

САММИТ РАЗРАБОТЧИКОВ ТРИЗ



ТРИЗ в развитии

TRIZ in Evolution

**Материалы научно-практической
конференции**

**Materials of scientific-and-practical
conference**

Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ

Выпуск 9

TRIZ Developers Summit Library

Volume 9

Санкт-Петербург, Россия/St. Petersburg, Russia

20-22 июня 2017 г./ June 20-22, 2017

ТРИЗ в развитии/ Сборник научно-исследовательских трудов. Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ. Выпуск 9. Санкт-Петербург, Россия, 2017. – 300 с.

Сборник научных статей «ТРИЗ в развитии» предназначен для специалистов по ТРИЗ, инженеров, изобретателей, специалистов по инновациям и преподавателей по этим дисциплинам. Сборник включает актуальные разработки специалистов по ТРИЗ в области инноваций, образования по ТРИЗ, подготовки исследователей, а также по теме ТРИЗ и наука.

Статьи публикуются в авторской редакции.

Составители: А.В. Ефимов, В.М. Петров, М.С. Рубин,

© ТРИЗ Саммит, 2017

© А.В. Ефимов, В.М. Петров, М.С. Рубин

TRIZ in evolution/ Collection of scientific papers. Library of TRIZ Summit developers. Issue 9. Saint-Petersburg, Russia, 2017. – 300 p.

Collection of scientific papers “TRIZ in evolution” is intended for TRIZ specialists, engineers, inventors, specialists on innovation and teachers of these disciplines. The collection includes actual developments of TRIZ specialists in the field of innovation, TRIZ education, training of researchers as well as materials on the topic of TRIZ and science.

The articles are published in original authors’ versions.

Compiled by: A.V. Efimov, V.M. Petrov, M.S.Rubin.

© TRIZ Sammit, 2017

© A.V. Efimov, V.M. Petrov, M.S. Rubin

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
РАЗДЕЛ 1. О жизни и творчестве Р.Б. Шапиро.....	12
Петров В. Рафаэль Борисович Шапиро (Рафик Бахтамов).....	12
РАЗДЕЛ 2. Развитие ТРИЗ как науки	25
Амнуэль П. Р. Научная фантастика и фантастическая наука.....	25
Бушуев А.Б. Скоростная инновация в рамках теории катастроф и ТРИЗ	41
Голдовский Б.И. О логике работы с противоречиями	55
Горобченко С.Л. Инжиниринговые задачи и методы их решения. Алгоритм решения инжиниринговых задач (АРИнЗ©)	72
Дьяченко А.П. Принципы и методы ТРИЗ в искусствоведческих исследованиях.....	87
Лебедев Ю.В., Логвинов С.А. Формулирование парных функций	104
Мисюченко И. Теория гравитации, ТРИЗ и эволюционное системоведение	110
Михайлов В.А. Окислительно-восстановительные реакции в патентах на изобретения.....	119
Певзнер Л. Захват типоразмерного ряда.....	130
Петров В. Анализ требований ТП и свойств ФП.....	146
Рубин М.С., Рубина Н.В. Эволюция мира: цивилизация или микробы	165
Таратин Н.В., Фейгенсон Н.Б. Наука о данных и ТРИЗ: сравнительный анализ механизмов развития	175
Фейгенсон Н. Б., Фейгенсон О.Н. Антихрупкость - взгляд с позиций ТРИЗ	184
РАЗДЕЛ 3. Инновации и бизнес	197
Марков А.М. Авторы, заявители, патентообладатели	197
Певзнер Л. Биологическая металлургия	200
Рубин М.С., Курьян А.Г. ТРИЗ-навигатор по бизнес-моделям	206
Рубин М.С., Курьян А.Г. Противоречия и элепольный анализ в бизнес- системах	227
РАЗДЕЛ 4. ТРИЗ образование	245
Бояркина В.И. ТРИЗ – от деревни до интернета и от лирики до физики.	245
Вахрушев С. А., Дмитриев В.А. Анализ некоторых проблем здоровьесбережения в образовательном процессе и подходы к их решению с позиций ТРИЗ	252

Ермолов К. А. Манойлов В. В. Образовательная программа «ТРИЗ в практической электронике» - кратчайший путь к инновациям	258
Петров В. Серия книг «ТРИЗ от А до Я».....	270
Рубина Н.В. Кубок ТРИЗ Саммита: особенности заданий конкурса, критерии оценки работ, краткий разбор работ победителей.....	277
Трофименко Р.В., Давыдова В.Ю., Таратенко Т.А. Использование педагогической мастерской по ТРИЗ для знакомства с методами решения творческих задач	291
УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ	296
ДЕКЛАРАЦИЯ Саммита разработчиков ТРИЗ.....	298

Table of Contents

INTRODUCTION	11
SECTION 1. On life and creative activity of R.B. Shapiro.	12
Petrov V. Rafael Borisovich Shapiro (Rafik Bahtamov)	12
SECTION 2. Development of TRIZ as a science	25
Annuel P. R. Science fiction and fantastic science	25
Bushuev A.B. Rapid Innovation by the Theory of Catastrophes and TRIZ.....	41
Goldovsky B.I. About the Logic of Working with Contradictions	54
Gorobchenko S. Engineering tasks and methods of their solving. Algorithm of engineering tasks solving (ARInZ©)	72
Diachenko A.P. TRIZ principles and methods in research of art	86
Lebedev Y.V., Logvinov S.A. Pair (couple) functions formulation.....	104
Misuchenko I. The gravitation theory, TRIZ and Evolutionary system science ...	109
Mikhailov V.A. The oxidation-reduction reactions in invention patents	119
Pevsner L. Standard series capture.....	130
Petrov V. TC requirements and PC properties analysis.....	146
Rubin M. S., Rubina N.V. World Evolution: Civilization or Germs.....	164
Taratin N.V., Feygenson N.B. Data science and TRIZ: comparative analysis of development mechanisms	175
Feygenson N., Feygenson O. Antifragility – TRIZ based viewpoint	184
SECTION 3. Innovations and business.....	197
Markov A.M. Inventors, applicants, holders of a patent	197
Pevzner L. Biological metallurgy	200
Rubin M. S., Kuryan A. G. TRIZ-Navigator for Business Models.....	206
Rubin M. S., Kuryan A. G. Contradictions and element-field analysis in business systems	227
SECTION 4. TRIZ education.....	245
Boyarkina V.I. TRIZ – from a village to the Internet and from lyrics to physics .	245
Vakhrushev S. Dmitriev V. On the analyses of some aspects of health-keeping in education: approaches to their resolving from the position of TRIZ.....	252
Ermolov K.A. Manoylov V.V. Educational program “TRIZ in practical electronics” – the shortest way to innovations	258

Petrov V. Петров В. The series of books “TRIZ from A to Z”	270
Rubina N.V. TRIZ Summit Cup: Рубина Н.В. Кубок ТРИЗ Саммита: specifics of tasks, work assessing criteria, the winners works brief analysis	276
Trofimenko R.V., Davydova V.Y., Taratenko T.A. Studying the methods of creative taskes solving using pedagogical TRIZ workshop.....	291
INDEX OF AUTHORS	296
"Summit of TRIZ Developers" DECLARATION.....	299

Конференция Саммита разработчиков ТРИЗ 2017

«ТРИЗ В РАЗВИТИИ»

Посвящена памяти одного из основоположников ТРИЗ

Рафаэля Борисовича Шапиро (Р. Бахтамова)

«Маркс вывел законы развития общества, Дарвин вывел законы развития живых организмов, а мы выведем теорию, которая даст миру законы развития машин».

Рафаэль Шапиро, ~1946 год.

Conference of TRIZ developers' summit- 2017

“TRIZ IN EVOLUTION”

Dedicated to the memory of one of the founders of TRIZ

Rafael Borisovich Shapiro (R. Bahtamov)

*“Marks has discovered the laws of human society development,
Darwin has discovered the laws of alive organisms development,
we will develop the theory which gives the world the laws of
machinery development”*

Rafael Shapiro, ~ 1946 year

ВВЕДЕНИЕ

«Саммит разработчиков ТРИЗ» – это общественная организация, созданная по инициативе исследователей в области ТРИЗ. Основная задача ТРИЗ Саммита – организовать взаимодействие разработчиков и исследователей в области развития ТРИЗ как науки. Деятельность Саммита разработчиков ТРИЗ связана с ежегодными научно-исследовательскими семинарами по ТРИЗ, которые проходят в девятый раз, начиная с 2005 года по разной тематике:

- 2005 год – общие вопросы развития ТРИЗ как науки;
- 2006 – Законы Развития Технических Систем;
- 2007 год – ТРИЗ анализ. Методы исследования проблемных ситуаций и выявления инновационных задач;
- 2008 год – Развитие инструментов решения изобретательских задач;
- 2009 год – Разработка нового поколения АРИЗ;
- 2010 год – Методы прогнозирования на основе ТРИЗ;
- 2011 год – Принцип действия систем;
- 2012 год – Выявление вторичных задач. АРИЗ нового поколения;
- 2013 год – Развитие вепольного анализа. Изобретательское мышление;
- 2014 год – Координация и интеграция инструментов ТРИЗ;
- 2015 год – ТРИЗ в развитии. Образование по ТРИЗ.
- 2016 год – ТРИЗ в развитии. Развитие ТРИЗ как науки.
- 2017 год – ТРИЗ в развитии.

В работе конференций ТРИЗ Саммита за тринадцать лет приняли участие специалисты по ТРИЗ из разных стран: России, США, Германии, Италии, Израиля, Нидерландов, Финляндии, Латвии, Южной Кореи, Тайваня, Азербайджана, Эстонии, Беларуси, Украины, Молдовы и других стран.

В библиотеке Саммита разработчиков ТРИЗ с 2007 года выпущено девять сборников материалов. В настоящем сборнике представлены актуальные разработки по темам «Развитие ТРИЗ как науки», «Инновации и бизнес», «ТРИЗ-образование». Отдельный раздел посвящен докладу о жизни и творчестве Р.Б. Шапиро. На сайте www.triz-summit.ru статьи и аннотации представлены на русском и на английском языке.

Составители: А.В. Ефимов, В.М. Петров, М.С. Рубин

Июнь 2017 г.

INTRODUCTION

“TRIZ developers’ summit” – is a public organization, created according to the initiative of TRIZ researchers. The main task of TRIZ summit is to organize mutual contacts between developers and researchers in the field of TRIZ development as a science. The activity of TRIZ developers’ summit is associated with annual scientific seminars on TRIZ, which are now conducted for ninth time, starting with 2005 and embracing different themes:

- 2005 – general issues of evolution of TRIZ as a science;
- 2006 – Trends of Engineering systems evolution;
- 2007 – TRIZ analysis. Methods of researching problem situations and identification of innovation tasks;
- 2008 – Development of tools for inventive problem solving;
- 2009 – Development of new generation of ARIZ;
- 2010 – TRIZ based forecasting methods;
- 2011 – Principles of systems operation;
- 2012 – Identification of secondary problems. New generation of ARIZ;
- 2013 – Development of Su-Field analysis. Inventive thinking;
- 2014 – Coordination and integration of TRIZ tools;
- 2015 – TRIZ in evolution. TRIZ education.
- 2016 – TRIZ in evolution. Development of TRIZ as a science.
- 2017 – TRIZ in evolution.

Specialists of many countries took part in the operation of TRIZ Summit conferences: Russia, USA, Germany, Italy, Israel, Netherlands, Finland, Latvia, South Korea, Taiwan, Azerbaijan, Estonia, Belarus, Ukraine, Moldova and other countries.

Nine collections of materials were issued as part of the TRIZ developers’ library. The present collection contains vital developments on the following topics: “Development of TRIZ as a science”, “Innovations and business”, “TRIZ education”. There is a special section with reports on life and creative activity of R.B. Shapiro. For articles and summaries in Russian and in English see the following web-site: www.triz-summit.ru.

Compiled by: A.V. Efimov, V.M. Petrov, M.S. Rubin.

СТАТЬИ И АННОТАЦИИ К ТРИЗ САММИТУ 2017

ARTICLES AND SUMMARIES FOR TRIZ SUMMIT 2017

РАЗДЕЛ 1. О жизни и творчестве Р.Б. Шапиро. SECTION 1. On life and creative activity of R.B. Shapiro.

Petrov V. Rafael Borisovich Shapiro (Rafik Bahtamov)

Abstract: The article describes brief biography of Raphael Shapiro.

Keywords: *TRIZ, Inventor, Writer, Jjournalist, Publicist, Political and Economic Commentator.*

Петров В. Рафаэль Борисович Шапиро (Рафик Бахтамов)

Аннотация: В статье кратко излагается биография Рафаэля Шапиро.

Ключевые слова: *ТРИЗ, изобретатель, писатель, журналист, публицист, политический и экономический комментатор.*

Детство и юность

Рафаэль Борисович Шапиро родился 13 января 1926 года в Москве, где он жил до 1931. В этом году его отца арестовали по «Шахтинскому делу».

Папу «...просто арестовали у дома ночью, когда он вместе с мамой возвращался из театра. Месяца через два маме объявили под расписку решение ОСО (Особого совещания): экономическая контрреволюция, пять лет» [1].

«Брат только родился, но сомнений у мамы не было: надо ехать. Праздник продолжался: снова каждый вечер у нас собирались гости. Листали какие-то карты, железнодорожные справочники. Оказалось, что Долинка — это Казахстан, около Караганды. Денег у нас не было: имущество конфисковали. Один из папиных друзей выложил на стол толстую пачку денег: «взаймы». Мама покраснела, но не спорила. Дорога предстояла дальняя. Сначала в Баку, к родителям — оставить брата, потом снова в Москву, а уже оттуда в Караганду» [1].

Караганда, 1932—1933

Они приехали в Караганду и поселились в семье немцев, которые там жили еще с времен Екатерины.

Вскоре «отца снова законвоировали, а затем этапировали в Сибирь. Даже я понимал, что Сибирь слишком велика, чтобы туда можно было просто так ехать, что нужен адрес. Прошло несколько месяцев, прежде чем отец сообщил

его нам. К тому времени деньги кончились и начался голод (1933 год – ВП). Мы попали в ловушку» [1].

«Наш баланс был проще: 130 рублей — зарплата машинистки (стучать на машинке мама научилась в благодатные годы военного коммунизма) и пачка зеленого чая, которую выдавали на работе. Буханка хлеба (2 кг.) стоила 60 рублей, еще буханку мы выменивали на чай у казахов. Итого 6 килограммов хлеба. В месяце, как известно, тридцать дней, и нас было двое. Выходило 100 граммов в день на человека. Сначала меня подкармливали хозяева. Видимо, за те полтора столетия, что семья жила в этих краях, они сумели что-то скопить. Но с доходами у них тоже было плохо: забегая к ним, я видел, что их просторный дом пустеет. Они были странные люди. За нашу хибарку мама платила им десять рублей в месяц — так договорились с самого начала. Может быть, в тридцать втором году, это были деньги. Однако уже через несколько месяцев это было почти ничего. Но о повышении квартплаты хозяева не желали слушать: договор дороже денег. И каких-то приезжих кулаков они подкармливали. Презирали, но подкармливали. Иначе нельзя, Бог не велит.

В то же время при сдаче хибарки нам поставили жесткие условия. Например, мама, уходя на работу, не имела права отдавать мне ключ («ребенок обязательно потеряет»), а тем паче оставлять меня в незапертой квартире («ребенок кому хочешь откроет»). Так что у меня было на выбор две возможности: гулять до маминого возвращения или сидеть в запертой квартире. Я выбрал первую. Сидеть в запертой квартире было нестерпимо скучно. Вышивки на стенах: дородная фрау с младенцем, две толстых девочки с бантиками, экипаж, запряженный упитанными лошадьми, я давно знал наизусть. Кстати, именно из-за этих вышивок хозяева так боялись воров. Вышивки были дороги как память.

Спорить было бессмысленно. Ворами не нужны вышивки? Усмешка и пожатие плеч. Вышивки можно убрать? Усмешка и презрительный взгляд: они висят здесь восемьдесят семь лет. Мама отступила. Я стал уличным» [1].

Матери приходилось ходить на работу. Утром и вечером они питались кипятком с хлебом.

«Это был неторопливый, торжественный, до мелочей продуманный церемониал. Белоснежная скатерть, чистейший лист бумаги. Старый, но острый нож, который потом протирался специальной тряпочкой. Тончайшие, до прозрачности, листочки хлеба. Чуть желтоватый, заправленный травами, обжигающий рот чай. И на закуску самое вкусное — крошки. Их всегда набиралось много» [1].

Маме пришлось заложить единственную ценность — обручальное кольцо. «Для мамы с кольцом было связано все: замужество, ожидание, уверенность в том, что муж вернется» [1].

БАМ

Наконец-то «вспомнили» о основной специальности отца и отправили на БАМ. Ему разрешили забрать семью из Казахстана и они переехали на место работы отца.

Однажды отец с товарищами ехал на дрезине. Вдруг из-за поворота они увидели, что настрочу им мчится курьерский поезд «Транссибирский экспресс». Они резко затормозили и отец ударился головой о рельсу, получив тяжелую травму головы. Операцию делал «хирург с мировым именем, приговоренный к расстрелу по первому делу врачей. Потом расстрел заменили десятью годами» [1]. «После операции папе дали направление в институт Бурденко и шестимесячную путевку в Сухуми. Сопровождать его должна была мама. И сразу же встал вопрос, что делать со мной. Я и без того учился неважно — сказывался голод и бесконечные переезды (БАМ двигался с запада на восток), а тут получилось, что мне дважды за год придется менять школу. В конце концов решили, что по пути в Сухуми меня завезут в Баку, к кому-то из родственников, и оставят там до конца следующего учебного года» [1].

Баку

Так Рафик оказался в Баку.

В конце 1937 года за Рафиком приехала мать, и они отправились в Сибирь к отцу.

В 1939 году семья переехала в Баку. «Ни снять, ни купить квартиру папе не удавалось, и мы жили у тети. Стесняли их и маялись сами: две семьи, восемь человек — слишком много даже для трех просторных комнат. И, что еще хуже, нас не прописывали. То есть давали временную прописку — на три месяца. С этой пропиской было трудно купить квартиру и устроиться на работу; без работы и квартиры нельзя было получить прописку. Заколдованный круг. К тому же мешала папина судимость. Конечно, при досрочном освобождении ее сняли. Но во всех анкетах почему-то остался вопрос: "Были ли вы осуждены? По какой статье? На какой срок?" И хотя формально папа мог ответить отрицательно (хотя бы потому, что Особое совещание — не суд), он был достаточно опытен, чтобы не обольщаться формальностями. А потом началась война с Финляндией».

В Баку Рафик познакомился с Геной Альтшуллером, они стали самыми близкими друзьями. Оба очень много читали, постоянно обменивались мнениями, дискутировали и выполняли новые и новые проекты. Некоторые из них были воплощены в жизнь. Так началась их изобретательская деятельность, которая продолжалась долгие годы.

В десятом классе они учились вместе в заочной школе [2].

После школы Рафик поступил институт в Азербайджанский индустриальный институт на нефтемеханическом факультете, а также учился экстерном на юридическом.

Изобретательство

Шапиро изобретал вместе с Альтшуллером.

В 10 класс они построили дыхательный (водолазный) скафандр [2].

Позже они работали над изобретениями:

- прибор следности для торпеды,
- способ сбора плавающей нефти по водной поверхности,
- этилмеркаптан и другие.

Полученные изобретения:

1. А. с. 6756 СССР. Кл. 61а 29.01. Дыхательный аппарат с химическим патроном /Г. С. Альтшуллер, Р. Ф. Шапиро, И. В. Тальянский (СССР). - № 5305/324480; Заяв. 09.11.43. Оpubл. 21.08.47
2. А. с. 71298 СССР. Способ и устройство для получения кислорода из воздуха/ Г. С. Альтшуллер, Р. Ф. Шапиро (СССР). - № 10170/356157; Заяв. 03.16.47. Оpubл. 30.06.48
3. А. с. 83099 СССР. МКИ А 61в 7/00, кл. 30а 5/01. Прибор для аускультации /Г. С. Альтшуллер, Р. Б. Шапиро (СССР). - №399557; Заяв. 24.06.49; Оpubл. 31.12.50, Бюл. № 12, с.50.
4. А. с. 84460 СССР. Кл. 21а, 1/01. Устройство для получения акустической отдачи телефона /Г. С. Альтшуллер, Р. Б. Шапиро (СССР). - №374611; Заяв. 10.03.48.

