

TRIZ Developers Summit 2019

June 13-15, 2019. Minsk, Belarus

Система противоречий в программном комплексе «Compinno-TRIZ»

Михаил Рубин^а, Сергей Сысоев^б

^а*РУСАЛ Менеджмент, Москва, Российская Федерация*

^б*ООО «ПетроМС», Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Abstract

Keywords: TRIZ, ARIZ, algorithm for solving inventive problems, computer program, Compinno-TRIZ

Аннотация

Ключевые слова: ТРИЗ, АРИЗ, алгоритм решения изобретательских задач, компьютерная программа, Compinno-TRIZ,

1. Основные задачи программного комплекса «Compinno-TRIZ»

Основная цель программного комплекса Compinno-TRIZ (Компас инноваций на основе инструментов ТРИЗ) состоит в создании автоматизированной системы поддержки постановки и решения изобретательских задач в разных областях. В основе Compinno-TRIZ лежит идея объединения АРИЗ, функционального анализа и применения инструментов комплексного анализа систем.

Основное противоречие развития современных модификаций АРИЗ [1, 2] связано с двумя взаимопротиворечащими друг другу требованиями:

- АРИЗ должен быть сложным, все шаги должны быть детально расписаны, он должен включать максимальное количество инструментов и информационных материалов;
- АРИЗ должен быть максимально простым для изучения и использования, он должен требовать минимального времени на освоение.

Простое упрощение АРИЗ приводит к деградации его возможностей. В некоторых случаях весь ТРИЗ и АРИЗ сводят просто к использованию таблицы Альтшуллера.

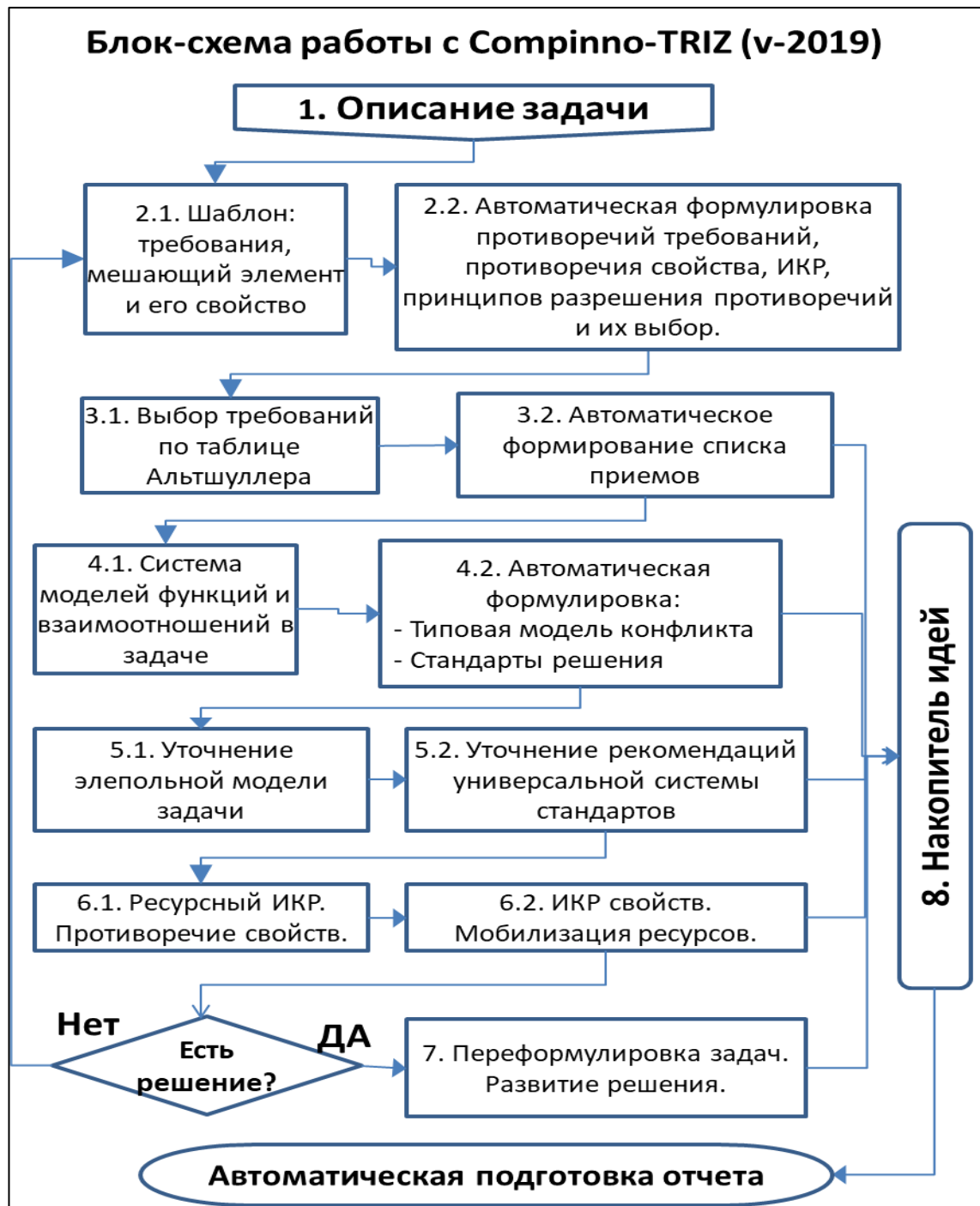
Для удовлетворения противоречивых требований к АРИЗ необходимо использовать АРИЗ с максимальными функциональными возможностями, но очень простой для усвоения и применения пользователем. Таким является АРИЗ-У-2014, реализованный в программном комплексе «Compinno-TRIZ» [3]. Достигается это за счет переноса основной логической и информационной нагрузки алгоритма на компьютерную программу, человеку остаются только самые важные действия и принятие окончательных решений. «Compinno-TRIZ» можно начинать использовать с минимальным уровнем подготовки по ТРИЗ.

