80%D0%BD%D0%B0%D0%BB3-2-92.pdf
7. О системе повышения и подтверждения уровня знаний по ТРИЗ «ИКАР и ДЕДАЛ» <https://triz-summit.ru/certif/>
8. ГОСТ Р ИСО 21504-2016 Управление проектами, программами и портфелем проектов. Руководство по управлению портфелем проектов. Национальный стандарт Российской Федерации. Раздел 5.5.3 Выбор компонентов портфеля проектов. <http://docs.cntd.ru/document/1200140442>
9. Рубин М.С. Сысоев С.С. «Компьютерная программа на основе АРИЗ: «Сомпінно-ТРИЗ» («АРИЗ: от человека к компьютеру»), в сборнике ТРИЗ в развитии/ Сборник научно-исследовательских трудов. Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ. Выпуск 8. Санкт-Петербург, Россия, 2016. – 346. <https://triz-summit.ru/confer/tds-2016/300785/>