Заявки на изобретения:

1. «Способ и установка для очистки хлористого цинка» Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. Заявка № 10759/35889 от 26.08.47, оконч. 22.09.48
2. «Способ определения частоты акустического потока» Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. Заявка № 379443 от 06.11.47, оконч. 10.06.48
3. «Кислородный генератор для авиационных дыхательных приборов» Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. Заявка № 384274 от 16.02.48, оконч. 10.05.49
4. «Авиационная дыхательная установка». Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. Заявка № 376173 от 22.03.48, оконч. 02.06.49
5. «Авиационный дыхательный прибор» Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. Заявка № 3 77430 от 30.03.48. оконч. 23.05.49.
6. «Артиллерийский метод сейсмической разведки». Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. Заявка № 377879 от 29.04.48. оконч. 14.04.49
7. «Шасси самолета». Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. Заявка № 381901 от 28.05.48, оконч. 29.11.49
8. «Способ подрессоривания артиллерийских систем» Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б., Шварцкопф А. И. Заявка № 385984 от 11.11.48, оконч. 29.12.48

9. «Способ и устройство для зарядки баллонов со сжатым газом» Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. Заявка № 391696 от 11.02.49, оконч. 31.10.49
10. «Способ получения перекиси». Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б., Ительсон Л. Б. Заявка № 398633 от 06.06.49, оконч. 08.03.50
11. «Способ титрования». Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б., Копейкин П. Г. Заявка № 399013 от 06.06.49, оконч. 09.07.49
12. «Кислородное оборудование самолетов» Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. Заявка № 400042 от 02.07.49, оконч. 15.09.49
13. «Устройство для прослушивания при подземноминных работах» Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. Заявка № 400848 от 18.07.49, оконч. 9.08.49

Идеи о ТРИЗ

Следующим проектом после изобретательства друзья решили перейти в надсистему и изобрести метод как изобретать. Они изучили всю литературу на эту тему и нашли только исследования психологов, которые убедили их, что в этом направлении ничего не сделано.

Кроме того, Шапиро и Альтшуллер неплохо знали историю развития техники. Их «не надо было убеждать, что технические системы развиваются по определенной закономерности. ... надо было только убедить, что закономерности познаваемы и могут быть использованы для сознательного решения задач без излишнего перебора пустых вариантов» [2].

Друзья решили исследовать конечный результат изобретателей – изобретения. Любое изобретение содержит постановку задачи и ее решение. Они решили исследовать патентный фонд. Это было в 1946 году.

В результате исследований они убедились, что закономерности развивается техники познаваемы и развитие техники идет через преодоление противоречий. Шел 1947 год.

«Шапиро принадлежит мощнейшее сравнение. Он сказал так: "Маркс вывел законы развития общества, Дарвин вывел законы развития живых организмов, а мы выведем теорию, которая даст миру законы развития технических систем". Он не говорил "технических систем", он говорил "машин". То есть он первый оценил эту штуку, это очень важно» [2].

Письмо Сталину

«У Шапиро возникла мысль написать письмо Сталину. Надо сказать, для него это характерная реакция вообще. Когда он проникался сознанием величия чего-то, ему хотелось быстро внедрить и получить результат, а это можно было получить, написав письмо Сталину, который все знает, все видит, за всех думает, который прикажет и будут условия необходимые и т. д. Я несколько раз отговаривал его, когда дело касалось изобретения, а вот здесь...

... письмо мы отправили в первых числах сорок девятого года, а писали - в конце ноября, в декабре сорок восьмого года, прочитав последний вариант. Размножали, очень долгая работа.

...Замысел был все тот же. Есть великая теория, надо доложить начальству, просить условия для ее разработки. Очень естественно для тогдашних условий, для тогдашнего хода мыслей. И мы решили написать письмо Сталину. По началу это мыслилось, ну, короткой акцией, 3-4 странички. Не надо же ему книгу, надо сам принцип описать.

...Нужно было доказать, что страна нуждается в изобретениях. И письмо получилось примерно на тридцати страницах машинописи, где мы вначале ссылаясь на высказывания самого Сталина, показывали, что Сталин учит (тогдашнее выражение любимое), учит, что создание материально-технической базы, мощной базы, неременное условие построения коммунизма в нашей стране. Создание материально-технической базы - это создание новой техники, ну, а техника - это изобретения. Все это было со ссылками на Сталина, Ленина и Мао Цзэ-дуна.

...Описали мы положение с изобретениями в нашей стране, здесь мы допустили две страшные крамолы: первая крамола - это цитирование из газеты "Правды", мы позволили себе процитировать "Правду" в двух местах. Смысл этого куска был не в том, что газета формально подошла к тому вопросу, а просто передрала одними и теми же словами, что так нельзя. А вторая, главная крамола состояла в том, что мы не публиковали сведения о выдаче изобретений, патентовании изобретений, количества изобретений по годам подряд. Например, в этом году использовалось на 20% больше, чем в прошлом году. В этом году надо на 20% больше, чем в тринадцатом году и так далее. А мы собрали урывками все эти самые сведения и вывели одну кривую, кривая была страшной. Мы выявили громадный провал до нуля почти. Цифры такие вот по памяти: около 10 тысяч изобретений в 1930-31 годах, накануне перехода к новому законодательству. Потом даже рост, а в 37-38 годах подавалось до 700-800 изобретений, т.е. почти до нуля.

...Второй пик был более убийственный, чем во время войны. Мы тщательно прокомментировали это, мы писали, что изобретения - это как вторая производная скорости пути по времени. Очень точный инструмент для определения состояния исследования системы. И страна может еще идти вверх, техника может идти вверх по валовому продукту, но, если изобретения пошли резко вниз, то неизбежно предстоит спад. Второй спад, - это во время войны, хотя он был не такой глубокий, как в 37-38 годах. А третий спад - это 1947-48 годы.

...Ну и вот, выводом была необходимость коренной реформы изобретательства. Мы садились писать с намерением ограничиться методикой

решения изобретательских задач как главным, если не универсальным, то главным средством или начальным средством починки этого положения, но по ходу дела все сдвигалось, и сдвигалось, и сдвигалось.

...В итоге получился проект реконструкции изобретательской системы, в котором вопрос об обучении методики изобретательства занял меньше одной странички, несколько абзацев. Потому что все надо было менять: отношение к изобретательству, законы об изобретательстве, принцип материального поощрения изобретений.»

...Все писали: базу реализации изобретений, обучение изобретательству инженеров, начиная со студенческой скамьи. Тридцать страниц такого текста, плотного, мы отправили Сталину и еще 27 или 28 экземпляров печатали наши матери: мать Шапиро хорошая машинистка, моя мать хорошо печатала на машинке. Они нам сравнительно быстро и красиво напечатали, и мы отправили в газеты, Молотову, Маленкову - по непонятным признакам. Если главный вождь занят, то, может быть, найдется время у вождя-прим.

...Принцип отправки был такой: если какой-то вопрос рассматривался в письме, то мы в соответствующее министерство и соответствующему начальнику вперед писали. Например, был тезис в письме, что надо обучать студентов хотя бы основам патентоведения, значит мы писали министру высшего образования. Обратные ответы шли медленно.

...мы получили 13-14 ответов до пятидесятого года. Все ответы были по принципу ни "да" ни "нет". То есть да, безусловно, студентам полезно было бы ознакомиться с основами патентного дела, с одной стороны, но, с другой стороны, учебные программы настолько насыщены, настолько уплотнены, что найти время трудно. Конечно, можно было бы изыскать какой-то факультатив, но, с другой стороны, нет учебников, нет преподавателей. И так: с одной стороны, с другой стороны, с одной стороны, с другой стороны. Нужно изучать, нужно думать. Все ждали, что последует сверху. Для опытного человека то, что последует сверху, вероятность, наверное, была одна миллионная, но она была. Никто не хотел рисковать категорическим "нет" или категорическим "да". А мы проделали еще одну акцию. Шапиро пришла мысль, что мы должны создать аналог этилмеркаптанового изобретения, послать заявку, потому что у нас не закреплено авторство» [2].

«Официальным» ответом на такое письмо был арест друзей в 1950 году.

Шапиро прошел Лубянку, Бутырку, Лефортово и получил 25 лет пребывания в ГУЛаге.

ГУЛаг

Он попал Песчанлаг (Песчаный лагерь) в Караганде (Казахстан).

Лагерную жизнь Шапиро описал в своей книге [3].

После смерти Сталина его освободили в 1954 году.

Баку 1954-1980

После возвращения из лагеря Шапиро сначала работал главный технолог цеха завода нефтяного оборудования, а потом журналистом и писателем.

Он работал в газете «Бакинский рабочий», печатался во многих центральных газетах и журналах.

ТРИЗ

В начале ТРИЗ, а вернее методика изобретательства, создавалась совместно Альтшуллером и Шапиро. Значительным событием для появления и развития ТРИЗ явилась первая статья: Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. Психология изобретательского творчества. – Вопросы психологии, 1956, № 6, С. 37-49.

В популярной форме Шапиро изложил ТРИЗ в книге «Изгнание шестикрылого серафима», также в статье с таким же именем, написанной совместно с Альтшуллером.

Израиль

В 1980 году он уехал на постоянное место жительства в Израиль.

С 1985 по 1991 год работал в Мюнхене в журнале «Страна и мир». Стал ведущим политологом журнала. Одновременно сотрудничал на радио «Свобода».

В 1987 году в журнале «Грани» были опубликованы его автобиографические записки «Время говорить...».

В последние два года своей жизни Рафик был ведущим комментатором радиостанции РЭКА (русскоязычная радиостанция Израиля).

Рафаэль Шапиро скончался в Иерусалиме 16 июля 1993 года.

После смерти его жена и друзья издали его незаконченную повесть, которую он писал всю жизнь «не торопясь, не захлеб, фрагментами, эпизодами». Предисловие к повести написал Владимир Портнов, давний друг Рафика Шапиро.

Писатель, журналист, публицист

Рафаэль Шапиро писал под псевдонимом Рафаил Бахтамов. Он написал следующие научно-популярные и фантастические книги:

Бахтамов Р. Изгнание шестикрылого серафима. – М.: Детгиз, 1961. – 127 с.

Бахтамов Р. Человек штурмует Землю. М.: Детская литература. 1963

Бахтамов Р. Открытие. 1964

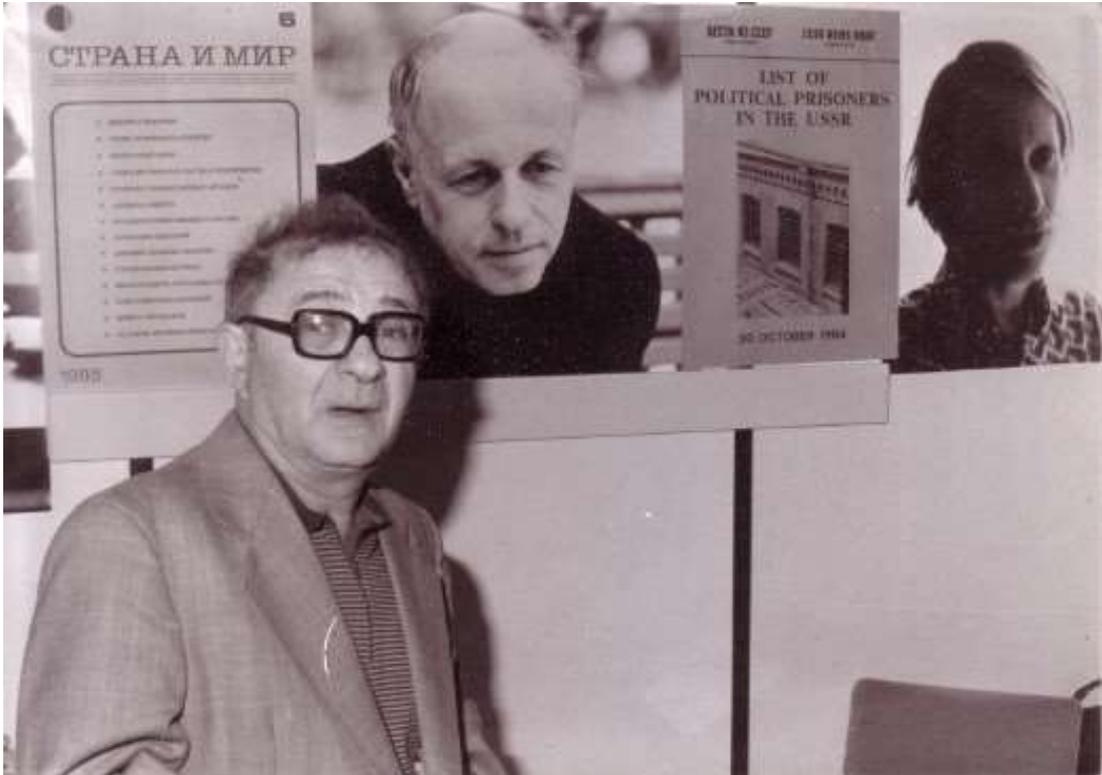
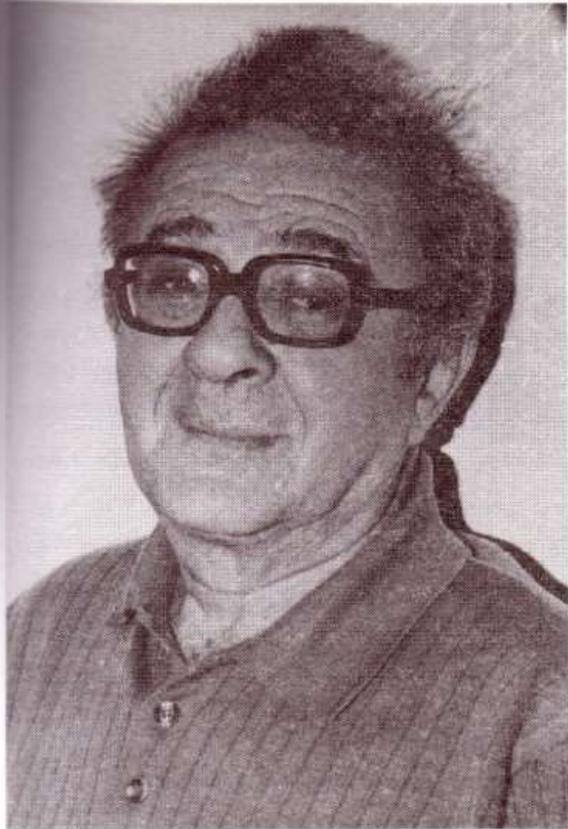
Бахтамов Р. Властелин Окси-мира. М: Детская литература, 1965

Бахтамов Р. Там, за чертой горизонта (Главы из повести) / Мир приключений.

М: Детская литература. 1968, Альманах № 14.

- Бахтамов Р. Полюс риска. Фантастика писателей Азербайджана. Баку: Гянджлик, 1970.
- Бахтамов Р. Для кого падают яблоки? М.: Детская литература. 1973
- Бахтамов Р. Загадка НТР. М: Детская литература, 1976
- Бахтамов Р. Фигуры не имеет.... М: Знание, 1977
- Кроме того, он написал две автобиографические книги:
- Рафаэль Шапиро. Время говорить. Грани. №145, 1987. С. 36-89
- Рафаэль Шапиро. Двадцать пять плюс двадцать пять. Неоконченная повесть. Иерусалим. 1994. 144 с.
- Также были написаны статьи совместно с Альтшуллером:
- Альтшуллер Г., Шапиро Р. Это сделали изобретатели. Изобретатель и рационализатор. – 1956, № 5. – С. 14 – 17.
- Альтшуллер Г., Шапиро Р. Что предложил изобретатель... Знание - сила. – 1958, № 1. – С. 1 - 4.
- Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. О некоторых вопросах советского изобретательского права: (Обсуждение проекта «Положения об изобретениях, открытиях и рацпредложениях». Сов. государство и право. – 1958, № 2. – С. 35 – 44.
- Альтов Г., Бахтамов Р. Скважина будет жить. Изобретатель и рационализатор. – 1958, № 10. С. 15 – 17.
- Альтшуллер Г. Шапиро Р. В заводской лаборатории. (Бакинского завода «Нефтегаз») - Нефтяник. – 1959, № 1. - С. 16-18.
- Альтшуллер Г. С. Наука изобретать: Об усовершенствовании глубинного насоса для нефтескважин новатором Е. В. Костыченко /Г. С. Альтшуллер, Р. Шапиро //Изобретатель и рационализатор. – 1958, № 9. – С. 18 – 20.
- Альтов Г., Бахтиаров Р. Скважина будет жить. Изобретатель и рационализатор. – 1958, № 10. – С. 15 – 17.
- Альтшуллер Г., Шапиро Р. Окисленная вода. Техника – молодежи. – 1958, № 10. – С. 25 – 27. <http://www.altshuller.ru/triz/investigations8.asp>.
- Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. Изгнание шестикрылого Серафима. – Изобретатель и рационализатор, №10, 1959. С. 20-30.
- Шапиро Р. Эти удивительные звезды. Знание – сила, №10, 1963.
- Альтшуллер Г., Шапиро Р. В костюме сквозь огонь. (Об индивидуальных средствах теплозащиты). Знание — сила. — 1965, № 12. — С. 20 — 22.

Фотографии









Список литературы

1. Рафаэль Шапиро. Время говорить. Грани. №145, 1987. С. 36-89.
www.vtoraya-literatura.com/pdf/grani_145_1987_text.pdf
2. ЖИЗНЬ ЧЕЛОВЕКА 1-Ч-502. <http://www.altshuller.ru/interview/interview5.asp>
3. Рафаэль Шапиро. Двадцать пять плюс двадцать пять. Неоконченная повесть. Иерусалим. 1994. 144 с.

РАЗДЕЛ 2. Развитие ТРИЗ как науки SECTION 2. Development of TRIZ as a science

Annuel P. R. Science fiction and fantastic science

Abstract: We have examined the development and interaction between real science and fantastic one, described in science fiction literature. Fantastic science develops by the same laws as conventional science, however, it uses more techniques to generate new ideas which may later become the subject of science.

Key words: *science; science fiction; discoveries; predictions; patterns.*

Амнуэль П. Р. Научная фантастика и фантастическая наука

Аннотация: Рассмотрено развитие и взаимовлияние реальной науки и науки фантастической, описываемой в научно-фантастической литературе. Фантастическая наука развивается по тем же законам, как и обычная наука, однако использует больше приемов для генерирования новых идей, которые впоследствии могут стать предметом рассмотрения науки.

Ключевые слова: *наука; научная фантастика; открытия; предсказания; закономерности.*

Когда летом 2015 года исследовательский зонд «Новые горизонты» пролетел мимо Плутона и его спутника Харона и передал на Землю уникальные фотографии этих небесных тел, сообщения об этом действительно выдающемся событии современной астронавтики появились под заголовками «Неожиданные открытия в космосе», «Ученые говорят: “Мы такого не ждали!”». У многих читателей и зрителей телевизионных каналов не в первый уже раз возникла мысль: ученые никогда не знают заранее, что именно они обнаружат, отправив межпланетную станцию на Титан, Марс, Венеру или даже Луну. В общих чертах, конечно, они предполагают существование таких-то и таких-то условий, иначе вообще не смогли бы сконструировать свои аппараты, но действительность всегда опровергает их предположения, ибо подлинные научные открытия непредсказуемы, иначе – какие же это открытия?

Такое мнение не сегодня сложилось и не скоро исчезнет из употребления. Достаточно почитать многочисленные статьи и монографии о сути научного творчества – идея о принципиальной непредсказуемости научных открытий цветет там пышным цветом и корнями уходит в, казалось бы, неопровержимый опыт многих поколений ученых. Разве мог Галилей, направляя в небо свою подзорную трубу, предполагать, что увидит на Луне горы, а рядом с Юпитером – четыре его спутника? Разве мог Беккерель предвидеть, к чему приведет его забывчивость – случайно оставил непроявленную фотопластинку рядом с солями радия, а оказалось... А Мендель разве мог знать заранее, к чему приведут его эксперименты с горошком? Казалось бы, ответы очевидны: никто ничего заранее знать не мог, поскольку наука идет вперед непроторенными путями; потому и интересно наукой заниматься, что не знаешь, какое именно открытие ожидает тебя за тем или иным научным поворотом...

До конца 19 века физики были уверены, что свет, будь это частицы или волны (на этот счет шли споры со времен Ньютона и Гюйгенса), во всяком случае, подвержен действию законов физики, и конкретно – закону сложения скоростей. Однако в эксперименте, поставленном в 1881 году американским физиком Майкельсоном, не было выявлено никакой разницы в величине скорости света в разных направлениях. Позднее точность эксперимента довели (1974) до 2,5 см/с. Результат был непредсказуемым. Скорость света закону сложения скоростей не подчинялась. Это тоже было открытием первого типа.

Есть открытия, которые можно было предвидеть, а не предсказаны они оказались потому, что ученые не дали себе труда проанализировать все исследовательское поле. Назовем их открытиями второго класса. Таким было, например, открытие пульсаров в 1967 году – неожиданное для многих астрофизиков, но вполне предсказуемое, поскольку теории нейтронных звезд к тому времени исполнилось уже тридцать лет, а то, что звезды вращаются, имеют магнитные поля и, следовательно, способны излучать узконаправленные потоки частиц, можно было предположить без особых усилий научного воображения (собственно, потому правильная гипотеза о природе пульсаров не замедлила появиться).