2. Подходы к формализации инструментов ТРИЗ в «Compinno-TRIZ»

В настоящее время в состав комплекса Compinno-TRIZ включены:

- АРИЗ-У-2014 – модернизированный АРИЗ-Универсал-2010 [8], позволяющий автоматизировать выполнение ключевых шагов АРИЗ
- Универсальная система стандартов на решение изобретательских задач - 2010, основанная на элепольном анализе
- Компонентный, структурный и функциональный анализ
- Формирование обобщенной функции
- Фрагменты указателя физических эффектов
- Инструменты постановки и переформулировки задач, выявления вторичных задач.

Рис.1. Блок-схема реализации АРИЗ-У-2014 в программном комплексе «Compinno-TRIZ».



АРИЗ-У-2014 - это модификация АРИЗ, адаптированная для применения не только для технических систем, но и для решения изобретательских задач в любой области (бизнес, ИТ и др.) и формализован для применения в компьютерных программах. Некоторые шаги АРИЗ-У-2014 в Compinno-TRIZ делаются полностью автоматически, некоторые шаги выполняются на основе выбора из предлагаемого списка вариантов, часть шагов требует ответа на однозначно поставленные вопросы. Часть шагов остаются в качестве рекомендаций для пользователя. Основная формализация инструментов ТРИЗ коснулась формулированию противоречий и рекомендаций их решения по стандартам на решение изобретательских задач.

На рис. 1 представлена блок схема АРИЗ-У-2014. Программный комплекс Compinno-TRIZ разработан на языке Python и развернут в инфраструктуре Google AppEngine. Интерфейс пользователя реализован в виде веб-приложения, доступного по адресу <http://ariz-2010.appspot.com/>.

3. Выявление и анализ противоречий требований и свойства

В Compinno-TRIZ используются обобщенные понятия, которые можно использовать не только для технических, но и для любых других систем: противоречия требований (аналог понятия технического противоречия в технике) и противоречие свойства (аналог понятия физического противоречия в технике), которые введены в ТРИЗ с 1994 год и используется при решении изобретательских задач в бизнесе и информационных технологиях[5-7].