Открытия третьего класса – это такие, которые были именно предсказаны, открытия, которые ожидалось, но не вполне соответствовали ожиданиям. Таковы, например, открытия, сделанные во время посадки «Гюйгенса» на Титан. Еще пример – открытие темного вещества и темной энергии. В тридцатых годах прошлого века Фриц Цвикки (о котором еще будет речь) обнаружил странный факт: некоторые галактики вращаются быстрее, чем должны бы, если бы их массы были определены правильно (массы галактик определяли по их светимости, зная расстояния). Похоже было, что галактики более массивны, чем выглядели – будто в них есть некая дополнительная

невидимая масса. К статье Цвикки отнеслись скептически – сочли, что это ошибки наблюдения. В семидесятых годах американские астрономы опубликовали еще несколько аналогичных работ, но и тогда не привлекли к проблеме внимания. И лишь в девяностых годах проблема невидимой темной массы стала общепризнанной, когда речь шла уже не о массе отдельных галактик, а о массе всей видимой Вселенной.

И есть, наконец, открытия четвертого класса – в точности такие, какие были предсказаны, это открытия-следствия из предложенной кем-нибудь теории, объясняющей ранее обнаруженное явление. Если говорить об упомянутых выше пульсарах, то, когда появились первые теоретические работы, связанные с физикой их излучения, легко было предсказать открытие нейтронных звезд, излучающих в оптическом и рентгеновском диапазонах. Разумеется, и оптические, и рентгеновские пульсары были обнаружены несколько лет спустя, полностью подтвердив выводы теоретиков.

Аналогичная история – с открытием бозона Хиггса. Британский физик Питер Хиггс опубликовал в шестидесятых годах прошлого века статью, в которой описал элементарную частицу, существование которой объясняет происхождение массы частиц. В 2012 году эта частица – бозон Хиггса – была открыта в ходе экспериментов на БАКе, и свойства ее оказались в точности такими, какие предсказывала теория.

Итак, далеко не все открытия непредсказуемы. Напротив, большую их часть в той или иной степени предсказать было не только возможно, но и необходимо.

Теории прогнозирования открытий пока не существует, но определенные закономерности, позволяющие исследователю предвидеть в той или иной степени результат экспериментальных или теоретических изысканий, обнаружены и описаны. Это, к примеру, использование морфологического анализа для полного «обследования» всех мыслимых следствий предлагаемой теории.

В начале тридцатых годов прошлого века американский астрофизик Фриц Цвикки придумал морфологический метод, названный им методом направленной интуиции. Метод, заставляющий исследователя видеть не только тот путь, что привычен, но и все возможные варианты.

Можно ли было с помощью морфологического анализа предсказать открытие, которое сделал в 1881 году Майкельсон?

Построим морфологическую таблицу для объекта «свет». Майкельсона интересовала конкретно скорость движения электромагнитной волны. Он мог, в принципе, построить эту единственную ось. Вот варианты. Скорость света постоянна в данной системе отсчета. Скорость света переменна в данной системе отсчета. Но систем отсчета две: одну Майкельсон связал с Землей,

другую – с гипотетическим эфиром. Какие возникают варианты? Скорость света разная в двух системах. Скорость одинакова в обеих системах. Скорость переменная в одной системе и постоянная в другой. Скорость переменная в обеих системах. Других вариантов нет. Вы видите среди перечисленных вариантов результат эксперимента Майкельсона: скорость света одинакова в обеих системах отсчета?

В реальных задачах вариантов не два, не три, а десятки и сотни, и перебор их, даже систематический, может отнять много времени и сил. Наконец, заранее неизвестно, в какой именно ячейке морфологической таблицы находится искомое предсказание. Шесть принципиально возможных результатов опыта Майкельсона можно было предвидеть с помощью морфологического анализа. И лишь один из шести мог оказаться и оказался верным. Но мог ли Майкельсон заранее сказать – какой именно?..

Морфологический анализ в его сегодняшней форме – это лишь первая попытка систематизации. Главный недостаток метода – он оставляет на волю случая выбор правильной идеи. Для того, чтобы найти верное решение, нужно рассмотреть и исследовать все клетки. И еще. Конструирование морфологических таблиц, конечно, расковывает фантазию, расшатывает психологическую инерцию, но ненамного. Все равно нет гарантии, что все поле проб и ошибок окажется покрыто сетью клеток. Правда, исследователю уже не приходится хаотически метаться, хватаясь за ближайшее решение и восклицая «а если!». Но, возможно, при систематическом переборе вариантов исследователь все же упустит золотую рыбку-открытие из своей сети, потому что сделал сеть короче и уже, чем было нужно.

Тем не менее морфологический анализ позволил Цвикки предсказать открытие нейтронных звезд и черных дыр. Аналогичный анализ позволил мне в 1971 году предсказать открытие. В то время теория Большого взрыва еще не была разработана, и всего несколько лет прошло после открытия реликтового излучения (открытие второго типа). Возник вопрос: электромагнитное излучение – единственный тип излучений, которые могли возникнуть в первые годы после Большого взрыва? Морфологический ящик в этом случае тоже очень небольшой – всего одна ось. Об этом я писал в статье «Открытия, которые мы выбираем», опубликованной в журнале «Знание – сила», № 8, 1971.

«Составим соответствующую ось возможных излучателей. Поставим на первое место Вселенную. Да, на ранней стадии развития сверхплотное тело Вселенной могло излучать гравитационные волны. Сейчас волны эти растянулись на многие парсеки. И вот еще одно предсказание: мы откроем ФОНОВОЕ гравитационное излучение, источником которого была Вселенная в ранние периоды расширения».

Реально о возможности существования реликтовых гравитационных волн первым написал советский физик Леонид Петрович Грищук в 1977 году.

Другой метод прогнозирования научных открытий, являющийся развитием морфологического анализа, – так называемый метод фантограмм, – предложен был автором ТРИЗ Генрихом Сауловичем Альтшуллером.

Фантограмма – это морфологическая таблица, дополненная осью изменений параметров. Морфологический анализ позволяет обобщить, систематизировать все, что известно о растениях. Или о нейтронных звездах. Или о звездах вообще. А фантограмма описывает и то, что может быть, но не реализуется. И то, чего быть не может, но возникает в воображении. А иногда даже то, что и вообразить трудно.

Сейчас, однако, речь пойдет не о методах прогнозирования открытий в науке, а о научной фантастике. Сразу оговорюсь – не обо всей многообразной фантастической литературе пойдет разговор. Поговорим о поджанре научной фантастики, который на Западе получил наименование *hard science fiction* («жесткая» научная фантастика).

Hard science fiction – это не литература в том ограниченном понимании, какое обычно имеется в виду, когда говорят о «художественных текстах», «человековедении», «беллетристике» и т.д. *Hard science fiction* – естественный синтез литературы и науки. Будучи по определению литературой, *hard science fiction* использует законы научного творчества, не повторяя или популяризируя, как это обычно полагают литературные критики, новые достижения науки, а создавая собственную науку, которая то идет вровень с наукой «обычной», то отстает от нее, но в лучших образцах опережает «обычную» науку, предсказывая открытия, которые будут сделаны «на самом деле» много лет спустя.

Законы фантастической науки, создаваемой авторами *hard science fiction*, ничем по сути не отличаются от законов «обычной» науки, разве что фантасты ставят – в отличие от ученых – исключительно мысленные эксперименты и «продвигают» фантастическую науку в соответствии с получаемыми результатами. Результат же мысленного эксперимента в фантастике зависит от воображения автора.

Кстати, именно воображение автора-фантаста достаточно часто позволяет ему более правильно (не с точки зрения литературы, а с точки зрения науки!) предвидеть направление развития той или иной научной дисциплины, чем это делает ученый.

Известный советский физик Дмитрий Иванович Блохинцев писал: «Насколько я могу судить, большая часть их (писателей-фантастов – П.А.) предсказаний попросту ошибочна. Однако они создают модели, которые могут иметь и на самом деле имеют влияние на людей, занятых в науке и технике. Я

уверен, например, в таком влиянии «Аэлиты» и «Гиперболоида инженера Гарина» А. Н. Толстого, увлекших многих идеями космических полетов и лазера».

Утверждение Д. И. Блохннцева о том, что «большая часть их предсказаний попросту ошибочна», нуждается в комментарии. Во-первых, часто за предсказания фантастов принимается то, что предсказанием не является. Во-вторых, ошибочна и большая часть прогнозов и идей, которые выдвигаются учеными в процессе исследования.

Видимая строгость и обоснованность научных гипотез часто заставляют забывать о том, что подавляющая их часть сгинет без следа. Выживают лишь жизнеспособные идеи и гипотезы (как и в фантастике!). Метод проб и ошибок, а также морфологический метод и метод фантограмм, требуют рассмотрения всевозможных идей, из которых лишь одна окажется верной и сохранится для будущего. Футурологический прогноз, составленный по всем правилам современной прогностики, если постоянно его не корректировать с учетом меняющегося прогнозного фона, также в большинстве случаев окажется ошибочным к тому моменту, для которого прогноз составлялся.

Прогноз динамичен, он меняется вместе с жизненными обстоятельствами, чтобы оказаться верным в будущем.

Фантастическое произведение статично. Оно написано и опубликовано. Идея, высказанная в нем, закреплена и не меняется. Динамичность предсказания возникает в том случае, когда идею подхватывает и видоизменяет другой фантаст (или тот же), учитывающий новую ситуацию в науке и технике. Новое фантастическое произведение закрепляет предсказание в новой точке. Но читатель обычно не учитывает такую преемственность предсказаний, сближающую их с динамизмом прогнозов, сделанных по законам прогностики. Читатель рассматривает первое по времени произведение и считает, что фантаст ошибся. Разумеется, читатель прав. Но тогда нужно и в науке всегда помнить о тех первых прикидках новых теорий, которые тоже в большинстве случаев были ошибочными.

Есть и еще один момент. Фантастическое произведение с ошибочным предсказанием, если оно хорошо написано, если это настоящая литература, будет долго волновать читателя и служить критикам примером того, что фантасты ошибаются. Ошибочная же научная идея живет не дальше того момента, когда ее сменяет идея, более близкая к истине. Вот и получается, что ошибки ученых «растворяются» со временем, ошибки фантастов живут долго.

Приведу пример. В 1946 году астрономы еще не знали о том, что нейтронные звезды существуют, до открытия пульсаров оставалось более 20 лет. Но уже прошли 12 лет после опубликования работы Вальтера Бааде и Фрица Цвикки, где говорилось о том, что нейтронные звезды должны возникать

в результате вспышек Сверхновых. Общее же мнение состояло в том, что все звезды в конце концов становятся белыми карликами. Именно в 1946 году вышел из печати рассказ Мюррея Лейнстера «Первый контакт» о встрече звездолета землян со звездолетом чужаков, летевшим из глубин Галактики. Встреча произошла в Крабовидной туманности, вблизи от ее центральной звезды. Согласно тогдашним (научным!) представлениям это был белый карлик. Согласно современным – это нейтронная звезда. Фантаст воспользовался в рассказе общим (научным!) мнением и ошибся. Об ошибочной научной гипотезе давно забыли, рассказ «Первый контакт» все еще читают и говорят: фантаст ошибся...

Фантастическая наука развивается так же, как «обычная» наука, выдвигая новые кардинальные идеи, разрешая возникающие противоречия, ставя эксперименты (мысленные) и создавая теории, проверяемые практикой (литературной).

Вот пример: реальная наука в конце двадцатых годов XX века только-только начала решать проблемы «междупланетных сообщений», а в фантастике именно тогда возникла настоятельная необходимость создания межзвездного транспорта. К Луне уже летали (Герберт Уэллс, Ежи Жулавский и др.), к Венере и Марсу тоже (достаточно вспомнить венерианскую и марсианскую эпопеи Эдгара Берроуза, «Аэлиту» А. Толстого), Меркурий как литературная цель был не интересен, большие планеты – тем более, Плутон еще не открыли. Для того, чтобы написать в космической фантастике нечто новое, нужна была новая ЦЕЛЬ. Какая? Поскольку все планеты Солнечной системы были «исследованы», оставалось одно – отправить героя литературного произведения к звездам. Ситуация требовала, чтобы кто-то написал наконец о полете к иной звезде. И такой роман появился в 1928 году – «Звездный жаворонок» Эдварда (Дока) Смита. Роман был плохой, никто его сейчас и не помнит, но важен факт – литературная ситуация заставила сделать новый шаг в фантастической науке, и этот шаг был сделан.

Затем фантастическая наука, естественно, развивалась в направлении совершенствования звездолетов. Сначала были отработаны обычные субсветовые корабли и описаны все следствия таких полетов (см. «Пасынки Вселенной» Роберта Хайнлайна, «Замкнутый мир» Брайана Олдисса, «Поколение, достигшее цели» Клиффорда Саймака, а также многочисленные произведения, иллюстрирующие «парадокс близнецов»). Наконец эта тема была отработана – в западной фантастике в начале пятидесятых, в советской значительно позднее. Тогда понадобились звездолеты, которые могли бы доставлять астронавтов к звездам за считанные недели – литературные цели не могли больше уживаться с необходимостью многолетних путешествий. Естественно, пришлось сделать фантастическое открытие.

На самом деле оно было сделано еще в 1931 году, но тогда на него фантасты не обратили внимания, поскольку межзвездные полеты только начались, тема была еще совершенно не отработана, повести и романы Хайнлайна, Саймака, Олдисса появились позднее. Ситуация в точности повторяла аналогичные процессы в науке. Там ведь тоже, если открытие сделано преждевременно, то чаще всего ученые его просто не замечают, и лишь когда общий передовой фронт науки подойдет к необходимости решения проблемы, открытие делают заново. Так же – в фантастике.

Идея американского писателя-фантаста и редактора Джона Кэмпбелла о существовании гиперпространства, в котором можно мгновенно переместиться из одной точки Вселенной в любую другую (1931, роман «Острова пространства»). Так появились звездолеты, летящие в гипер-, под-, над- и нуль-пространстве. Как и в «обычной» науке, было сделано сначала открытие (новый вид пространства), затем изобретение (звездолет, летящий в этом новом виде пространства). Многомерные пространства уже описаны математиками (скажем, пятимерное пространство Калуцы, 1922 год, но нужно иметь в виду, что фантастические гипер- и многомерные пространства были пространствами физическими, в которых можно было летать на звездолетах, совершать подвиги – в отличие от математических пространств, не имевших, по мысли авторов, прямых связей с физической реальностью.

В фантастике многомерные пространства стали популярны в конце сороковых годов, уже после повестей Саймака, Хайнлайна и других авторов, а многомерные пространства в физике – тридцать лет спустя.

Аналогично развивалось в фантастической науке представление о многамирии – о том, что существует не единственная Вселенная, представленная нашему опыту, но множество вселенных, отличающихся от нашей. Множество миров, связанных с нашим миром самыми разными связями – духовными и (или) материальными.

Научное исследование проблемы многамирии началось в 1957 году, когда НФ отработала идеи всяких надпространств, в американский физик Хью Эверетт-мл. опубликовал тезисы своей докторской диссертации, названной «Формулировка квантовой механики через соотнесенные состояния». Причиной появления работы Эверетта стало давнее противоречие в квантовой физике. Уравнение Шрёдингера дает множество решений для одного квантового процесса. Но в экспериментах всегда наблюдается какой-то один результат, а не сразу множество. Что же происходит с остальными решениями уравнения? Шрёдингер и другие физики копенгагенской школы утверждали, что в момент, когда становится известен результат эксперимента, все прочие решения уравнения Шрёдингера «коллапсируют». Однако такое предположение выглядело искусственным и неудовлетворительным. Эверетт

вывел идеологию квантовой физики из тупика, заявив, что на самом деле выполняются все решения без исключения, а наблюдаем мы только одно, потому что другие выполняются в других вселенных, несколько не менее реальных, чем наша. Этот вывод Эверетта привел почти через полвека к появлению в физике концепции Мультиверса, многомирия.

Фантастическая наука шла к той же идее своим путем. Множество открытий в фантастике сделали классики жанра Жюль Верн и Герберт Уэллс. Это понятно – они были первыми «фантастическими учеными», они первые использовали приемы науковедения для создания фантастических идей. Роль Верна и Уэллса в фантастике можно сравнить с ролью Галилея в развитии астрономии. Среди открытий Уэллса можно назвать открытие возможности путешествий во времени («Машина времени», 1895), антигравитации («Первые люди на Луне»), пищи, с помощью которой можно выращивать великанов («Пища богов») и т.д. В 1895 году, когда была опубликована «Машина времени», Герберт Уэллс открыл для фантастики существование иных миров – в рассказе «Дверь в стене».

Для фантастики идея «Двери в стене» была столь же революционна, как идея Эверетта (высказанная 62 года спустя!) для физики. Фантастическая наука также не сразу приняла идею множественности миров на вооружение – как и физики далеко не сразу признали возможную правильность идей Эверетта.

Нужно учесть, конечно, что развитие фантастической науки зависит не только от качества выдвигаемых идей, но и – в очень значительной степени – от качества текста. Понятно, что сильное литературное произведение производит не только на читателей, но и на коллег-фантастов гораздо большее впечатление, чем плохой текст, пусть даже с замечательной научно-фантастической идеей. Фантастическая наука свое возьмет, идея не пропадает. Однако темп теряется.

В 1944 году Хорхе Луис Борхес опубликовал в своей книге «Вымышленные истории» рассказ «Сад расходящихся тропок». Здесь идея ветвления времени, впоследствии развитая Эвереттом, выражена с предельной ясностью:

Одним из первых романов о параллельной истории стал «Человек в высоком замке» Филиппа Дика (1962). Идея ветвления исторического процесса впервые здесь была разработана на высоком художественном уровне. Действие романа происходит не в нашем мире, где Гитлер во Второй мировой войне был побежден и покончил с собой, а в мире, где Германия и Япония победили своих противников и оккупировали США; восточная часть досталась Германии, западная – Японии.

Как и в реальной науке, в науке фантастической один удачный эксперимент вызывает к жизни серию экспериментов в том же направлении – если в «нормальной» науке многочисленные эксперименты, проводимые в

разных лабораториях, призваны подтвердить правильность первого опыта и доказать правильность полученных закономерностей, то в науке фантастической каждый последующий удачный мысленный эксперимент фантастов призван убедить читателей в том, что выбранное направление перспективно. Выдающееся фантастическое открытие, будучи осознанно писателями, порождает новое направление в фантастике. Уэллсовская «Машина времени» открыла фантастам и читателям новый мир путешествий в прошлое и будущее, «Война миров» породила массу произведений о контактах цивилизаций, приводящих к военным столкновениям, где далеко не каждое кончается так же благополучно, как в романе Уэллса... Идея существования параллельных и разветвляющихся миров не менее богата в литературном плане, нежели идеи путешествия во времени и контакта цивилизаций.

В 1968 году английский писатель-фантаст Брайан Олдисс опубликовал небольшой роман «Доклад о вероятности А». Это произведение построено в форме научного доклада, написанного различными наблюдателями, следящими каждый из своего мира за событиями, происходящими в мире параллельном. Каждый из миров назван «вероятностью», поскольку каждый действительно возник как осуществление с некоторой вероятностью некоего события, возможного в каждом из этих миров. То обстоятельство, что в существовании таких миров нет ничего необычного, подчеркивается и обыденностью всего, что в романе происходит. В «вероятности А» (похоже, что эта, первая вероятность и есть наш привычный мир) персонажи ведут унылую, ничем не примечательную жизнь, а за ней следит наблюдатель из вероятности В, тщательно документирующий свои наблюдения (эти записи и составляют текст романа). За наблюдателем из вероятности В следит (и записывает) наблюдатель из вероятности С, за которым, в свою очередь ведут наблюдение из вероятности D... Этот роман хорош тем, что очень убедительно показывает: другие миры реальны, обыденны.

В 1973 году был опубликован роман советских авторов Ариадны Громовой и Рафаила Нудельмана «В институте времени идет расследование»: классический фантастический детектив. Все начинается с убийства научного сотрудника, сыщик расследует преступление, которое невозможно понять, не осознав, что время ветвится, каждое новое изменение в прошлом порождает новую ветвь мироздания – старое и новое существуют независимо друг от друга. Именно так описывал ветвление волновых функций Хью Эверетт-мл – однако для фантастической науки произведение Громовой и Нудельмана было новаторским, принципиально новым – собственно, именно в нем впервые идея ветвления была перенесена с микро- на макроуровень.

Шестидесятые и семидесятые годы прошлого века стали временем интенсивной разработки идеи многомирия в самых разных ее вариантах. Это и

параллельные миры, развивающиеся независимо друг от друга, это и миры, развивающиеся независимо, но связанные друг с другом множеством подпространственных переходов, это миры, друг из друга вытекающие, как ручки... Авторы, наконец, поняли, какие богатые возможности для создания миров с альтернативной историей сулит идея ветвления и многомирия. Статья Эверетта была уже опубликована, физики успели провести первый раунд ее обсуждения, более того – за десять лет физики успели о статье Эверетта забыть до следующего всплеска интереса к этой проблеме. А фантасты шли своим путем, фантастическая наука развивалась так, как и положено всякой науке – через эксперименты (мысленные), разрешения противоречий, предсказание новых открытий. Трудно назвать фантаста шестидесятых-семидесятых годов, кто не написал бы романа, повести или хотя бы рассказа на тему о многочисленных вариантах нашего мироздания, о возможности прожить несколько альтернативных жизней, а человечеству – пережить множество альтернативных исторических событий.

Интересен с точки зрения развития фантастической науки роман Дина Кунца «Краем глаза» (1999). Кунц не просто использовал известную идею о множественных мирах, но значительно ее развил, придумав, например, что отдельные элементы других миров могут быть использованы в нашем варианте Мультиверса. И тем более ново для фантастики то, что говорится в финале романа о возможности взять из ИДЕИ каждого мира понемногу – так, чтобы там это и незаметно оказалось, а здесь получить результат. Один из персонажей романа по имени Берти, потерявший зрение, ценой больших усилий на какое-то время получает возможность использовать собственное зрение ДРУГОГО Берти, живущего в одном из миров Мультиверса. Пользуясь зрительным аппаратом другого Берти, НАШ Берти, тем не менее, видит при этом то, что находится в нашем мире. Аналогичная идея, впрочем, высказывалась и ранее, в повести Павла Амнуэля «Каббалист», опубликованной на год раньше, чем роман Дина Кунца.

В советской фантастике идеи многомирия были не столь популярны, как на Западе. Одним из весьма немногих произведений, где идея многомирия рассматривается как предмет исследования в науке – роман Вячеслава Рыбакова «Се: творю».

Интересен цикл альтернативно-исторических романов «известного китайского гуманиста» Хольма Ван Зайчика. Ван Зайчик – это псевдоним двух российских писателей Игоря Алимова и Вячеслава Рыбакова – рассматривает историческую развилку, произошедшую в годы завоевания Руси татаро-монголами. Один из российских князей женился на татарской принцессе, и после этого развитие региона пошло по иному сценарию – в другой реальности, ответвившейся от нашей, возникло огромное и сильное государство Ордусть

(Орда+Русь), впоследствии объединившееся еще и с Китаем. Ордуси удалось избежать многих войн и социальных катастроф – не было ни Октябрьской революции, ни коммунистической диктатуры, и Великой Отечественной войны не было тоже.

Фантастическая наука позволяет бороться с реальной лженаукой. Пример – астрология. Если судьба человека или страны определяется движением планет и астероидов, то резонно предположить, что, если удастся изменить орбиту астероида или планеты, то должны измениться судьбы множества людей. Пока это возможно лишь в научной фантастике – как в моем рассказе «Звездные войны Ефима Златкина», опубликованном в 1994 году. Рассказ скорее юмористический, но, как ни странно, имел вполне реальное продолжение.

4 июля 2006 года американский космический зонд Deep Impact приблизился к ядру кометы Tempel 1 и ударил по каменно-ледяной глыбе космическим «молотком» массой 370 кг. На поверхности ядра кометы образовался кратер величиной с футбольное поле, а орбита ее немного изменилась. Московский астролог Марина Бай подала в суд на NASA, поскольку, по ее мнению, «данный эксперимент является посягательством на систему духовных и жизненных ценностей, а также на природную жизнь космоса, что нарушает естественный баланс сил во Вселенной». В качестве компенсации морального ущерба астролог потребовала выплатить ей 8,7 миллиардов рублей, что составляло чуть более 300 миллионов долларов по тогдашнему курсу.

Мещанский суд Москвы в иске отказал – и зря, интересное могло получиться слушание. Фантастическая наука – против лженауки...

Одно из отличий лженауки – она принимает желаемое за действительное. Академику Лысенко в свое время очень хотелось вывести морозостойкие сорта пшеницы и дать простое, понятное вождям партии и правительства, объяснение биологическим процессам, которые он в своей фантазии осуществлял. Впоследствии лжеученые не раз предлагали идеи получения энергии из камня, безопорного полета, пресловутых торсионных полей, из которых можно извлекать энергию, но которые почему-то так и не удалось обнаружить с помощью приборов...

Фантастическая лженаука (особенно фантастическая лжеистория) действует по такому же принципу. В многочисленных параллельных мирах российской фантастики стали происходить события, вызванные не возможностью реальной исторической развилки, но исключительно желанием автора, чтобы такая развилка произошла. Таких псевдоисторических фантастических произведений в России сейчас издается огромное количество.

Фантастическая наука, как и наука обычная, переживает свои кризисы, застои, взлеты и революции. Одна из таких революций и произошла незаметно

для читателей (не исключено, что и для авторов) в 70-90-х годах прошлого века. Революция заключалась в том, что прогностическая функция жесткой научной фантастики себя на нынешнем уровне исчерпала. В фантастической науке, как и в науке «обычной», не то чтобы возникла (на самом деле она всегда была, только в разное время относились к ней по-разному), но стала развиваться новая парадигма, новое отношение к тому, какова цель жесткой научной фантастики на данном этапе.

В «реальной» науке дискуссия между двумя определениями цели научной теории ведется не первое десятилетие. В фантастической науке эта дискуссия еще даже не возникла – время ее начала наступает сейчас. И поскольку фантастическая наука все-таки является симбиозом науки и литературы, то и дискуссия, о которой идет речь, будет здесь вестись не теоретическая, а на страницах конкретных научно-фантастических произведений.

В науке «обычной» спор, о котором идет речь, ведется между инструменталистами и онтологами – и не первое уже десятилетие. Английский физик Дэвид Дойч ясно описал эту ситуацию в замечательной книге «Структура реальности».

«Общая теория относительности, – пишет Дойч, – так важна не потому, что она может чуть более точно предсказать движение планет, чем теория Ньютона, а потому, что она открывает и объясняет такие аспекты действительности, как искривление пространства и времени, о которых ранее не подозревали».

Так и научно-фантастическая идея приобретает в наши дни важность и интерес не в том случае, когда она точно предсказывает техническое достижение, а тогда, когда она открывает и объясняет такие аспекты реальности, о которых читатели ранее не подозревали.

Иными словами, если раньше жесткая научная фантастика имела дело, в основном, с фантастическими изобретениями, то сейчас настало время для фундаментальных фантастических открытий.

Однако, читатель НФ оказался не готов (или не вполне готов) к такому развитию событий. Как и в «реальной» науке, в науке фантастической роль объяснения недооценивается.

Как обстоит с объяснениями в фантастической науке?

Фантасты часто используют при создании новых НФ идей прием «сделать искусственным». Этот прием обычно прокладывает «мостик» между наукой и литературой. Если каналы Марса искусственные, то существуют марсиане, и возникает возможность придумать интересный литературный сюжет. Аналогично – если искусственное происхождение имеют, например, нейтронные звезды-пульсары. Кстати, идею об искусственном происхождении пульсаров выдвинул первым не фантаст, а ученый, сделавший это открытие –

Энтони Хьюиш. Станислав Лем в 1971 году перевел такие идеи на качественно новый уровень – в эссе «Новая космогония» он объяснил известные законы природы результатом совместной деятельности внеземных цивилизаций. Фантастическое открытие Лема не противоречит логике науки, нарушая разве что известный принцип «бритвы Оккама» – не умножать сущностей сверх необходимого. Фантаст последовательно создает ситуацию, настолько парадоксальную, что читатель не может не задуматься. У идей подобного класса сильна обратная связь с читателем – не только положительная, но и (чаще!) отрицательная, призывающая читателя активно возражать автору. Модели мира, подобные той, что создана Лемом, заставляют воображение активно работать. В этом и цель фантастической науки. Так же заставляют работать творческую фантазию идеи Генриха Альтова. Например, в рассказе «Порт Каменных Бурь» он предлагает, пользуясь приемом «сделать искусственным», объяснение происхождения шаровых звездных скоплений в Галактике: это «звездные города», созданные могущественными цивилизациями, способными перемещать звезды.

Фантастическая наука использует еще несколько популярных приемов: «частное сделать универсальным», «неуправляемое сделать управляемым», «неизменяемое сделать изменяемым».

Наконец, как и «обычная» наука, наука фантастическая строит свои модели реальности.

Приведу несколько аналогичных примеров из собственной практики.

В рассказе «Летающий Орел» сделано фантастическое открытие – существование планет-лазеров. Планета, атмосфера которой обладает специфическим химическим составом. Излучение звезды «накачивает» газ атмосферы, переводя молекулы в метастабильное состояние. Достаточно слабого излучения на определенной частоте, чтобы все молекулы перешли в стабильное состояние, выделив колоссальную энергию, подобно импульсному лазеру. Рассказ был опубликован в 1970 году, а десять лет спустя признаки именно такого лазерного излучения были реально обнаружены в верхних слоях атмосферы Марса.

Герой рассказа «Далекая песня Арктура» (1978 год) открыл новое астрофизическое явление – голоса звезд, звуковые волны в межзвездном пространстве. Все знают, что в космосе звуки не распространяются, там ведь вакуум. Но на самом деле космос не так уж пуст – межзвездный газ чрезвычайно разрежен, в одном кубическом сантиметре содержится всего десяток-другой атомов, но дело в принципе: это газ, и в нем могут распространяться звуки. Уловить их напрямую мы не можем, но есть косвенный способ: мы, к примеру, не можем слышать ушами

электромагнитные колебания, но преобразуем их в звук и слушаем по радио голоса дикторов и концерты любимых артистов.

То же и с голосами звезд. Венгерский астрофизик Золтан Колач в 2003 году исследовал звездные колебания. Колебания звезд вызывают колебания в межзвездном газе – это звук, который можно записать и услышать. Колач звездные колебания обнаружил, а композитор Йено Кевлер помог ему перевести эти данные в звук. В «Музыке звезд» (2005) использованы звуковые колебания звезд HR 3831, Teta Tucanae, GD 358, R Scuti, AC Herculis и Солнца.

Развитие идеи звездных «голосов» привело к еще одному научно-фантастическому «открытию» – голосу Вселенной. Голос Вселенной – звуковая волна, распространяющаяся по Вселенной после Большого взрыва аналогично микроволновому излучению. Сначала это был звук очень высокой частоты, сейчас реликтовый звук перешел в дальний инфразвуковой диапазон. Эту «песню Вселенной» никто еще не слышал...

Объяснения в фантастике также позволяют читателю судить о том, можно ли доверять фантастическому прогнозу. Вот несколько примеров открытий, сделанных писателями-фантастами. Судьбу изобретений и открытий, сделанных в фантастической науке хорошо иллюстрирует история, связанная с идеей Генриха Альтова из рассказа «Ослик и аксиома», опубликованного в 1965 году.

Антенна, герой рассказа, рассуждает о том, каким может быть звездолет, и предлагает идею: пусть корабль летит, «подгоняемый» мощным лучом лазера, расположенного в Солнечной системе. «По мере развития квантовой оптики будет увеличиваться мощность, которую способны передавать лазеры. К тому же для разгона или торможения корабля — одного только корабля, без этих колоссальных запасов горючего — потребуется не так уж много энергии». Луч лазера будет, по идее Альтова, не просто разгонять корабль, но и передавать на борт информацию. Связь с родной планетой будет поддерживаться во время всего полета.

Пять лет спустя аналогичную идею выдвинул советский физик А. Канторовиц – он предложил использовать лазеры для выведения на орбиту тяжелых искусственных спутников. А еще через два года группа физиков из Физического института имени П. Н. Лебедева дополнила идею конкретными расчетами, а в 1986 году американский физик Роберт Форвард опубликовал теоретическую работу, в которой изложил концепцию полета к звездам на луче квантового генератора – лазера или мазера. О рассказе Г. Альтова, конечно, никто из них не вспомнил.

Не вспомнили автора идеи и недавно, когда российский предприниматель Юрий Мильнер и известный физик Стивен Хокинг представили свой проект Breakthrough Starshot: в ближайшие 20-30 лет отправить к Альфе Центавра

автоматический звездолет массой всего в несколько граммов и разогнать этот аппарат с помощью мощного лазера – именно так, как предлагал Г. Альтов полвека назад.

Фантастическая наука тем, в частности, отличается от футурологии и всех других направлений фантастики (литературы), что сильна идеями, предсказывающими (во всяком случае, она пытается это делать) **НОВОЕ КАЧЕСТВО**. То же происходит и в реальной науке, где прорывы совершаются, когда возникают принципиально новые научные идеи. Такие, к примеру, как идея постоянства скорости света или идея представления элементарной частицы как одномерной струны.

В нашей с Генрихом Сауловичем шкале «Фантазия-2» такие идеи оцениваются по критерию «новизна» высшим баллом 4. Но и баллы 2 и 3 даются идеям, где новое качество присутствует, хотя и в меньшей степени. Баллом 1 оценивается новизна НФ идеи, если эта идея никак не изменяет уже известный прототип. Иными словами – это не прогностическая, а популяризаторская идея.

Насколько далеко в своих идеях может пойти автор, пишущий жесткую научную фантастику? Каким новым качеством должна (или может) обладать идея, оцениваемая по критерию новизны баллом 4? Можно ли согласиться с тезисом Антона Первушина, что «ННФ способна моделировать “фикциональные” познаваемые миры с тем ограничением, что их законы не вступают в непримиримое противоречие с теми, которые нам известны в настоящий момент»? «Машину времени» Герберта Уэллса часто относят к социальной фантастике, но тогда к социальной фантастике нужно отнести все без исключения научно-фантастические произведения английского писателя, поскольку в любом из своих романов он исследует социальные следствия сугубо **НАУЧНО-ФАНТАСТИЧЕСКИХ** идей. Идея машины времени принципиально противоречит тому, что современной науке известно о природе времени. Однако, в 1895 году, когда Уэллс опубликовал свой роман, идея времени как четвертого измерения (и возможность по этому измерению перемещаться) была идеей вполне научной, и услышал писатель о ней на научно-популярной лекции. Алхимия, как сейчас известно, – лженаука, но повесть Артура Конан Дойла «Открытие Ралфа Хоу» (1891), о которой я уже говорил, в год ее опубликования могла бы быть названа произведением жесткой научной фантастики, если бы такое определение в то время существовало.

С другой стороны, идея Джона Кэмпбелла о существовании гиперпространства, в котором можно мгновенно переместиться из одной точки Вселенной в любую другую на момент опубликования принципиально противоречила тогдашним научным представлениям. Сейчас это уже не столь

очевидно – описаны, например, «кротовые норы», перемещение сквозь которые требует, согласно теории, практически бесконечной энергии. Но ПРИНЦИПИАЛЬНОГО противоречия уже нет.

Другой пример. Фантастический роман о далеком будущем, где к звездам летают на атомных звездолетах, не вступает в непримиримое противоречие с современной наукой, а рассказ Генриха Альтова «Полигон “Звездная река”», - вступает. НФ идея рассказа: скорость света во взрывных процессах может многократно превышать 300 тысяч км/с. Тем не менее рассказ Г. Альтова для ННФ представляется более важным и интересным, нежели многие произведения о полетах «обычных» звездолетов. Рассказ противоречит букве современной науки, но не противоречит ДУХУ науки, научной методологии. Рассказ научен даже по формальным критериям Поппера: НФ идею рассказа можно опровергнуть (и это не проблема) и проверить (чем и занимается герой рассказа).

Bushuev A.B. Rapid Innovation by the Theory of Catastrophes and TRIZ

Abstract: The transition of the production and economic system from the old to the new S-curve as a mathematical cusp catastrophe. The connection between the internal and external control parameters of the catastrophe with the objects of technical contradiction is established: the tool and the product, as well as the X-element and the ideal final result. A jump in innovation has been considered in detail on the examples of the transport system and the manufacturing company.

Keywords: *innovation jump; mathematical catastrophe; TRIZ*

Бушуев А.Б. Скоростная инновация в рамках теории катастроф и ТРИЗ

Аннотация: Рассматривается переход производственно-экономической системы со старой на новые S-кривые развития как математическая катастрофа типа сборки. Установлена связь внутреннего и внешнего управляющих параметров катастрофы с объектами технического противоречия: инструментом и изделием, а также с X-элементом и идеальным конечным результатом. Подробно рассмотрен скачок инновации на примерах транспортной системы и производственной фирмы.

Ключевые слова: *скачок инновации; математическая катастрофа; ТРИЗ*

Введение

Под скоростной инновацией будем понимать резкий скачок в изменении свойств производственно-экономической системы. Хорошо известно [1], что процесс эволюции системы отражается S-образной кривой развития (рис.1).



Рисунок 1. Катастрофа на S-кривой

Модель переход от старой системы к новой, т.е. инновацию, можно рассматривать как математическую катастрофу, характерную для конца третьего этапа S-кривой. Организацию сопротивления катастрофе (или движение по ветви 3), можно назвать усовершенствованием системы, бизнеса, технологического процесса, продукции и т.п. Но если катастрофа неизбежна, то выбирается стратегия овладения катастрофой путем перехода к новому делу, новым процессам, новой продукции и т.п. (движение по ветви 1-2) с целью получения нового свойства системы, существенно превышающего старое свойство.

Впервые в ТРИЗ математический аппарат теории катастроф был использован в докладе А.В.Гитина [2], в котором предложена модель работы изобретателя. Движение мысли изобретателя уподобляется движению шарика в потенциальной яме, глубина которой задается потенциальной функцией $V(x)$ катастрофы типа «сборки

$$V(x) = 0,25 x^4 + 0,5ax^2 + bx \quad (1)$$

где x – координата катастрофы, за которую выбрана идеальность технической системы, a и b – управляющие параметры, причём a – абстрактность задачи, b – время. Кривая, заданная уравнением (1), при определённых значениях параметров a и b имеет две впадины и холм между ними (рис.2). Левая впадина определяет положение прототипа, и мысли (шарику) изобретателя необходимо преодолеть потенциальный барьер холма, чтобы попасть в правую впадину – положение нового решения.

Трудность использования модели заключена в отсутствии численных значений, в которых измеряются потенциальная функция, идеальность технической системы и абстрактность задачи. Эта трудность преодолена в работе [3], в которой численные значения для модели технического

противоречия взяты из конкретной изобретательской задачи, решаемой по АРИЗу. В частности, координатой катастрофы выбрано состояние изделия, управляющие параметры отражают влияние инструмента и X-элемента, а нежелательный эффект является потенциальной функцией.

Катастрофа в производственно-экономической системе

Для наглядности рассмотрения S-кривую (рис.1) отразим сверху вниз и получим график потенциальной функции $V(x)$ для издержек (рис.2 а).

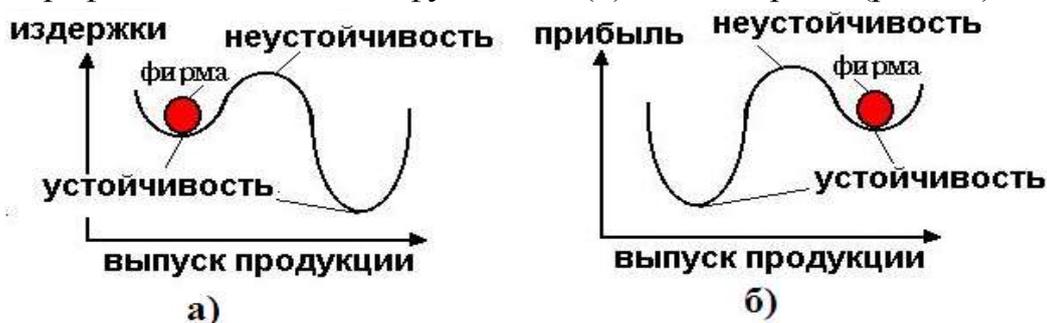


Рисунок 2. Потенциальные функции производственно-экономической системы

График потенциальной функции или издержек зависит, прежде всего, от координаты катастрофы, откладываемой по горизонтальной оси, в данном случае, это выпуск продукции. При меньшем выпуске фирма (шарик) работает устойчиво и находится в левой ямке. Так как имеется более выгодное, устойчивое рабочее состояние с меньшими издержками (правая ямка), то процесс внедрения инноваций можно рассматривать как повышение выпуска и переход фирмы в правую ямку. Этот переход можно назвать «хорошей» катастрофой, и ее надо хорошо организовать, преодолев холм неустойчивости.

Аналогично можно рассматривать и «плохую» катастрофу, когда фирма, снижая выпуск, переходит из правой устойчивой ямки в левую, тоже устойчивую ямку (рис.2б). В этом случае в качестве потенциала можно использовать величину прибыли. Естественно, в этом случае главной задачей является противодействие катастрофе.

Чтобы организовать «хорошую» катастрофу, необходимо изменить конфигурацию графика потенциальной функции. Вид графика зависит от множества факторов, влияющих на работу фирмы или управляющих параметрам. Они могут отражать влияние внешней среды: стоимость сырья, налоги, действия конкурентов и т.д., а также и внутренние собственные решения по управлению фирмой, например, размер инвестиций в расширение выпуска продукции, затраты на разработку новой техники, перестройку структуры, обучение персонала и т.п.

В теории катастроф установлено, что от количества принятых к рассмотрению управляющих параметров зависит количество устойчивых ямок и разделяющих их неустойчивых холмов в графике потенциальной функции.

Поэтому и существует несколько стандартных графиков (или канонических катастроф), отличающихся друг от друга количеством ямок и холмов.

Для канонической катастрофы типа “сборки” потенциальная функция (1) в зависимости от значений управляющих параметров a и b имеет всего два существенно отличающихся вида графиков: при одних наборах a и b график имеет две устойчивых ямки и разделяющий их холм неустойчивой работы (рис2), а при других наборах график имеет всего одну ямку устойчивой работы. Существует также критический набор значений управляющих параметров, при котором один вид графика сменяется другим. Собственно, это и есть момент катастрофы.