При анализе проблемных ситуаций очень важно правильно выделить и сформулировать противоречия в рассматриваемой системе. При этом необходимо учитывать три аспекта выделения и формулировки противоречий:

- актуальность противоречий, подтвержденная верификацией системы противоречий требований и свойства
- построение адекватных причинно-следственных связей в системе противоречий требований надсистем и свойства элемента (подэлемента) системы
- использование четкого шаблона для формулировки противоречия требований и свойства.

Можно «придумать» противоречие в любой системе, в любом процессе. Важно доказать его актуальность, важность, злободневность для рассматриваемой системы. Противоречий может быть много, но если противоречие не мешает или есть более важные и злободневные проблемы, то «вялое» противоречие можно пока не решать.

Актуальное, исходное противоречие может быть скрыто от возможности объективного обнаружения. Но оно всегда окружено сетью вторичных событий нежелательного социального, технического, психологического или иного характера. Обнаружение одного или многих вторичных признаков наличия противоречия требований говорит о необходимости искать это противоречие как корень сети нежелательных эффектов (НЭ).

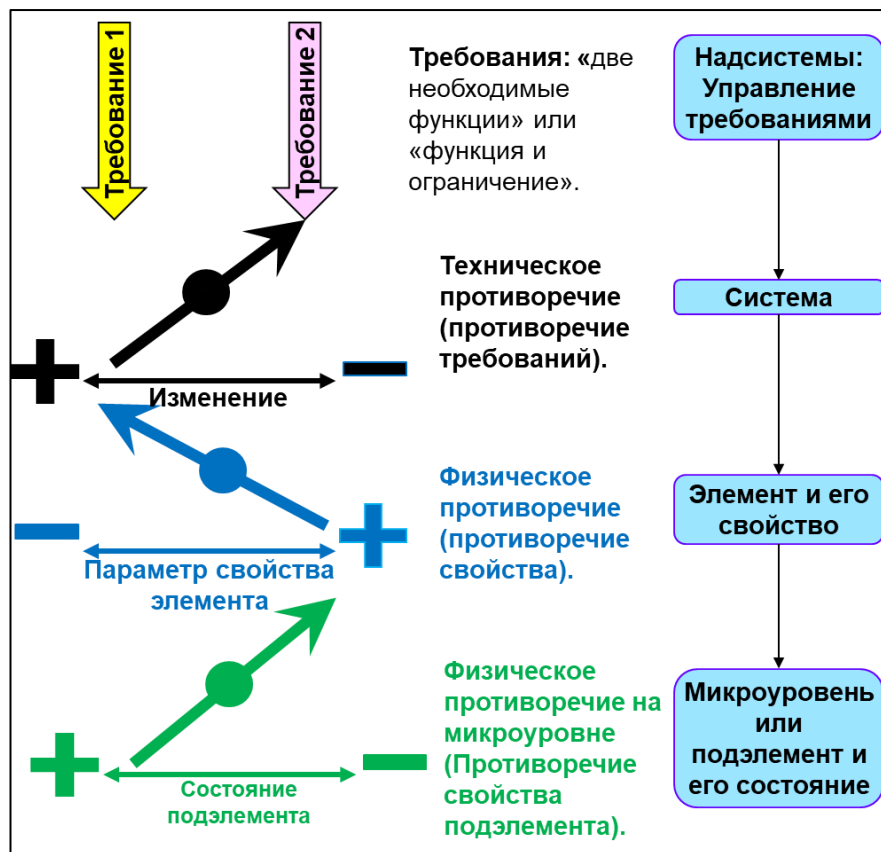
И наоборот. Если есть кандидат на актуальное противоречие требований, то необходимо убедиться в этом, поискав сеть вторичных нежелательных эффектов. В реальности в конкретной ситуации может быть не одно, а несколько взаимосвязанных противоречий (комплекс противоречий).