Внутри каждого из двух видов графиков при изменении a и b может меняться наклон ветвей, величина провала ямок (ямки), подъем холма, расстояние между ямками, но с точки зрения канонической катастрофы это не так существенно. Можно образно сказать, что модели теории катастроф описывают скелет, «костяк», определяемый состояниями равновесия системы, трансформацию этих состояний, а все остальные движения, как мускулы, «навешиваются» на скелет. Конечно, такие упрощенные модели позволяют делать только качественный анализ, но иногда и этого достаточно.

Пример построения модели катастрофы

Допустим, необходимо получить модель перевозки груза на автомобиле, используя теорию катастроф.

В качестве потенциальной функции обычно выбирается та величина, которая характеризует качество процесса и должна принимать минимальное значение. В этом смысле для перевозки груза за потенциальную функцию можно выбрать время перевозки. Чем меньше это время, тем выше качество перевозки (а в конечном итоге, и затраты). Кстати, название “потенциальная функция” пришло из физики, так как предоставленная самой себе физическая система стремится занять положение минимума потенциальной энергии или минимума затрат на поддержание своего существования. Поэтому в экономической системе за потенциальную функцию и выбираются издержки. Считается, что нормально работающая фирма старается их уменьшить.

Множество факторов, влияющих на потенциальную функцию, это скорость поездки, выбранный маршрут (пройденный путь), возможные поломки и аварии, дорожное движение (“пробки” и объезды), погодные условия, состояния дорог и т.п. Обратим внимание, что эти факторы также влияют друг на друга: от состояния дороги зависят поломки и скорость, от окружающего дорожного движения зависит маршрут и скорость (и наоборот), дорожное движение влияет на погоду (выхлопы), и т.п. Чем точнее хотим

получить модель, тем больше факторов надо учитывать. В этом случае используются типы катастроф, более сложные по сравнению со “сборкой”.

Для сборки же нужно всего 3 фактора. Один из этих факторов выбираем в качестве координаты катастрофы, а именно тот, влияние которого на конечный результат мы хотим исследовать в модели. Допустим, мы хотим установить, как влияет вероятность аварий на сроки перевозки грузов. Тогда координатой выбираем вероятность аварии, которая может меняться от 0 до 1.

Теперь надо выбрать два управляющих параметра из тех факторов, которые влияют на координату катастрофы, т.е. на вероятность аварии.

Здесь можно только рекомендовать следующий подход.

Один управляющий параметр желательно выбирать внутренним, характеризующим внутренние свойства процесса, его “напряг”, мощность, интенсивность и т.п., а другой управляющий параметр - внешним, характеризующим влияние на процесс окружающей среды.

Для рассматриваемого примера транспортного средства внутренним управляющим параметром выгодно выбрать скорость движения - a (км/час), а внешним параметром - влияние погодных условий, например, видимость - b (м).

Далее выбираются диапазоны изменения управляющих параметров, в которых координата катастрофы изменялась бы скачком.

Если построить бифуркационную диаграмму зависимости вероятности P аварии от видимости при постоянной скорости, то она будет иметь скачкообразный характер (рис.3).

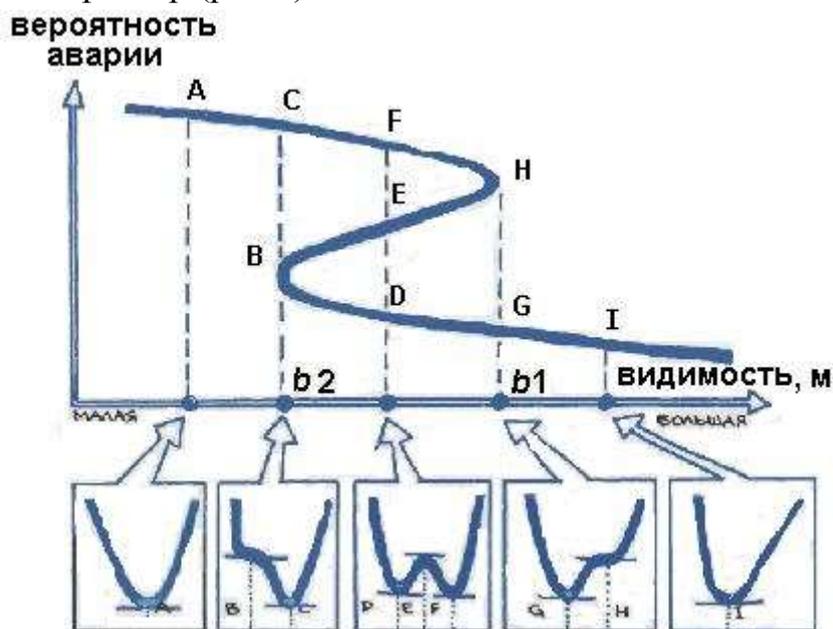


Рисунок 3. Бифуркационная диаграмма для транспортной системы

Если видимость большая (точка I), то вероятность аварии низкая. Потенциальная функция имеет одну ямку при низком значении вероятности

аварии. По мере снижения видимости вероятность аварии равномерно растет до точки G. А вот в диапазоне видимостей от G до B (или от H до C) может быть как низкая, так и высокая вероятность аварии. Этому соответствуют нижняя и верхняя ветви графика. Оба эти состояния устойчивы, так как потенциальная функция имеет уже две ямки, разделенные неустойчивым холмом. Нахождение шарика на вершухе холма является неустойчивым и соответствует точке E средней ветви B-E-H графика. Поэтому шарик там не задерживается, а сваливается либо в левую, либо в правую ямки потенциальной функции, т.е. перескакивает в точку H верхней ветви A-C-F-H высокой аварийности, либо в точку B нижней ветви I-G-D-B низкой аварийности.

Таким образом, существует некоторая полоса видимости от b_1 до b_2 , при которой может быть как высокая, так и низкая аварийность. По справедливости, именно эту полосу и надо бы назвать катастрофой.

Критическая полоса b_1 - b_2 существует при вполне определенном значении второго управляющего параметра a , т.е. скорости движения. Если скорость движения изменится, то критическая полоса деформируется.

Рассмотрим, как это происходит.

При уменьшении скорости верхняя ветвь высокой аварийности будет появляться при меньшей видимости. Поэтому точка H графика должна перемещаться влево, к точке F. Точка B нижней ветки низкой аварийности должна смещаться вправо, к точке D, потому, что максимальная величина низкой аварийности при заданной видимости должна уменьшаться. Таким образом, уменьшение скорости снижает критическую полосу видимости. Образно эту ситуацию можно представить как вытягивание зигзага графика за его концы в разные стороны. В пределе, при нулевой скорости ($a=0$), которая называется критической, зигзаг пропадает совсем, остается только одна нижняя ветвь низкой вероятности аварии и только одна ямка потенциальной функции, независимо от того, как меняется видимость b . Поэтому параметр a называется расщепляющим, так как если он больше своего критического значения, то график расщепляется на две ветви. А если он меньше критического значения, то никакого расщепления нет. Параметр b (видимость) называется нормальным, потому, что при отсутствии расщепления изменение b влияет на график нормально: больше видимость, меньше аварийность, и наоборот. Нет никаких двойственностей, зигзагов.

При увеличении скорости происходит обратное явление. Критическая полоса расширяется. Например, точка H должна сдвигаться вправо, так как высокая аварийность должна наступать при большей видимости. Крайний случай, когда скорость равна бесконечности, рассматривать не будем, так как физически такой скорости не бывает.

Пример экономической системы

Рассмотрим работу некоторой фирмы, у которой координатой катастрофы будет вероятность банкротства, нормальным управляющим параметром b будет способность предвидения, оценки конъюнктуры рынка (т.е. внешней среды), а расщепляющим параметром a будет темп вложения инвестиций в расширение производства (внутреннее свойство) (рис.4).

При некотором ненулевом темпе вложения инвестиций ($a > 0$) и способности к предвидению, соответствующей точке I графика, наша фирма находится в положении светлого кружка с устойчивой низкой вероятностью банкротства p_I . Если способность к предвидению у фирмы будет чуть-чуть меньше, то светлый кружок должен занять положение на кривой чуть-чуть левее состояния I. Это означает, что вероятность банкротства чуть-чуть увеличилась, а устойчивость к банкротству (т.е. глубина ямки устойчивости, в которой работает фирма) чуть-чуть уменьшилась. Если темп вложения инвестиций и способность к предвидению сохраняются постоянными, то такая работы фирмы теоретически может продолжаться бесконечно долго.

Теперь попробуем ввести в нашу модель время. Для этого предположим, что способность к предвидению начинает уменьшаться во времени. Тогда естественно предположить, что наш светлый шарик (фирма) будет также перемещаться по кривой по направлению к точке G. Движение будет проявляться в том, что глубина ямки устойчивости будет постоянно уменьшаться.

И все бы было ничего, но приближается критическое значение способности к предвидению b_1 . При этом значении наша фирма теоретически может либо остаться в точке G (на нижней ветви), либо перескочить в точку H - на верхнюю ветвь, в возникшую новую ямку устойчивости. Такая двойственная ситуация сохраняется во всей критической полосе от b_1 до b_2 .

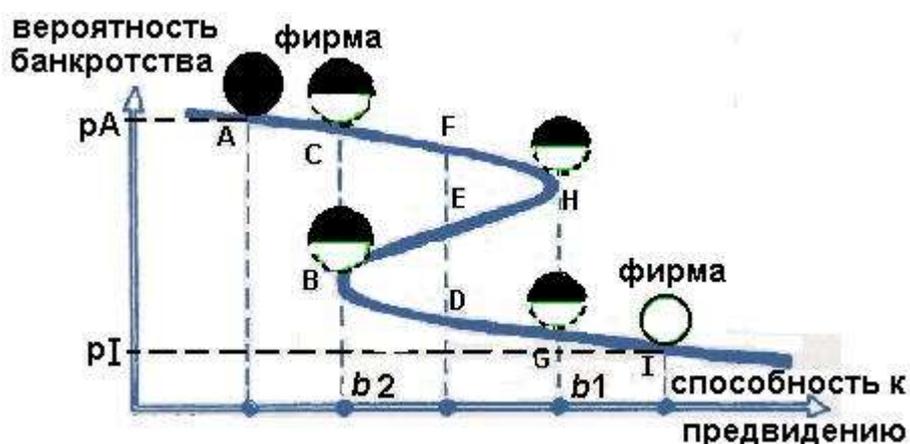


Рисунок 4. Бифуркационная диаграмма для работы фирмы

Где же будет находиться наша фирма? Математики выдвинули два принципа для ответа на этот вопрос. Первый называется принципом

максимального промедления или запаздывания, а второй - принципом Максвелла [5].

При максимальном промедлении считается, что в критической полосе фирма продолжает как можно дольше оставаться в прежнем положении, в котором она была до входа в эту критическую полосу. Считается, что фирма максимально сопротивляется катастрофе, не хочет переходить на верхнюю ветвь и движется по нижней ветви, хотя глубина ямки устойчивости под ней все время уменьшается по мере приближения к другой границе b_2 критической полосы. В данном случае этот принцип отражает грамотную организацию противодействия «плохой» катастрофе.

Если в исходном состоянии фирма находилась в положении А (черный кружок), т.е. на верхней ветви высокой опасности банкротства, то при увеличении способности к предвидению в критической полосе фирма по принципу максимального промедления будет оставаться на верхней ветви вплоть до точки Н. И только после точки Н она перескочит на нижнюю, более выгодную ветвь. Для такой ситуации принцип максимального промедления означает неграмотную организацию «хорошей» катастрофы.

Другой принцип, Максвелла, предполагает, что в критической полосе наша фирма может в любой момент перескочить с одной ветви на другую. Фирма не ждет, когда старая ямка под ней совсем пропадет, а перескакивает в новую, поскольку в критической полосе есть уже две ямки, есть альтернатива (рис. 5).

Следовательно, можно грамотной стратегией фирмы считать принцип максимального промедления при противодействии «плохой» катастрофе, и принцип Максвелла, при организации «хорошей» катастрофы.

Таким образом, возможность «скачка» при грамотной организации «хорошей катастрофы» дает теоретическую основу для алгоритма скоростной инновации.

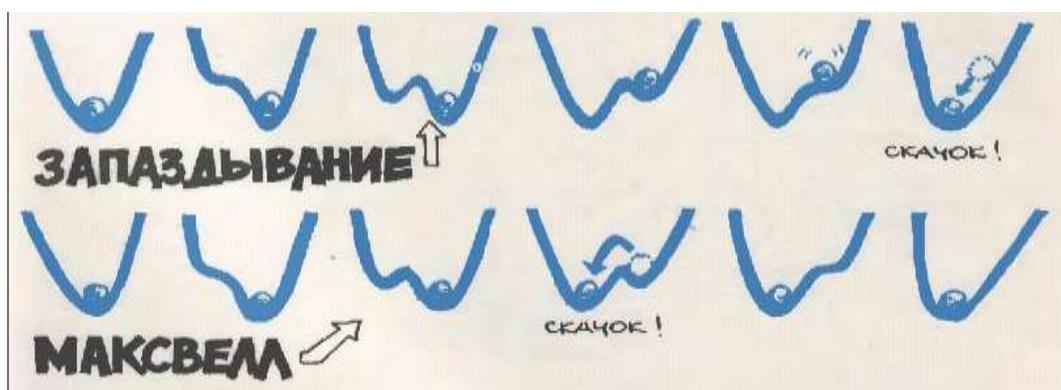


Рисунок 5. Принципы максимального запаздывания и Максвелла

Возможности выхода на АРИЗ и ТП

Выход задачи скоростной инновации на АРИЗ связан с рассмотрением второго, расщепляющего, параметра катастрофы a . При $a < a_{кр}$ ($a_{кр}$ – некоторое критическое значение a) как бы не изменялся нормальный параметр b , в системе есть только одно устойчивое состояние равновесия, одна ямка, безальтернативность, нет противоречия (применительно к АРИЗ-85В - это шаг 1.1., по сути, описание прототипа). В примере с автомобилем: если скорость автомобиля меньше или равняется нулю, то считается, что автомобиль имеет только одну нижнюю ветвь В-D-G-I (рис.3) зависимости низкой вероятности аварии от видимости.

Когда a становится более $a_{кр}$, начинается расщепление: появляется вторая ветвь, вторая ямка, два альтернативных устойчивых возможных состояния равновесия, но не везде, а только в полосе перекрытия от одного критического значения нормального параметра до другого критического значения нормального параметра : от b_1 до b_2 . Ширина полосы перекрытия или расщепления зависит от параметра a , принципиально, чем больше a , тем шире полоса катастрофы, причем зависимость не пропорциональная, ширина полосы в зависимости от a растет гораздо быстрее, чем прямая линия

(по полукубической параболе).

В АРИЗе расщепление задачи обычно начинается с формулировки ТП-1 и ТП-2. Считаем, что до этого расщепления нет, есть только потенциальная посылка к нему - нежелательный эффект прототипа.

Следовательно, начало конфликта есть момент расщепления ($a > a_{кр}$). В АРИЗе расщепление определяется состоянием инструмента: если инструмент в одном состоянии, тогда ТП-1, если в противоположном состоянии, тогда ТП-2. Конфликт растет, если противоположные состояния инструмента удаляются друг от друга. Если увеличивать в полосе катастрофы параметр a , то увеличивается не только полоса катастрофы, но и расстояние между ветвями.

Для примера с автомобилем: управляющий параметр a есть скорость автомобиля V . При увеличении скорости от V_1 до V_2 растет ширина полосы и растет расстояние между понятиями малой и большой вероятности аварии, причем $V_2 > V_1 > V_{кр}$. Рассмотрим случай, когда скорость равна V_1 (график 1-2-7-8 на рис.6). При видимости от B_{21} до B_{11} автомобиль находится на низкой ветви вероятности аварии между точками 1 и 2, катастрофа отсутствует.

Что будет, если при этой видимости B ($B = \text{Const}$, $B_{11} < B < B_{21}$), увеличить скорость до V_2 ? Появляется катастрофа (график 3-4-11-12-5-6-9-10 на рис.7). Автомобиль может находиться либо на ветви 3-4, либо на ветви 5-6. Причем важно отметить следующее обстоятельство: ветвь 3-4 лучше, чем прежняя ветвь 1-2, а ветвь 5-6 хуже, чем прежняя ветвь 1-2. Возможна парадоксальная

ситуация: при той же самой видимости автомобиль имеет большую скорость, а находится на ветви с меньшей вероятностью аварии.



Рисунок 6. Бифуркационные диаграммы для двух значений скоростей

Объясняется это следующим. При меньшей скорости V_1 участок 1-2 означает функционирование без риска, осторожную стратегию езды, без альтернативы перескока на опасную верхнюю ветвь. При большей скорости V_2 и этой же видимости стратегия езды уже рискованная. Можно сказать, что при увеличении скорости идет «перекачка» осторожной стратегии в стратегию с риском, или единственная ветвь низкой аварийности «размазывается» в две ветви: еще лучшую, чем прежняя, и гораздо хуже, чем прежняя.

Практика езды показывает, что автомобилисты часто рискуют в надежде, «авось пронесет!» И часто проносит: даже при большой скорости можно проехать по кривой 3-4-11-12 с меньшей вероятностью аварии (самая лучшая ситуация), чем по красной кривой 1-2-7-8 с меньшей скоростью. Раз риск существует, то он должен быть как-то оправдан, иначе никто бы не рисковал. Но уж если не повезет при большой скорости, то попадешь на верхнюю ветвь 5-6-9-10 и при гораздо лучшей видимости (в точке 1 перескок в точку 5- самая худшая ситуация). Это расплата за риск: при большой скорости полоса видимости, в которой может случиться катастрофа, гораздо шире, чем при малой скорости.

Возвращаясь к АРИЗу можно сказать, что нижняя ветвь 3-4-11-12 дает в этой задаче формулировку идеального конечного результата (ИКР): большая скорость при малой аварийности или высокое быстродействие (время выполнения работы) при высокой же безопасности. Естественно, ИКР находится в результате задачи максимизации. Сразу же из понятия ИКР автоматически находим величину, ему противоположную, которую надо

минимизировать: низкое быстроедействие при малой безопасности. В задачах теории катастроф минимизируется потенциальная функция, отражающая качество плохого функционирования, плохой работы, нежелательный эффект. Это и есть низкое быстроедействие при малой безопасности.

Тогда грамотная формулировка ТП должна звучать так:

ТП-1: если скорость большая, то быстроедействие высокое, а безопасность низкая;

ТП-2: если скорость малая, то быстроедействие низкое, а безопасность высокая.

Фактически формулировка ТП является моделью системы, состоящей из инструмента и изделия, а конфликт возникает между расщепляющим (внутренним) параметром и координатой катастрофы, которая задает состояние системы, а вовсе не между внутренним и внешним (нормальным) параметрами.

Получается сначала система и конфликт внутри нее, а уж потом должна появиться внешняя среда. Применительно к автомобилю: есть конфликт между скоростью и аварийностью, а внешней среды (видимости) нет.

В общем виде ТП можно записать так:

ТП-1: если инструмент плохой, то состояние изделия хорошее

ТП-2: если инструмент хороший, то состояние изделия плохое.

Как видно, ИКР не достигается ни при ТП-1, ни при ТП-2.

Формулировка ТП позволяет построить эквивалентную модель катастрофы (рис. 7) и, тем самым, создает возможность выхода катастрофы на таблицу противоречий 39x39 и больше, если добавлять свои новые строки и столбцы, например, как в таблице на рис. 8.

Некоторые соображения по определению координаты и управляющих параметров катастрофы.

С точки зрения АРИЗа координата катастрофы является свойством изделия, внутренний управляющий параметр влияет на свойство (состояние) инструмента, потенциальная функция задает нежелательный эффект (отрицательный ИКР). В катастрофе типа сборки между координатой катастрофы, потенциальной функцией и управляющими параметрами существует определенная размерная зависимость.

Аналогично в электричестве координатой является ток (или сила тока), т.е. количество электрических зарядов, прошедших через проводник за единицу времени. Поэтому за координату катастрофы можно выбирать поток ресурсов, хотя это и необязательно, поскольку могут быть и другие координаты катастрофы.

Внутренний управляющий параметр a (расщепляющий) пропорционален квадрату координаты, можно сказать, что он задает мощность потока ресурсов. Так и мощность электрического тока пропорциональна квадрату тока.

Следовательно, внутренний параметр, характеризующий свойства инструмента, должен быть пропорционален его мощности, его «напрягу», его риску. На качественном уровне можно записать, что свойство внутреннего управляющего параметра равно $a=C \cdot C$, где C - свойство координаты катастрофы (или свойство изделия).

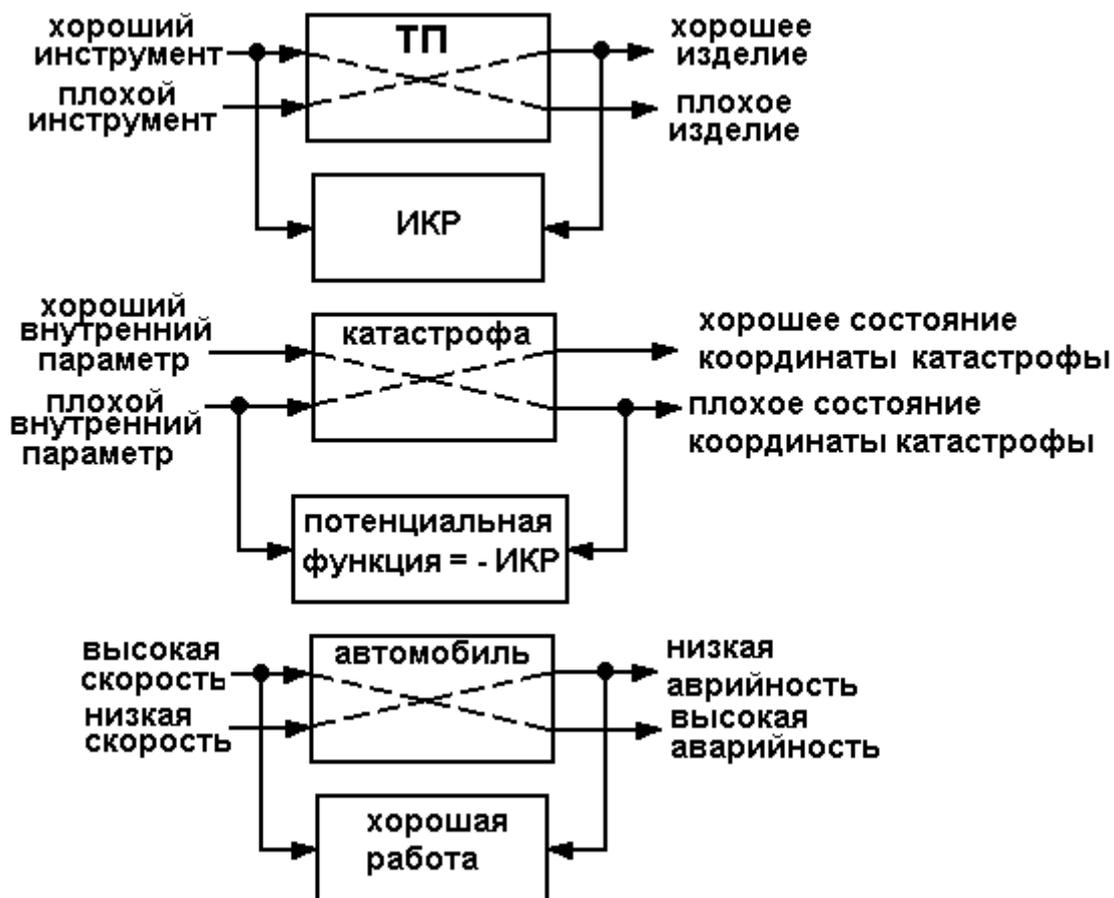


Рисунок 7. Эквивалентные схемы ТП, катастрофы и транспортной системы

	Что ухудшается при изменении	Скорость подвижного объекта	Аварийность	Быстродействие (время)	Безопасность	
Что нужно изменить по условиям задачи						
1.	Скорость подвижного объекта	-	п.т.	-	п.т.	
2.	Аварийность	п.т.	-	п.т.		
3.	Быстродействие (время)	-	п.т.	-	п.т.	
4.	Безопасность	п.т.	-	п.т.		-

Рисунок 8. Фрагмент таблицы типовых приемов разрешения ТП

Теперь можно заполнить клетки таблицы разрешения технических противоречий (рис.8), т.е. вместо т.п. записать приемы повышения видимости для случая, когда увеличивается скорость автомобиля и падает безопасность поездки. Примерами могут быть улучшение зрения водителя (витамины для глаз), модернизация оптики автомобиля (зеркал заднего и бокового вида, противотуманных фар, сигналов габарита и стоп-сигнала и т.п.), модернизация дороги (выявление и обозначение крутых поворотов, т.е. установка флагов катастрофы, спрямление, модернизация освещения и п.), разгон туч и борьба со смогом.

Свойство нормального (внешнего) управляющего параметра b равно кубу от свойства координаты катастрофы, т.е. $b=C \cdot C \cdot C$. Параметр b появляется после формирования модели системы в виде ТП, т.е. этот параметр является внешним по отношению к ТП и появляется он в АРИЗе как средство разрешения противоречия, а таким средством является X-элемент. Таким образом, свойство X-элемента определяет свойство внешнего управляющего параметра b .

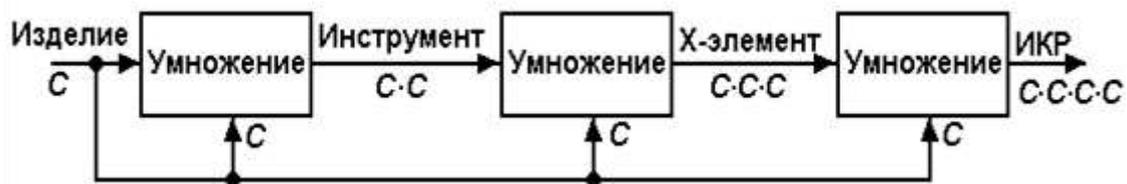


Рисунок 9. Структурная модель изобретательской задачи

Свойство идеального конечного результата (или анти-свойство потенциальной функции) имеет размер четвертой степени координаты катастрофы (свойства изделия), т.е. $ИКР=C \cdot C \cdot C \cdot C$.

Таким образом, можно записать качественную формулу $ИКР=C \cdot C \cdot C \cdot C = a \cdot C \cdot C = b \cdot C$. Для движения автомобиля при изменении видимости, свойством изделия будет вероятность аварии, свойством инструмента будет скорость автомобиля, свойством X-элемента будет видимость, а свойством ИКР будет качество хорошей работы (рис. 9)

Выводы

1. Что дает или должна дать ТРИЗ для катастрофы типа “сборки”?

Конкретное физико-экономическое содержание состояния системы, управляющих параметров, потенциальной функции:

а) Потенциальная функция - это нежелательный эффект или что должно улучшиться (время перевозки груза, издержки, прибыль)

б) Состояние - это то, что должно резко “скакнуть» с плохой позиции на хорошую (выпуск продукции -, вероятность аварий)

в) Внутренний управляющий параметр - то внутреннее действие системы, напрягая которое она может “скакнуть” (темпы вложения инвестиций -, скорость автомобиля)

г) Внешний управляющий параметр - то свойство внешней среды или свое собственное свойство, которое мешает системе “скакнуть” и которое система должна нейтрализовать или/и собственным анти-свойством или/и “напрягом” внутреннего управляющего параметра (плохая видимость на дороге - улучшить оптику автомобиля или/и увеличить скорость, в надежде, что аварии не будет, и быстрее проскочить опасный участок; если авария и будет, тогда останется запас времени на ремонт)

Для математической модели нужны конкретные цифры, в том числе, критические значения параметров.

2. Что дает катастрофа типа “сборки” АРИЗу?

Некоторые, хотя бы на уровне размерности, соотношения между состояниями изделия, инструмента, X-элемента и ИКР.

Возможности использования этого вывода нуждаются в дальнейших исследованиях.

В заключение автор благодарит Н.Б.Фейгенсона. Его полезные советы помогли существенно улучшить работу.

Список литературы

1. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. – Петрозаводск: "Скандинавия", 2004. – 208 с.
2. Гитин А.В. ТРИЗ и теория катастроф. // Тезисы докладов Международной Научно-практической конференции по ТРИЗ. Петрозаводск, 1999. С.24-25.
<http://triz-summit.ru/file.php/id/f300043-file-original.pdf>
3. Бушуев А.Б., Мансурова О.К. Катастрофа типа "сборки" в изобретательской задаче. Научно-технический вестник СПбГИТМО (ТУ). Выпуск 11.
Актуальные проблемы анализа и синтеза сложных технических систем. /под ред. Никифорова В.О. – СПб. СПбГИТМО (ТУ). 2003, С.137-140.
5. Стюарт Иэн. Тайны катастрофы.– М: Мир, 1987. – 80 с.

Goldovsky B.I. About the Logic of Working with Contradictions

Abstract: The article considers a basic logic of working with system contradictions (technical contradictions). This logic provides a contradiction resolving by using a finite number of logical procedures with an information obtained from initial task description and from cause effect model of the contradiction. There is no need in any hints like heuristics. Correct identification of an otherness attributes, i.e. of an ambiguity of a simultaneous existing of an improvement and worsening causes, which comprises a

contradiction plays important role. It is necessary to reveal factors which alteration not only may solve a contradiction but is acceptable. There are shown some examples of solving technical and non-technical areas.

Key words: *System contradiction, technical contradiction, key component, otherness, cause effect contradiction model, denial*

Голдовский Б.И. О логике работы с противоречиями

Аннотация: В статье рассматривается некая базовая логика работы с противоречиями системы (техническими противоречиями), позволяющая разрешать противоречие путем применения конечного (небольшого) числа логических операций с информацией, содержащейся в условиях задачи и в причинно-следственной модели противоречия. Обращения к подсказкам в виде эвристик при этом не требуется. То есть вскрывается логика человека, не знакомого с ТРИЗ. При этом важную роль играет правильное выявление признаков инаковости, то есть неоднозначности причин одновременного существования улучшения и ухудшения, составляющих противоречие. При этом необходимо выявлять и те факторы особенности, изменение которых не только может привести к разрешению противоречия, но и допустимо. Приводятся примеры разрешения противоречий из технической и нетехнической областей.

Ключевые слова: *Противоречие системы, техническое противоречие, узловой компонент, инаковость, причинно-следственная модель противоречия, отрицание*

В последнее время периодически возникают дискуссии о необходимости и возможности упрощения ТРИЗ (см., например, [1], [2], [3]). Причем главным нападкам подвергается использование концепции противоречия, предлагая решение задач сводить исключительно к подбору ресурсов для заданной функции, т.е. к синтезу системы [1]. Очевидно, процедура синтеза представляется гораздо более простой и понятной, нежели работа с противоречиями.

Если принять во внимание несомненное влияние принципа экономии энергии при работе мозга на мыслительную деятельность человека [4], то простота осуществления синтеза системы по сравнению с процедурой разрешения противоречия становится понятной. Человеческий мозг тратит много энергии при освоении новой информации, когда приходится устанавливать новые связи между синапсами. Если же достаточно активизировать уже имеющиеся межсинаптические связи, определяющие стереотипы поведения, то затраты энергии будут существенно меньше. Именно поэтому человек в первую очередь обращается к выработанным ранее стереотипам (что проявляется в виде психологической инерции): незачем

тратить лишнюю энергию. Освоение того или иного вида деятельности на уровне стереотипов – необходимое условие успешного применения осваиваемых навыков. Иначе появляется, например, так называемая «функциональная неграмотность» - буквы человек выучил, но прочитать и понять текст не может.

Процедуры подбора средств (ресурсов) для достижения той или иной цели (функции) начинают осваиваться человеком с раннего детства и продолжаются всю жизнь в самых разных жизненных ситуациях. Разумеется, при освоении некоторой специальности сначала приходится напрягаться из-за существующих особенностей данного рода деятельности, однако всё это кладется на матрицу привычных стереотипов процедур синтеза. Основной проблемой при выполнении синтеза является информационное обеспечение связки «цель (функция) – средство (ресурс)». Иная ситуация возникает при необходимости разрешения противоречия в системе: даже работая в привычной (освоенной) области деятельности, для разрешения противоречия человек должен поломать существующие (привычные) связи между некоторыми свойствами (понятиями, представлениями) и установить новые. В этом и заключается суть так называемого творческого акта, осуществление которого требует повышенных затрат энергии на работу головного мозга и воспринимается как затруднение.

Если обратиться к техническому проектированию, сутью которого является поиск разнообразных технических решений, то можно отметить, что в подавляющем числе случаев проектант занят решением задач по синтезу систем и только время от времени вынужден заниматься разрешением обостренных (или обостряющихся) противоречий. Однако если выделить область **поиска новых технических решений**, то картина получится обратной: доля задач синтеза в этой области значительно уступает доле задач, требующих работы с противоречиями. Не случайно автор ТРИЗ связывал процесс изобретательства именно с разрешением противоречий (хотя часть изобретений получается в результате синтеза систем с новыми принципами действия, когда системы, как носителя противоречия, просто ещё нет). Поэтому обойтись в ТРИЗ без понятия противоречия и процедур, позволяющих противоречия разрешать, не получится.

К этому можно добавить, что методика работы с противоречиями является одной из главных особенностей ТРИЗ, отличающих её от других методик поиска новых решений. Именно из-за этой отличительной черты философы-марксисты из ГДР в свое время назвали АРИЗ «прикладной диалектикой».

С самого начала использования представления о техническом противоречии в ТРИЗ логика работы с противоречием заключалась в

следующем – обратиться к массиву эвристик, состав которых и форма представления постоянно обогащались и совершенствовались. В настоящее время формулировки противоречия используются в основном как маркеры для входа в те или иные массивы эвристик. (Достаточно наглядно такой подход виден, например, в разборах задач, приведенных в [5].) Объектом для целенаправленного осмысления формулировки противоречий в ТРИЗ до сих пор не стали.

Основной акцент на формирование массивов эвристик, отражающих опыт изобретательства и закономерности развития технических систем (ТС), является вполне закономерным для процесса «технологизации» процесса поиска новых технических решений, обеспечивая «получение результата творчества без самого творчества». Правда, эвристики не позволяют получать однозначный ответ, они требуют осмысления в привязке к конкретной проблемной ситуации. Поэтому необходимость в затрате усилий на мыслительные операции все равно остается.

Увеличение количества используемых эвристик в принципе облегчает выход на предпочтительное решение. Однако это порождает проблему освоения необходимого объема информации (на уровне стереотипов, для исключения «ТРИЗовской функциональной неграмотности»). Если сложить вместе количество приемов, принципов разрешения физических противоречий (ФП) и стандартов на решение изобретательских задач, то уже получим массив эвристик мощностью более сотни. А в [6], например, число эвристик превышает пять сотен. Чтобы пользоваться таким массивом информации, необходимо привлечение компьютера. Разумеется, человек, который постоянно в течение многих лет использует подобную информацию для решения задач и/или для преподавательской деятельности, в конце концов, сможет освоить значительную её часть на уровне стереотипов (попросту – запомнит). Но ожидать такого от людей, только осваивающих ТРИЗ, причем на краткосрочных курсах, или использующих ТРИЗ не регулярно, не реально. Именно поэтому и возникают призывы упростить ТРИЗ.

Между тем, полезно не забывать, что большинство изобретений в мире сделано, да и делается без использования ТРИЗ и её эвристик. Представлять себе, что изобретатель, не освоивший методiku изобретательства, тупо перебирает любые пришедшие на ум возможные варианты, довольно наивно. В конце концов, за ссылками на интуицию, которыми любят злоупотреблять психологи и противники всяческих методик изобретательства, скрывается определенная логика обработки исходной информации, связанной с решаемой проблемой. Разумеется, возможные внешние подсказки (например, аналогии) тоже играют важную роль, но только в том случае, если накладываются на некоторую матрицу обработки исходной информации.

Под логикой обработки проблемной информации не имеется в виду типовая процедура постановки задачи: уточнение цели и ограничений, формулировка собственно задачи, уточнение области исходной системы, связанной с задачей и т.п. При реальном проектировании все эти процедуры выполняются, как правило, достаточно быстро и без особых усилий. Настоящим тупиком, тормозящим процесс разработки, является либо отсутствие необходимой информации при постановке задачи синтеза или невозможность разрешения противоречия в системе при выявлении задачи-противоречия. Поскольку проблема отсутствия необходимой информации о возможности выполнения той или функции вполне решается правильной организацией информационного обеспечения процесса разработки (например, тем же функционально ориентированным поиском технологий), то главное внимание следует уделить логике работы с противоречиями. Поэтому представляется полезным попытаться выявить некую универсальную логику обработки информации о противоречии, которая практически применяется при решении задач противоречий помимо ТРИЗ (т.е. специалистами, не знакомыми с ТРИЗ). *При этом необходимо помнить, что разработчик, столкнувшийся с техническим противоречием (ТП), фиксирует его, а затем основное внимание уделяет устранению ухудшения (нежелательного эффекта – НЭ), занося условие сохранения улучшения (положительного эффекта – ПЭ) в ограничения. Физическое противоречие (ФП) при этом вообще не формулируется.*

Выявление некоторой универсальной логики работы с противоречиями полезно также и потому, что принципы ТРИЗ все чаще начинают применяться при поиске новых решений в нетехнических областях, где применимость эвристик, ориентированных исключительно на технические системы, невозможно. При этом следует представлять, что формулировки противоречия, аналогичные техническому противоречию (ТП), применимы к **любым искусственным системам, существующим в многомерном пространстве оценок со стороны окружения**. То же самое можно сказать и о формулировках, аналогичных физическому противоречию (ФП).

*Разумеется, для применения аппарата противоречий в нетехнических областях наименования ТП и ФП должны быть заменены на более универсальные. Попытки заменить традиционные для ТРИЗ названия противоречий уже делаются, однако в качестве основания для новых терминов зачастую принимаются поверхностные признаки. Например, в [5] ТП именуется «двухэлементной моделью задачи», а ФП – «одноэлементной моделью». В [7] ТП предлагается называть «противоречием требований», а ФП – «противоречием свойства». Между тем по своей сути противоречие, аналогичное ТП, является **противоречием системы**, а совокупность этих противоречий является характеристикой искусственной системы наряду с*

другими её признаками [8]. Соответственно противоречие, аналогичное ФП, является **противоречием задачи** по устранению (разрешению) противоречия системы, перемещающее отношения противоположностей с внешнего функционирования на внутреннее. В настоящей работе для исключения терминологической путаницы будут использованы традиционные обозначения: ТП и ФП.

Попытка обратить внимание на эвристические возможности, заложенные в структуре технического противоречия, была сделана в [9]. С тех пор были выполнены разборы целого ряда задач-противоречий из техники и нетехнических областей, в которых делалась попытка воспроизвести логику рассуждения человека, не знакомого с эвристиками ТРИЗ. Анализ этих разборов, а также обобщение ряда теоретических работ автора позволили сформулировать некоторые правила работы с исходной информацией о противоречии системы с целью выхода на идею его разрешения.

Во-первых, исходным базисом для работы с противоречием является его причинно-следственная модель, вернее причинно-следственная модель той части системы, которая связана с данным противоречием. Необходимость и полезность построения такой модели отмечались неоднократно [10], [8], [9]. Правильно построенная модель противоречия позволяет учесть все необходимые для решения задачи особенности рассматриваемой системы, а также избежать грубых ошибок, таких как:

- ТП формулируется для разных состояний системы;
- ТП формулируется для разных (альтернативных) систем.

Модель противоречия позволяет выявить **узловой компонент (УК)**, то есть ту часть системы, свойства и/или состояние которой (**аУК**) является **причиной одновременно и улучшения некоторой стороны системы (положительного эффекта – ПЭ) и ухудшения другой стороны системы (нежелательного эффекта – НЭ)**. *УК может быть выявлен путем построения причинно-следственной цепочки в виде ответов на вопрос «Почему?», двигаясь от НЭ и от ПЭ: на пересечении этих цепочек получаем УК.* Это позволяет корректно сформулировать ФП, которое должно включать признаки (свойства) УК, а не звена причинно-следственной цепочки между УК и НЭ (что часто встречается в разборах задач).

Для корректного построения причинно-следственной модели противоречия приходится потратить некоторое время и мыслительную энергию. Однако сложность этого процесса не следует преувеличивать. Все существующие методики работы с противоречиями, включая АРИЗ, исходят из того, что у человека в уме присутствует указанная модель. Иначе он не смог бы отвечать на вопросы методики, формулировать ТП и ФП. Кстати, представление, о типах вредных факторов, приведенное в [11], тоже опирается на причинно-

следственную модель. По сути дела, предложение работать непосредственно с причинно-следственной моделью противоречия позволяет сделать видимым и наглядным то, к чему все равно приходится обращаться, но корректность которого никак не контролируется.

Следует отметить, что процедуры причинно-следственного анализа являются естественными для человека. В процессе знакомства с окружающим миром он неизбежно устанавливает соответствующие причинно-следственные связи, закрепляя в памяти множество соответствующих моделей. То есть процедура построения очередной причинно-следственной модели опирается на существующие стереотипные матрицы. В [12], например, для упрощения освоения процедуры построения причинно-следственных моделей предлагается строить взаимосвязи между параметрами внутреннего функционирования и внешних характеристик системы. В принципе, в советское время инженер, освоивший проектирование того или иного технического средства, как правило, усваивал на уровне стереотипов два типа моделей: функционально-структурную модель этого технического средства (из каких частей состоит и для чего каждая часть нужна), а также причинно-следственные модели связей между параметрами внутреннего функционирования и внешних характеристик системы. Например, инженер, освоивший «Теорию корабля», должен был четко представлять себе, в частности, следующее. Если при заданной величине водоизмещения уменьшить отношение длины судна к его ширине, то увеличится поперечная остойчивость, то есть улучшится возможность сопротивления судна действию кренящего момента. Одновременно уменьшится период собственных поперечных колебаний, то есть бортовая качка судна станет более резкой, что ухудшит условия обитаемости. Кроме того, при этом уменьшится смоченная поверхность корпуса (то есть площадь обшивки подводной части судна). На небольших скоростях, где основной составляющей гидродинамического сопротивления являются силы трения, суммарное гидродинамическое сопротивление и требуемая мощность двигателей уменьшатся. А на больших скоростях хода, где преобладают гидродинамические силы волновой природы, уменьшение отношения длины к ширине приведет к росту гидродинамического сопротивления и соответствующей мощности двигателей. Подобные модели на уровне стереотипов осваиваются любым профессионалом. Кстати, именно поэтому зачастую так тяжело бывает из профессионала извлекать нужную информацию стороннему специалисту: профессионал просто не понимает, что нужно рассказывать о том, что для него является само собой разумеющимся.