Можно предложить несколько способов верификации системы противоречий требований и свойства:

- Устойчиво наблюдаются реальные факты, подтверждающие проблемы, связанные со сформулированными противоречиями.
- Сформулированные проблемы являются причиной не одного, а целого ряда (комплекса) реально наблюдаемых проблем

- Необходимо убедиться, что полная реализация сформулированных свойств не приводит к повторному нарушению сформулированных или иных существующих требований
- Допустить недопустимое: при выполнении одного из требований причинно-следственные цепочки сами приведут к последовательному снятию имеющихся ограничений.
- Экстраполяция наблюдаемых параметров развития системы говорит об обострении сформулированных требований или наоборот о потере их актуальности
- Метод системного многоуровневого прогнозирования (анализ противоречий в надсистеме и во времени, сформулированные противоречия в системе должны согласовываться со связанными противоречиями в подсистеме и в надсистеме и историческими тенденциями).
- Еще один прием – поиск или реализация прямого и противоположного эксперимента. Может быть где-то уже пробовали реализовать то, что Вы еще только хотите сделать.

Рис.2. Иерархическая система противоречий требований надсистемы и свойства элемента и подэлемента.



Можно выделить признаки и условия противоречий:

Необходимые условия проявления противоречия:

- Изменение в системе, приводящее к улучшению одного требования (параметра, функции), приводит к ухудшению другого требования (параметра, функции, ограничения)
- Существует система взаимосвязанных противоречий на разных иерархических уровнях: ТП – ФП – микро-ФП (рис. 2).

Глубина псевдо «противоречий» и актуальных противоречий:

- «противоречия» с нарушением причинно-следственной цепочки
- «противоречия» тавтологии – не содержат ПСЦ или их иерархию
- Противоречия без подтверждения актуальности требований

- Актуальные противоречия, которые можно разрешить без изменения принципа действия
- Узловые противоречия, которые присущи данному принципу действия и не могут быть разрешены полностью без изменения принципа действия

Достаточные условия проявления противоречий:

- Выполняется ряд признаков верификации противоречий
- Противоречие окружено «метастазами» вторичных объективных признаков невыполненных требований

3. Опыт применения «Compinno-TRIZ»

В настоящий момент уже имеется успешный опыт применения программного комплекса «Compinno-TRIZ» при анализе и решении изобретательских задач из области техники, бизнеса, информационных технологий. Комплекс удобен при обучении инженеров, студентов университетов, школьников и преподавателей дополнительного образования.

Результатом применения Compinno-TRIZ часто является полное или частичное устранение инерции мышления в области решаемой задачи, а также большое количество свежих идей, возникающих при «борьбе с формулировками». Кроме того, у пользователя не возникает задачи самостоятельного поиска по информационному фонду, поскольку соответствующие задаче стандарты, формулировки и методы формируются автоматически на основе формализованного описания задачи.

Рис.3. Шаблон для формулировки противоречий в Compinno-TRIZ. Задача об уставном капитале страховой компании.

Противоречия


Показать/Скрыть описание

Требование 1 (функция)		Требование 2 (другая функция или ограничение)
Узнать информацию об уставном капитале ст		Сотрудник страховой компании не должен нарушат
Что можно предпринять для выполнения Требования 1	Элемент системы	Противоположное действие или альтернативная реализация
Подкупить сотрудника	Вопросы к сотруднику	не подкупать сотрудника
Для выполнения T1 свойство должно быть:	Свойство элемента (параметр)	Для выполнения T2 свойство должно быть:
касается уставного капитал	содержание вопроса	не касается уставного капитала

ЗАДАЧА.

В качестве примера рассмотрим ход решения задачи об уставном капитале страховой компании. Агент получил задание узнать у сотрудника страховой компании величину уставного капитала их компании. Но в 1994 году это была закрытая информация и сотрудник страховой компании обязан был держать эту информацию в тайне. Сотрудник не

подозревает Агента в его намерениях и не знает какую информацию от него хотят получить. Агент может познакомиться с сотрудником страховой компании, говорить с ним на различные темы, но как получить от него хотя бы примерную оценку уставного капитала компании?