Во-вторых, механизмом разрешения противоречия в ТС является диалектическое отрицание, то есть изменение (сделать иначе, сделать наоборот) имеющихся в исходной системе признаков, обуславливающих существование НЭ, с сохранением признаков, обеспечивающих получение ПЭ. В пределах отрицания может подвергаться принцип действия ТС с сохранением ПЭ, то есть ставится задача получения ПЭ иным способом [10], [8].

В-третьих, разрешение противоречия производится в разных отношениях [8], включая разные отношения к областям пространства и моментам времени, а также к иным параметрам (признакам) системы.

Для этого необходимо **выявить признаки «инаковости» в причинах, приводящих к существованию ПЭ и НЭ**. Выявление таких признаков позволит «зацепиться» за возможное направление разрешения противоречия.

В первую очередь проверяется совпадение сторон системы, составляющих ПЭ и НЭ, в пространстве и во времени, а также по системным уровням. Наличие несовпадений и является тем признаком «инаковости», который позволит наметить направление разрешения противоречия.

Если для данного противоречия системы сформулировано ФП, то разрешение противоречия по указанным несовпадениям будет считаться разрешением в пространстве, или во времени, или по системным уровням.

Обычно стороны системы, составляющие ПЭ и НЭ, относятся к характеристикам внешнего функционирования системы и, как правило, к одному системному уровню. Если же выявилось несовпадение ПЭ и НЭ по системным уровням, причем НЭ соответствует более высокому (более общему) системному уровню (например, НЭ соответствует внешней стороне системы, а ПЭ – подсистемы), то противоречие необходимо преобразовать к симметричному виду, подвергнув инверсии состояние (параметр) УК и поменяв местами стороны системы, соответствующие улучшению и ухудшению. То есть вместо $ТП1 = (ПЭ(А) + НЭ(Б))$ (аУК) применить $ТП2 = (ПЭ(Б) + НЭ(А))$ (не аУК), соответственно изменив причинно-следственную модель противоречия. В приведенных формулах (аУК) соответствует подтверждению свойства или состояния узлового компонента, его сохранению («должно быть»), а (не аУК) – отрицанию этого свойства или состояния («не должно быть»). Более подробно об этом сказано в [8].

При совпадении сторон системы, составляющих ПЭ и НЭ, в пространстве, во времени и по системным уровням необходимо выявить разные признаки в причинах существования ПЭ и НЭ на уровне внутреннего функционирования системы. Сначала проверяется, что является непосредственной причиной НЭ: состояние УК (аУК) или следствие этого состояния, то есть звено в причинно-следственной цепочке между аУК и НЭ. В последнем случае НЭ устраняется отрицанием этого звена.

Если аУК является непосредственной причиной НЭ, то необходимо постараться выявить «инаковость» признаков, скрытых в аУК. То есть проанализировать состав и структуру аУК, разделить на более простые составляющие и проверить связь этих составляющих с существованием ПЭ и НЭ. Если с ПЭ и НЭ связаны разные признаки, входящие в аУК, то направление разрешения противоречия находится путем отрицания признака, связанного с НЭ, с сохранение признака, связанного с ПЭ. При этом разные признаки могут быть скрыты в традиционных, но укрупняющих смысл формулировках. *Например, аУК имеет вид «наличие вала, вращающего изделие». В этом определении «спрятаны» два признака: наличие оси, вокруг которой осуществляется вращение, (признак геометрии и пространственного расположения) и наличие вала как конкретного средства передачи вращения. Каждый из этих признаков может быть по-разному связан с ПЭ и НЭ. К примеру, для сохранения ПЭ необходимо сохранить положение оси, а для устранения НЭ – изменить способ передачи вращения.*

Если аУК является непосредственной причиной НЭ и признаки, входящие в аУК, в одинаковой степени определяют существование и ПЭ и НЭ, то отрицанию подвергается аУК. То есть убирается причина НЭ, а ПЭ достигается путем построения иной системы с использованием другого принципа действия. (Другими словами, устранение НЭ осуществляется абсолютно, а сохранение ПЭ – относительно, через результат функционирования новой системы.)

Если при этом аУК содержит несколько признаков, вместе определяющих наличие ПЭ и НЭ, то отрицание каждого из этих признаков по отдельности позволяет наметить несколько направлений разрешения противоречия. В качестве примера такому отрицанию можно рассмотреть задачу о датчике заполнения бензобака, приведенную в [13].

При полном или частичном отрицании аУК чаще всего приходится решать задачу синтеза новой системы с использованием имеющихся ресурсов. При этом желательно также среди ресурсов находить **факторы особенности** (признаки «инаковости»), выделяющие данный ресурс из всего множества остальных. Это особенно важно для разрешения противоречий в нетехнических областях.

В любом случае анализ ситуации на выявление признаков «инаковости» должен выявлять и те **факторы особенности, изменение которых не только может привести к разрешению противоречия, но и допустимо.**

Рассмотрим несколько примеров применение указанного подхода к задачам из технических и нетехнических областей.

Задача о создании самолета

Данная задача приведена в [14] и была реально решена при проектировании в середине 20-го века.

Необходимо было разработать принципиально новый самолет с большими скоростью и дальностью полета. Для обеспечения дальности было принято решение использовать турбовинтовые двигатели (как наиболее экономичные). А для достижения требуемой скорости полета необходимо было применить крылья большой стреловидности, а также силовую установку большой суммарной мощности. Однако существовавший в то время двигатель имел сравнительно небольшую единичную мощность, поэтому на самолет пришлось установить достаточно большое количество таких двигателей (8 штук), чтобы обеспечить требуемую суммарную мощность. При этом потребовалось увеличить размах крыльев и, соответственно, их абсолютный размер, что привело к недопустимо большому весу крыльев. Причинно-следственная модель соответствующего технического противоречия приведена на рис. 1.

Анализ ПЭ и НЭ показывает, что они относятся к одним и тем же областям пространства и времени, но к разным системным уровням: ПЭ1 и ПЭ2 – общие характеристики системы (самолета), а НЭ – характеристика подсистемы (крыла). Поэтому в первом приближении кажется очевидным, что следует обеспечить снижение веса крыла за счет преобразований на уровне соответствующей подсистемы, в частности, за счет использования иных материалов. В современных условиях это было бы возможно путем применения, например, титановых сплавов и композитных материалов. Но в середине прошлого века применение алюминиевых сплавов являлось безусловным ограничением. Поэтому данное направление устранения НЭ в то время было практически невозможным.

Из модели ТП видно, что состояние УК «большое количество двигателей» обусловлено ограничением единичной мощности двигателя. Поэтому противоречие могло быть разрешено за счет создания нового двигателя большей единичной мощности. В принципе данное направление является перспективным: в конце концов такой двигатель в последствии был действительно создан. Однако создание нового двигателя – процесс более «канительный» и длительный, чем создание нового самолета. Поэтому в реальных условиях при заданных жестких сроках создания нового самолета существующая мощность двигателя также являлась безусловным ограничением.

Можно отметить, что направление создания нового двигателя соответствует рекомендациям АРИЗа ориентироваться на состояние системы, обеспечивающей главный производственный процесс. Данная рекомендация правильная, если речь идет о поиске перспективного изобретения. Однако в условиях реальных разработок направление решения проблем приходится выбирать с учетом существующих в данное время безусловных ограничений. При этом направление решения проблемы должно

учитывать **существенность** целей и ограничений. В этих условиях предпочтительным будет то исходное состояние системы, при котором выполняются наиболее важные требования, зачастую не совпадающие с главным производственным процессом. Например, ограничения на использование определенных ресурсов, на изменения надсистемы, экологические требования и т.п.

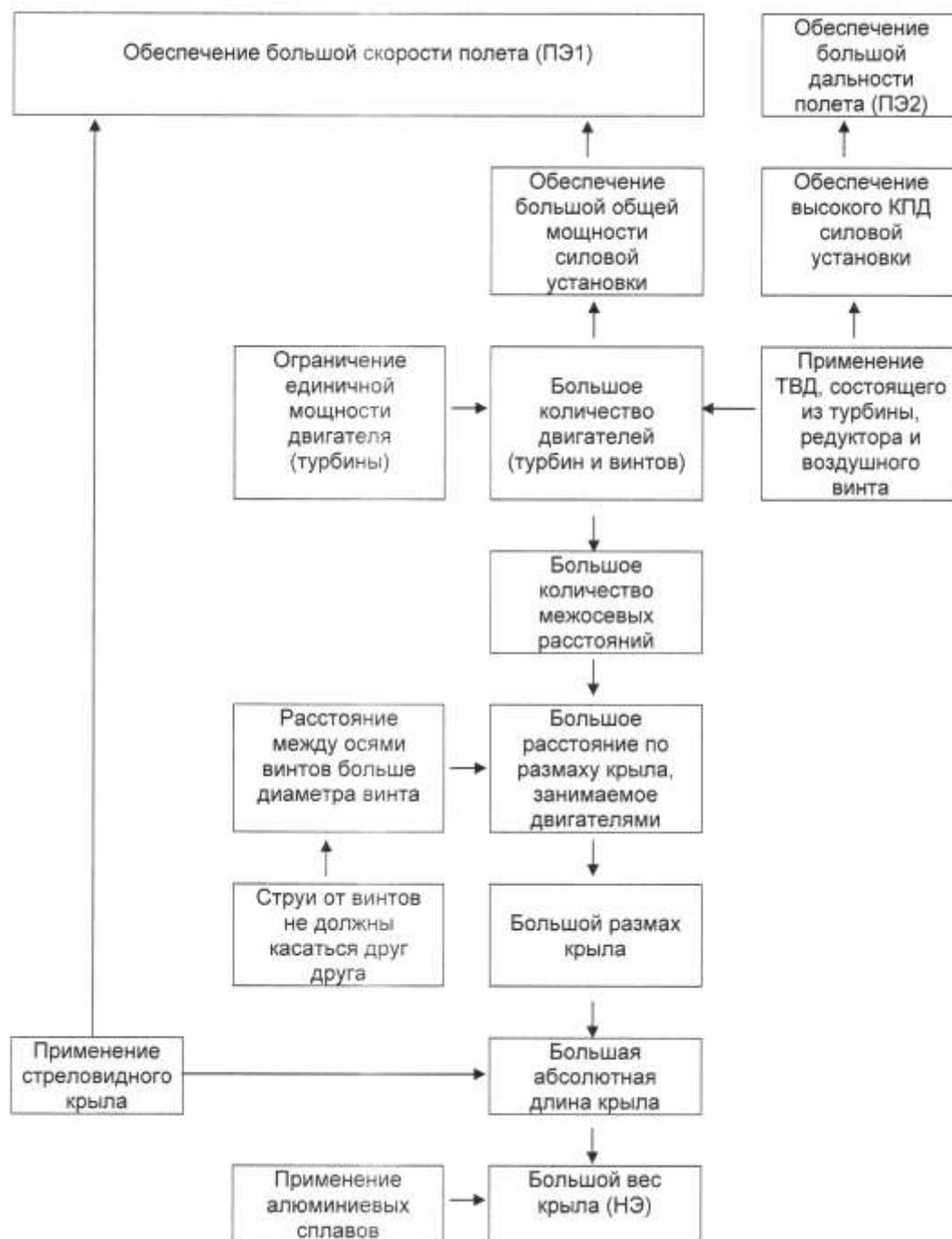


Рисунок 1. Причинно-следственная модель ТП к задаче о создании самолета

Если обратиться к состоянию УК и постараться выявить его сложную структуру, то становится видно, что элемент «двигатель» состоит из двух элементов: «турбина» и «воздушный винт». Причем признак (параметр) турбины «мощность» обеспечивает существование ПЭ1, а признак (параметр) воздушного винта «диаметр» связан с возникновением НЭ.

Применяя операцию диалектического отрицания, получаем направление разрешения данного противоречия: сочетание большого количества турбин с малым количеством винтов и, соответственно, межосевых расстояний. Для реализации этого направления был создан двигательный агрегат, состоящий из двух турбин, работающих через общий редуктор на один винт. Это позволило уменьшить число двигателей вдвое, соответственно уменьшив размах, размеры и вес крыльев.

Задача о пропитке свинцом пористого образца карбида кремния

Данная задача приведена в [15].

Пористый биоморфный карбид кремния, полученный из древесины – перспективный материал для создания суперконденсаторов и преобразователей рентгеновского и гамма-излучения в электричество. Для этого его нужно окислить, создав на поверхности слой из оксида кремния (изолятор, обкладка конденсатора), а затем ввести тяжелый металл, например, свинец. Проблема в том, что расплавленный тяжелый металл плохо смачивает оксид кремния. Заталкивать его нужно под давлением, но собранные схемы приводят к тому, что образец карбида кремния всплывает на поверхность металла и оказывается не полностью погруженным. При этом не обеспечивается полное заполнение пор образца карбида кремния свинцом, а под действием давления сам образец разрушается. Причинно-следственная модель соответствующего технического противоречия приведена на рис. 2.

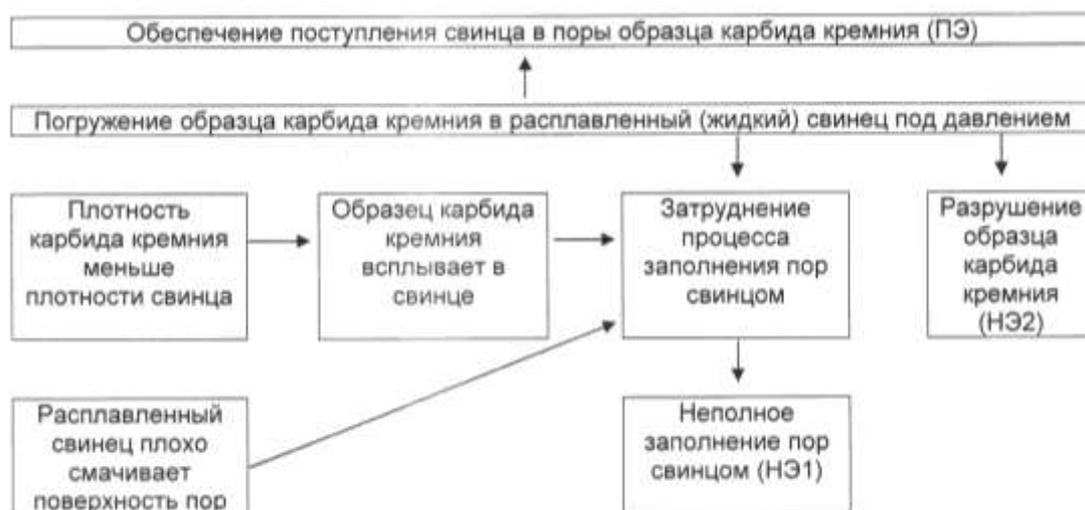


Рисунок 2. Причинно-следственная модель ТП к задаче о пропитке свинцом пористого образца карбида кремния

Анализ ПЭ и НЭ показывает, что они относятся к разным моментам времени: ПЭ соответствует промежутку времени, во время которого происходит заполнение пор, а НЭ – к моменту времени после заполнения (к результату). Следовательно, направление разрешения противоречия может быть связано с некоторым преобразованием во времени. При этом непосредственной причиной НЭ1 и НЭ2 является состояние УК: «погружение образца карбида кремния в расплавленный (жидкий) свинец под давлением». Признаки этого состояния по-разному связаны с ПЭ и НЭ. ПЭ обеспечивается всей совокупностью признаков, НЭ1 связано с наличием расплавленного свинца, а НЭ2 – с наличием давления. Для уточнения направления разрешения противоречия придется применить операцию диалектического отрицания. При заполнении вещество, поступающее в поры образца карбида кремния, должно быть жидким и содержать свинец (свойства для обеспечения ПЭ), но должно быть не расплавленным свинцом и иметь свойство заполнять поры без давления (хорошо смачивать поверхность пор). Кроме того, данное вещество после заполнения пор должно иметь возможность превращаться в чистый свинец (упомянутое выше преобразование во времени).

Возникает задача подбора соответствующего вещества, для решения которой необходимы специальные знания. Специалист-химик предложил использовать «свинцовый сахар» (ацетат свинца (II)), который в виде раствора или расплава хорошо заполняет поры, а затем при дальнейшем нагреве разделяется на кристаллический свинец и газовую фракцию, которая сама выходит из пор.

Задача о повышении эффективности плазменной панели

Данная задача приведена в [5].

Плазменный дисплей дает хорошее качество изображения, но имеет ряд недостатков. Один из них – низкая эффективность: отношение производимого дисплеем светового потока к потребляемой энергии значительно меньше, чем у других типов дисплеев. При этом важно отметить, что параметры всех компонентов плазменной панели оптимизированы, и менять их нельзя.

Плазменная панель представляет собой герметично закрытую коробку, состоящую из двух листов стекла, соединенных периферийной рамкой. Панель заполнена инертным газом, давление которого ниже атмосферного. На заднем стекле расположены подпиксели – ячейки. Стенки ячеек покрыты фосфором, дающим свет трех основных цветов (соответственно, три ячейки, создающие три разных цвета, образуют пиксель). На переднем стекле размещены прозрачные электроды (упрощенно говоря, по два для каждой ячейки). Зазор между электродами такой, чтобы при подаче напряжения на электроды мог возникнуть плазменный разряд. Возникающее при ионизации инертного газа облачко плазмы генерирует поток фотонов в ультрафиолетовом диапазоне.

Фотоны воздействуют на фосфор, расположенный на стенах ячейки, который испускает видимый свет нужного цвета.

Мощность, потребляемая панелью, зависит от величины напряжения, подаваемого на электроды. Причем напряжение, необходимое для активации плазмы, значительно превышает величину напряжения, необходимого для поддержания существования плазмы. Из физики известно, что чем меньше расстояние между электродами, тем меньшее значение напряжения достаточно для возникновения плазменного разряда. Однако для того, чтобы обеспечить свечение в размерах всей ячейки, электроды должны быть расположены соразмерно величине ячейки, которая, как было отмечено выше, оптимизирована и изменению не подлежит.

Причинно-следственная модель соответствующего технического противоречия приведена на рис. 3.

Анализ ПЭ и НЭ показывает, что они связаны с разными моментами времени: НЭ определяется моментом активации (зажигания) плазмы, а ПЭ – промежутком времени поддержания существования плазмы, обеспечивающей свечения ячейки. Поэтому направление разрешения противоречия может быть связано с преобразованием во времени. Поскольку являющийся непосредственной причиной НЭ признак «большое напряжение» - это следствие аУК «большое расстояние между электродами», то следует сначала рассмотреть возможность преобразования во времени этого признака. То есть, сохраняя большое расстояние между электродами, менять во времени величину подаваемого напряжения: большое для активации плазмы и уменьшенное для её поддержания. Однако, учитывая большое количество ячеек, подобная динамизация величины напряжения для каждой ячейки чрезмерно усложнит систему управления панелью, и поэтому не может быть реализовано. Тогда, при постоянной величине напряжения остается подвергнуть изменению во времени состояние УК: изменять расстояние между электродами. Однако подобная динамизация электродов чрезмерно усложнит конструкцию панели и также не может быть реализована. Получается, что направления разрешения противоречия, связанные с преобразованиями во времени, при всей внешней заманчивости, не реализуемы из-за имеющихся ограничений на усложнение системы.

В этих условиях остается только обратить внимание на принцип действия системы и подвергнуть его диалектическому отрицанию. Как показано на рис. 3, кратко систему можно описать как два электрода в прозрачной ячейке с инертным газом. Из всех указанных признаков фактором особенности, который можно изменять, является количество электродов. Получается следующее направление разрешения противоречия: использовать «не два» электрода. В частности, можно установить четыре электрода: два вспомогательных

(инициирующих) на малом расстоянии для обеспечения зажигания плазмы при пониженном напряжении и два основных на большом расстоянии для обеспечения свечения в размере ячейки в режиме поддержания существования плазмы.