Рис. 4. Работа с матрицей Альтшуллера в Compinno-TRIZ. Можно выбирать полную таблицу Альтшуллера или укороченный вариант – только общесистемные требования и приемы преодоления противоречий.

Compinno-TRIZ Уставной капитал страховой компании Стандарты Принципы Физ.эффекты Справка Отчет

ЭТАПЫ ПРОЕКТА
Описание
Противоречия
Матрица
Приемы
Функции
Модели решения
Элеполи
Микроуровень
Задачи
Идеи

Назад Далее

© Copyright 2013. Михаил Рубин, Сергей Сысоев

Матрица Альтшуллера

Выбранное противоречие требований

ЕСЛИ не подкупать сотрудника ТО выполняется требование Сотрудник страховой компании не должен нарушать условия секретности, НО НЕ выполняется требование Узнать информацию об уставном капитале страховой компании.

Полная таблица Альтшуллера ☐

Что необходимо улучшить:

Что при этом ухудшается: +

Выбранные пары параметров

24. Потери информации	25. Потери времени	
24. Потери информации	30. Вредные факторы, действующие на объект	

Далее приведена выписка из автоматически сформированного отчета о ходе анализа задачи.

Противоречия. Экспресс-Шаблон

Противоречие требований.

ЕСЛИ не подкупать сотрудника ТО выполняется требование Сотрудник страховой компании не должен нарушать условия секретности, НО НЕ выполняется требование Узнать информацию об уставном капитале страховой компании.

Противоречие свойства

СВОЙСТВО содержание вопроса ЭЛЕМЕНТА Вопросы к сотруднику должно быть касается уставного капитал, чтобы узнать информацию об уставном капитале страховой компании и должно быть не касается уставного капитала , чтобы Сотрудник страховой компании не должен нарушать условия секретности .

ИКР: Вопросы к сотруднику со свойством не касается уставного капитала содержание вопроса САМ(А) позволяет узнать информацию об уставном капитале страховой компании.

Ресурсный ИКР: X-ресурс (из ресурсов системы) на месте элемента Вопросы к сотруднику, сохраняя его характеристику не касается уставного капитала содержание вопроса, должен САМ в течение оперативного времени в пределах оперативной зоны обеспечивать возможность выполнять требование Узнать информацию об уставном капитале страховой компании .

Микроресурсный ИКР:

Подэлементы в оперативной зоне взаимодействия объектов Агент, Вопросы к сотруднику, Информация об уставном капитале, Сотрудник, X-элемент, сохраняя характеристику не касается уставного капитала содержание вопроса, САМИ в течение оперативного времени выполняют требование Узнать информацию об уставном капитале страховой компании .

Выбранные принципы разрешения противоречий:

Системный переход: В надсистеме или подсистеме обладает свойством касается уставного капитал, в подсистеме или надсистеме обладает свойством не касается уставного капитала.

В отношениях: По отношению к одному объекту обладает свойством касается уставного капитал, по отношению к другому объекту обладает свойством не касается уставного капитала.

Приемы по таблице Альтшуллера.

Конфликтующие параметры: 24. Потери информации - 30. Вредные факторы, действующие на объект; 24. Потери информации - 25. Потери времени.

Приемы, рекомендованные на основе выбора принципов разрешения противоречий:

01. Принцип дробления (*комментарий: вопрос разбить на несколько*)

10. Принцип предварительного действия (*комментарий: перед основным вопросом предпринять отвлекающие действия или вопросы*)

22. Принцип "обратить вред в пользу" (*комментарий: использовать на пользу нежелание сотрудника раскрывать секрет*)

24. Принцип посредника (*комментарий: косвенную информацию использовать для получения основной информации*)

26. Принцип копирования (*комментарий: получить не сам нужный ответ, а его «копию», отражение, связанную с ответом информацию*).

Система конфликтующих функций.

Функция или взаимоотношения	Тип функции (взаимоотношений)
Вопросы к сотруднику не содержат Информацию об уставном капитале	вредная
Вопросы к сотруднику содержат Информацию об уставном капитале	полезная

Требуется устранить вредную функцию.

Рекомендации функционального анализа.

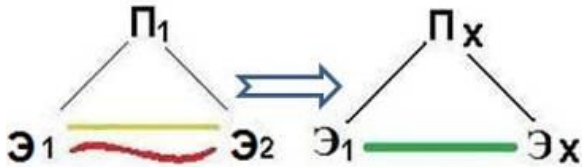
Исключить необходимость выполнения одной из следующих функций (свертывание):

- Нет необходимости в функции Вопросы к сотруднику содержат Информация об уставном капитале.
- Вместо Вопросы к сотруднику функцию содержат выполняет другой ресурсный элемент; Элемент Информация об уставном капитале сам выполняет эту функцию.
- Нет необходимости в функции Вопросы к сотруднику содержат Информация об уставном капитале.

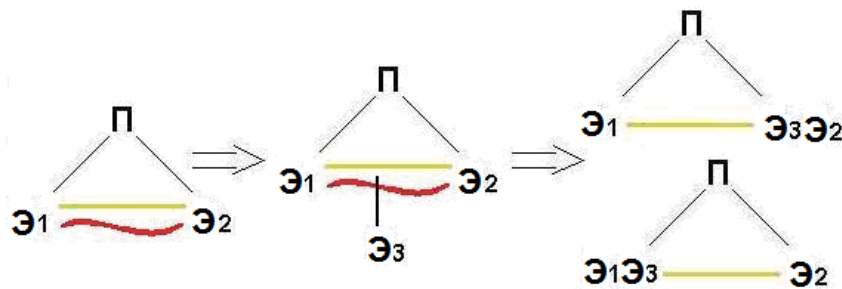
Рекомендуемые стандарты:

Стандарт U1.2.1 Устранение вредных связей заменой, изменением или дополнением элементов

Если между двумя элементами в элеполе возникают сопряженные – полезное и вредное – действия, задачу решают заменой (изменением) одного из элементов или введением третьего элемента.



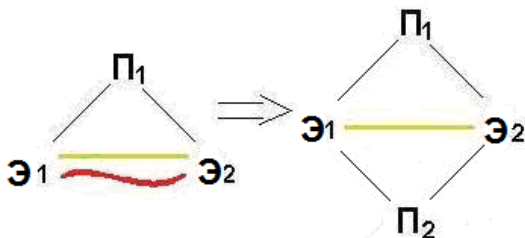
Замена (или изменение) Э2 должно быть сделано так, чтобы положительное взаимодействие между элементами сохранилось, а отрицательное – исчезло (отсутствующий элемент Эх выполняет сам полезное действия не создавая вредные взаимодействия). Для этого должен быть сформирован идеальный образ элемента Эх: какие его параметры, свойства, характеристики должны сохраниться от Э2, какие должны исчезнуть, а какие - добавиться. Переход от элемента Э2 к элементу Эх может привести и к замене (изменению) поля П1 на поле Пх



Устранение нежелательного взаимодействия может быть реализовано введением элемента Э3. Элемент Э3 либо нейтрализует, либо оттягивает на себя плохое взаимодействие. Элемент Э3 в элеполе можно вводить различными способами: в виде добавки к Э1 или Э2; использовать в качестве Э3 видоизменения Э1 и/или Э2; использовать дешевое, даровой Э3; для минимизации воздействия поля вводят защитный элемент Э3; для максимизации воздействия вводят локально-усиливающий элемент Э3.

Стандарт U1.2.2 Устранение вредных связей дополнением полей

Если между двумя элементами в элеполе возникают сопряженные – полезное и вредное – действия, то задачу решают переходом к двойному элеполю, в котором полезное Действие остается за полем П1, а нейтрализацию вредного действия (или превращение вредного действия во второе полезное действие) осуществляет П2.



Рекомендуется применить линии введения элементов и полей.

Идеи решения.

Контрольное решение: Первые вопросы должны быть отвлеченными и не касаться уставного капитала (например, о собаках, выставках и т.д.). Затем к этим вопросам нужно добавлять утверждения (не вопросы!), которые не касаются напрямую уставного капитала (мне знакомые говорили на выставке собак, что в ближайшее время будут закрыты страховые компании с уставным капиталом XXXX рублей). По эмоциональной реакции сотрудника будет видно выше или ниже этого уровня уставной капитал в его компании.

5. Заключение (что дальше)

1. Программный комплекс «Compinno-TRIZ» позволяет формулировать и решать изобретательские задачи не только в технике, но и в нетехнических областях. Область применения комплекса Compino-TRIZ расширяется за счет того, что при подготовке модели задач используются не только модели функций, но и обобщенные модели взаимоотношений компонентов системы.
2. Формализация отдельных шагов АРИЗ позволяет формулировки противоречий, ИКР и стандартов предоставлять пользователю в автоматическом режиме.
3. При выделении противоречий необходимо проводить верификацию их актуальности и контролировать адекватность построенных причинно-следственных связей в противоречии требований от надсистем и свойства элемента системы. Система противоречий должна составлять иерархию связей: подсистема – система – надсистемы.
4. Программный комплекс «Compinno-TRIZ» применяется при решении реальных задач и при обучении инженеров, студентов, школьников и преподавателей.
5. Планируется дальнейшее развитие программного комплекса «Compinno-TRIZ»:
 - Добавить в комплекс возможности изучения ТРИЗ с одновременным решением задач.
 - Подключить к комплексу технологию аттестации по системе «ИКАР и ДЕДАЛ». Сделать автоматическую аттестацию на 1-й уровень на основе разборов задач по Compinno-TRIZ и изученных материалов.
 - Добавить возможности функционально-стоимостного (элемента-стоимостного) анализа
 - Добавить выход на указатель физических и других эффектов.
 - Добавить переход к бизнес-моделям <https://sites.google.com/view/trizbm>
 - Развивать функционал внешнего тренера/инструктора и эксперта. Контроль за правильностью выполнения шагов и уровнем освоения инструментов ТРИЗ.
 - Вводить в комплекс возможности методов интеллектуальных систем.

Ссылки

1. Альтшуллер Г.С. АРИЗ — значит победа. Алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-85-В.- Правила игры без правил / Сост. А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1989.-280 с. - (Техника - молодежь - творчество), с. 11-50.
2. Петров В.М. История развития алгоритма решения изобретательских задач – АРИЗ. Издание 2-е, Тель-Авив, 2008
3. Рубин М.С., Сысоев С.С., Compino-TRIZ – программный комплекс постановки и решения изобретательских задач. 2014 <http://triz-summit.ru/file.php/id/f300069-file-original.pdf>

4. Рубин М.С. Универсальный алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ-Универсал-2010). Версия от 20 декабря 2010 года, <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=4575>
5. Семинар "ТРИЗ и бизнес" в страховой компании, Петрозаводск, 1994 г., <http://temm.ru/ru/section.php?docId=3620>
6. Курьян А.Г., Об уточнении понятия противоречия в ТРИЗ, 2014 г., Минск, <http://triz.by/articles/refinement-of-the-notion-of-contradiction-in-triz.html>
7. Рубин М.С. О противоречии требований и противоречии свойства в бизнесе, Санкт-Петербург, 2016, <http://triz-summit.ru/confer/tds-2016/303275/>
8. Рубин М.С., Универсальная система стандартов на решение изобретательских задач – 2010. Версия от 18.02.2012. www.triz-summit.ru/ru/203798/205151/205266/205416/205422/
9. Рубин М.С., Сысоев С.С., Применение ТРИЗ в проектировании и разработке ПО, SECR-2017, <http://2017.secrus.org/program/submitted-presentations/applications-of-triz-methods-in-sw-development>
10. Рубин М.С., Сысоев С.С., АРИЗ: от человека к компьютеру. 2016. <http://triz-summit.ru/file.php/id/f302298-file-original.pdf/name/compinno-2016-2.pdf>