Рисунок 3. Причинно-следственная модель ТП к задаче о повышении эффективности плазменной панели

При наличии четырех электродов обеспечивается заметное снижение напряжения и затрачиваемой мощности, но возникает новый НЭ: после зажигания плазмы между вспомогательными электродами электрическое сопротивление между ними становится заметно меньше, чем между основными даже в условиях распространения плазмы по объему ячейки. Поэтому основной поток электрической энергии идет через вспомогательные электроды, не обеспечивая должной интенсивности свечения в объеме всей ячейки. Поскольку, как было показано выше, динамизация, например, в виде переключения напряжения с одной пары электродов на другую, в данной системе не реализуема, необходимо выявить фактор особенности, изменение которого возможно. Таким фактором в данной ситуации является величина электрического сопротивления, которую можно регулировать. В частности, можно в цепь со вспомогательными электродами добавить дополнительное электрическое сопротивление (например, в виде проводников), подобрав его величину таким образом, чтобы суммарное электрическое сопротивление

между вспомогательными электродами было меньше, чем между основными электродами, в момент перед зажиганием плазмы, но больше при распространении плазменного облака по объему ячейки в режиме поддержания существования плазмы.

Введение дополнительных проводников к вспомогательным (инициирующим) электродам породило ещё одно противоречие: обеспечение увеличения электрического сопротивления (ПЭ) за счет использование длинных проводников привело к затруднению размещения их в размерах ячейки (НЭ). Здесь аУК «использование длинных проводников» одинаково связано с ПЭ и НЭ. Однако признак «длинный проводник» содержит в себе два смысла: с ПЭ связан абсолютный размер проводника, определяющий его электрическое сопротивление, а с НЭ - как одна из характеристик формы проводника, определяющая его размещение в пространстве. Поэтому можно устранить НЭ за счет изменения формы проводника (например, в виде «зигзага» или «спирали»), сохранив при этом его абсолютную длину, обеспечивающую существование ПЭ. Схема результирующего решения показана на рис. 4.

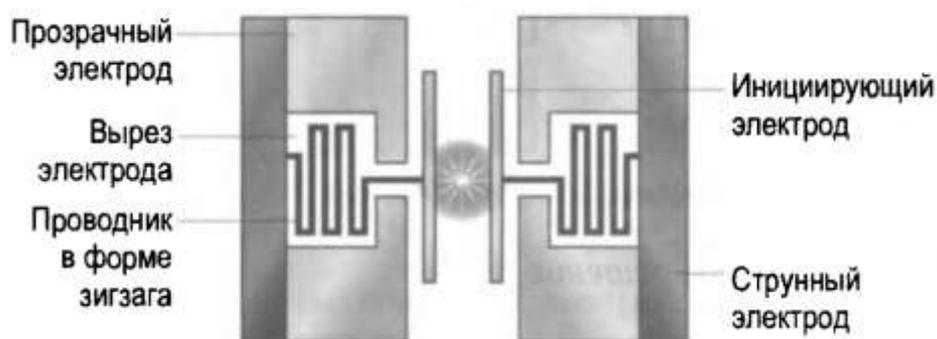


Рисунок 4. Итоговая схема ячейки плазменной панели

Задача о купце, ростовщике и судье

Данная задача из нетехнической области приведена в [7].

Один купец взял в долг деньги у ростовщика (дело было в старое время). Если купец не успеет отдать деньги в срок, то ростовщик получает возможность вырезать сер (около 1 кг) мяса из любой части его тела. Так было записано в договоре. Купец опаздывал всего на один день, но жестокий ростовщик отказался взять деньги. Он давно мечтал убить этого купца и конкурента. И обратился в суд. Судья не мог отказать ростовщику в его праве выполнить свою часть договора. Но это приводило к гибели купца, чего судья не желал (это было для него нежелательным эффектом). Причинно-следственная модель противоречия приведена на рис. 5.



Рисунок 5 – Причинно-следственная модель противоречия системы к задаче о купце, ростовщике и судье

Анализ ПЭ и НЭ показывает, что ПЭ, как и все элементы модели противоречия, относится к правовой системе, а НЭ реализуется вне правовой системы, как одно из последствий. При этом аУК «Судья разрешает ростовщику выполнить свою часть договора» должно быть безусловно сохранено, поскольку непосредственно обеспечивает существование ПЭ. Следовательно, НЭ может быть устранен, если будет подвергнуто отрицанию звено причинно-следственной цепочки, предусматривающие выполнение действий, соответствующих праву ростовщика на выполнение своей части договора.

Поскольку в правовой системе рассматривается договор, а одной из причин НЭ является не выполнение купцом своей части договора, то содержанием отрицания может быть также, скорее всего, условие невыполнения своей части договора ростовщиком. Если рассмотреть содержание обязательств ростовщика, то в них явно можно выделить две части. Первая часть – обязательство вырезать из тела купца кусок мяса – сформулирована на качественном уровне и может быть выполнена без нарушений. Вторая часть – вес куска мяса должен составлять 1 сер – сформулирована как количественный параметр, причем достаточно однозначно. А такое обязательство выполнить может быть затруднительно (признак «инаковости»). Поэтому судья наряду с признанием права ростовщика выполнить свою часть договора поставил условие, что ростовщик должен это сделать точно: вес вырезанного куска мяса должен быть не более и не менее оговоренной договором величины. В противном случае это будет считаться нарушением договора и с ростовщиком поступят так же, как он собирается поступить с купцом. Этого условия оказалось достаточно, чтобы ростовщик принял деньги от купца и снял свои претензии.

Рассмотренные примеры показывают, что существует некая базовая логика работы с противоречиями системы (техническими противоречиями),

позволяющая разрешать противоречие путем применения конечного (небольшого) числа логических операций с информацией, содержащейся в условиях задачи и в причинно-следственной модели противоречия. Обращения к подсказкам в виде эвристик при этом не требуется. Представляется полезным на основе этой базовой логики создать методический инструмент для освоения его при начальном обучении ТРИЗ.

Разумеется, данное предложение не умаляет важной роли эвристик при работе с противоречиями. Однако приведение имеющегося массива эвристик в систему с выделением минимально-необходимого ядра, доступного и полезного для запоминания, является отдельной задачей, которую необходимо решать специалистам в области ТРИЗ.

Список литературы

1. Кукалев С.В. Как нам упростить ТРИЗ (2016 - <http://www.metodolog.ru/node/2002>)
2. Орлов М.А. Основы классической ТРИЗ. Практическое руководство для изобретательного мышления. 2-е изд. - М.: СОЛОН-Пресс, 2006
3. Голдовский Б.И. Вперед в прошлое или как же нам упростить ТРИЗ (2016 - <http://www.metodolog.ru/node/2014>)
4. Савельев С.А. Церебральный сортинг – М.: Веди, 2016
5. Шпаковский Н.А., Новицкая Е.Л. ТРИЗ. Практика целевого изобретательства: учебное пособие – М.: Форум, 2011
6. Петров В. Обобщенные модели решения изобретательских задач. 2007 - <http://triz-summit.ru/205253/203840/203996/>
7. Рубин М.С. О противоречии требований и противоречии свойств в бизнесе // Сборник докладов VIII международной конференции «ТРИЗ: практика применения и проблемы развития». Москва 11-12 ноября 2016 года. С. 241-248
8. Голдовский Б.И. О противоречиях в технических системах-2 – Нижний Новгород, 1999 – Деп. в ЧОУНБ 28.02.2000 № 2547 - <http://www.metodolog.ru/00001/00001.html>
9. Голдовский Б.И. Некоторые комментарии к эвристическим возможностям противоречия в технической системе (2015 - <http://www.metodolog.ru/node/1949>)
10. Голдовский Б.И. О противоречиях в технических системах: материалы к семинару преподавателей методики изобретательства ОЛМИ при ЦС ВОИР – Горький, 1974 - Деп. в ЧОУНБ 26.09.1989 № 758
11. Графитулин М.С. Типы вредных факторов // Сборник докладов VIII международной конференции «ТРИЗ: практика применения и проблемы развития». Москва 11-12 ноября 2016 года. С. 234-241

12. Минакер В.Е. Техническое противоречие и анализ параметров // Сборник докладов VIII международной конференции «ТРИЗ: практика применения и проблемы развития». Москва 11-12 ноября 2016 года. С. 229-234
13. Голдовский Б.И. Оптимальное решение. Желаемое и действительное. 2015 (<http://www.metodolog.ru/node/1906>; <http://triz-summit.ru/ru/205253/203696/field/300155/>)
14. Петров В.М. Теория решения изобретательских задач – ТРИЗ: учебник по дисциплине «Алгоритмы решения нестандартных задач». – М.: СОЛОН-Пресс, 2017
15. Рыженков А.В. Заполнение биоморфного окисленного карбида кремния тяжелым металлом (свинцом) // Сборник докладов IV конференции «ТРИЗ. Практика применения методологических инструментов» 19-20 октября 2012 – М.: 2012. С. 145-150 (<http://www.metodolog.ru/node/1584>)

Gorobchenko S. Engineering tasks and methods of their solving. Algorithm of engineering tasks solving (ARInZ©)

Abstract: There is no right understanding of what kind of TRIZ methods can be applied for the engineering projects. However, this class of the defined tasks supposes the finding of such kind of methods and creating of the special algorithm of their solving.

The article is devoted to the analyses of the tasks in engineering projects, their better understanding and development of the algorithm of their solving.

Key words: *Engineering tasks; Types of engineering tasks; Algorithm of engineering task's solving; Triad "Product - Company - Customer"; Stages of life cycle.*

Горобченко С.Л. Инжиниринговые задачи и методы их решения. Алгоритм решения инжиниринговых задач (АРИнЗ©)

Аннотация: На сегодня еще нет однозначного понимания того, в каком объеме и какие методики ТРИЗ могут быть эффективно применены в инжиниринговых проектах. Однако, этот класс задач, имея достаточно большую определенность, предполагает возможность нахождения таких методик и создания соответствующего алгоритма.

Работа посвящена анализу инжиниринговых задач, их лучшему пониманию по сравнению с другими видами творческих задач, а также разработке алгоритма их решения.

Ключевые слова: *Инжиниринг; Виды инжиниринговых задач; Алгоритм решения инжиниринговых задач; Методики решения инжиниринговых*

зада; Триада "Продукт - Компания - Потребитель"; Этапы жизненного цикла.

Несмотря на большое внимание, уделяемое разработчиками ТРИЗ решению изобретательских задач в целом, разработка методик, которая бы в большей степени отвечала решению определенных классов задач, таких как инжиниринговые задачи, в настоящее время отсутствует. Мы попытаемся определить, какие методики, принятые в ТРИЗ, будут наиболее работоспособны при решении инжиниринговых задач и сформировать алгоритм, в наибольшей степени отвечающий решению этого класса задач.

Для начала давайте уточним понятие "инжиниринг", поскольку, отталкиваясь от него, нам будет легче понять, какие практики могут быть применены, и дадут наибольшую эффективность в решении инжиниринговых задач. Совет американских инженеров по профессиональному развитию (American Engineers' Council for Professional Development — ECPD) дал следующее определение термину «инженерия»:

«Творческое применение научных принципов для проектирования структур, машин, аппаратуры, производственных процессов, а также работа по использованию их отдельно или в комбинации; конструирование или управление тем же самым с полным знанием их дизайна; предсказание их поведения в определенных эксплуатационных режимах. Люди, которые постоянно и профессионально практикуют инженерию, называются инженерами».

Сам инжиниринг носит системный и проектный характер. В нем должны учитываться основные этапы проекта и выполняться работы по организации и сопровождению проекта. При разработке инжиниринговых проблем выделяются несколько основных этапов. К ним, как правило, относят:

1. определение потребности
2. исследования
3. разработку технологии
4. подбор оборудования
5. поставку и внедрение

Для целей нашей работы важно выделить пункты 1-3, где влияние творческой составляющей и соответствующее выделение класса задач, характерных именно для инжиниринга, наиболее выражено.

С приходом ТРИЗ поиск инновационных решений был поставлен на научную почву с применением системного и диалектического подходов и развиваемых на их основе методов. В свою очередь начали выделяться разнообразные классы задач, под которые начал специализироваться АРИЗ и

появляться различные алгоритмы, специализирующие АРИЗ для конкретных задач.

Отдельное место в решении инженерных задач занял Алгоритм решения инженерных проблем Г. Иванова (АРИП). Его наиболее сильной стороной стала возможность решать инженерные проблемы, не применяя сложных алгоритмов, поиска и использования "далеких" ресурсов, доступ к которым на реальных промышленных предприятиях часто отсутствует.

Тем не менее, не появилось ни одной методики, учитывающей особенности решения именно инжиниринговых задач, которые не сводятся в чистом виде ни к инженерным, ни к изобретательским.

Указанные трудности стали отправной точкой в разработке возможных вариантов алгоритма решения инжиниринговых задач. Мы поставили себе целью найти такие инструменты в ТРИЗ, которые были бы наиболее приближены к решению инжиниринговых задач, и разработать для них наиболее приемлемый алгоритм.

Рассмотрим подробнее, какие инструменты решения задач могут быть применены на каждом из этапов инжиниринга.

1. Определение потребности

В инжиниринговых задачах все начинается с определения потребности. Нужно очень тщательно выявить проблему, отделить ее от симптомов и сформулировать истинные потребности предприятия. Проблема должна быть проверена на состоятельность, в частности, для инжиниринговых задач характерно особенное внимание к финансовой состоятельности решения и коммерческой отдаче, наличию и этапу рынка, соответствию законам развития потребностей, экономическим закономерностям, законам предоставления услуг. Многие неудачи во внедрении сильных решений были связаны с неучетом системных ограничений, накладываемых со стороны внешнего, как правило, делового окружения.

На этом этапе из массы разнонаправленных векторов развития должна быть выявлена определенная системообразующая проблема, которую можно было бы решить средствами, ресурсами и способностями компании. По результатам определения потребности должен быть проведен выбор проблемы.

2. Выбор проблемы

При выборе проблемы необходимо определить границы системы, понимая ее как триаду связи рынка, потребителя, компании и продукта. Это позволит лучше определить масштаб проблемы и проверить ее на возможность решения в ближайшей или дальней перспективе. Инструментами, используемыми в ТРИЗ и помогающими в выборе проблемы, являются:

1. Анализ проблемы в зависимости от жизненного цикла
2. Анализ проблемы по ЗРТС

3. АВИЗ (Алгоритм Выбора Изобретательских Задач)
4. Функционально-ориентированный поиск
5. Анализ эволюции системы "Рынок – потребитель - продукт" по системному оператору
6. Анализ по закону корректирующего действия надсистемы и потенциальных барьеров
7. Анализ проблемы по ФСА по вкладу решения проблемы в общее системное решение
8. Техничко-экономические показатели
9. Анализ проблемы по влиянию на интересы ЗС (Заинтересованных Сторон)
10. Дерево эволюции и выбор следующего шага в развитии системы
11. КЭА (квантово-экономический анализ) Шнейдера и модель бизнес-куба Семеновой, развиваемых также в работе Горобченко С.Л. (см. Горобченко С.Л. Как найти своего дилера в России, журнал ТПА, №2, 2013).

По результатам этапа проблема уточняется и формируется ключевая задача.

3. Постановка ключевых задач

Постановка ключевых задач является одной из ответственных сторон в решении инжиниринговых задач. Для их решения могут быть предложены следующие инструменты, используемые в ТРИЗ:

1. Определение основных потребительских свойств продуктов на рынке
2. Выявление физических параметров продуктов, определяющих их основные потребительские свойства
3. Уточнение инновационной стратегии фирмы-клиента и стратегического направления продвижения продуктов на рынке.

Для выявления ключевых проблем используются:

- 3.1. Закономерности развития технических систем
- 3.2. Анализ развития системы по S-образной кривой
- 3.3. Бенчмаркинг и анализ лучших доступных технологий
- 3.4. Компонентно-структурный анализ
- 3.5. Функциональный анализ
- 3.6. Поточковый анализ
- 3.7. Причинно-следственный анализ
- 3.8. Закономерности развития потребностей
- 3.9. Закономерности развития предоставления услуг
- 3.10. Экономические законы и маркетинговые модели и закономерности

Для постановки и решения ключевых задач используются:

- 4.1. Диагностический анализ
- 4.2. Функционально-идеальное моделирование
- 4.3. Функционально-ориентированный поиск

- 4.4. Перенос свойств
- 4.5. Вещественно-полевые ресурсы
- 4.6. Технические и физические противоречия, способы их разрешения
- 4.7. Стандарты на решение изобретательских задач
- 4.8. Классический алгоритм решения изобретательских задач
- 4.9. Бенчмаркинг

4. Формирование идеального решения проблемы (ИКР)

На этапе формирования идеального решения проблемы с учетом анализа по п. 1-3, выявления проблемы, оценки ее реальности и постановки ключевых задач проводится определение основных разрывов между ИКР и существующим положением дел в системе и этапами развития технических и бизнес-систем клиента, рынка и продукта. Как правило, они не сходятся. В результате этого возникает дополнительная задача по согласованию между собой ИКР для клиента (например, "я полностью удовлетворяю свою единственную потребность"; "никаких хлопот и мне это ничего не стоит") и ИКР инжиниринговой компании (например, "я одним продуктом удовлетворяю максимальное количество потребностей клиентов, при этом это недостижимо для конкурентов, затраты на производство отсутствуют, прибыль максимальна"). Как результат, должен появиться согласованный ИКР. Рекомендуемая формула согласования ИКР показана ниже:

**"ИКР продукта ↔ ИКР компании ↔ ИКР потребителя (рынка)
=Согласованный ИКР"**

ИКР продукта должен быть согласован с ИКР компании и все вместе с ИКР потребителя (рынка). В этом случае мы получим общий согласованный ИКР, вероятность коммерческого успеха на рынке будет максимальна.

Ниже мы подробнее рассмотрим процесс согласования ИКР. Как мы знаем, и продукт, и компании, и потребители, и рынок в целом проходят через 4 основные стадии развития: зарождение, развитие, зрелость и старость. Каждый из этих этапов имеет свои закономерности развития и может быть определен по диагностической табл.1.

Табл.1. Этапы развития системы "рынок- компания - продукт" и методики решения инжиниринговых задач на разных этапах развития системы (по О.М. Герасимову)

Этап развития	Рождение	Развитие	Стабилизация	Спад
1. Старый рынок и старый продукт	Не рекомендуется развитие нового продукта	Задачи по защите своего рынка и своего продукта от конкурентов	Задачи по снижению затрат и развитию сервиса	Задачи по снижению затрат, защите от нового продукта
2. Старый рынок и новый продукт	Задачи по использованию существующих	Задачи по адаптации имеющейся	Задачи по смене подсистем продукта,	Задачи по смене принципа действия ТС, тормозящего

	ресурсов и развитие потребности к новому продукту	инфраструктуры и ресурсов к нуждам развивающегося продукта	тормозящих его развитие или дальнейшее удешевление	развитие ТС в целом
3. Новый рынок и старый продукт	Задачи по адаптации продукта к новому рынку	Задачи по адаптации продукта к новым видам применения	Задачи по свертыванию, переходу в надсистему, объединение альтернативных систем и пр.	Задачи по защите оставшихся ниш
4. Новый рынок и новый продукт	Задачи по развитию продукта в области со значительным превосходством продукта по сравнению с имеющимися	Задачи по адаптации продукта под новые рынки Задачи по переходу к серийному производству и диверсификации продукта	Задачи по переходу к массовому производству и совершенствованию технологических процессов с целью удешевления.	Задачи по защите оставшихся ниш и перепрофилированию производства.

* этап развития определяется по сочетанию характеристик продукта - компании - потребителя (рынка)

Наиболее часто встречаются следующие комбинации: 1. Старый рынок и старый продукт; 2. Старый рынок и новый продукт; 3. Новый рынок и старый продукт; 4. Новый рынок и новый продукт. Эти комбинации имеют характерные решения. Так, вопросы вхождения нового продукта на новый рынок находят свое разрешение при помощи подбора методик прогнозирования, методики оценки и верификации соответствия продукта новому рынку, методик повышения ценности продукта (MPV). Собственный подбор методик характерен для других сочетаний рынка и продукта.

Однако, в отличие от традиционного подхода, рассматривающего эти составляющие каждое само по себе, они активно взаимодействуют друг с другом. Подробности вы можете найти в работах С.Л. Горобченко, Л.Н. Семеновой, А. Шнейдера. Так же как и продукт, свои этапы жизненного цикла проходят компания- производитель, и потребитель и рынок. В разное время они могут находиться на разных этапах жизненного цикла.

При формировании ИКР необходимо рассмотреть основные тенденции развития каждого из элементов триады "Продукт - Компания - Рынок (Потребитель)". Необходимо найти правильные сочетания между ними и обозначить роль каждого при их взаимодействии на каждом этапе. Ниже показаны основные взаимосвязи всех трех элементов триады в зависимости от этапа рынка.

Первый этап рынка. На первом этапе рынка возможна взаимосвязь только между первыми двумя уровнями компаний. Гаражная компания должна перерасти в инжиниринговую.

Тип компании	Продукция на этапе жизненного цикла			
	1-й этап	2-й этап	3-й этап	4-й этап
Начинающая	■			
Уровень 2	■			
Уровень 3				

Рис. 1 «Продукт – рынок - компании», первый этап рынка

Второй этап рынка. На втором этапе интерес к опробованным решениям возникает у больших компаний или могущественных дилеров. Если потребитель говорит «да», то без сомнения за заказы начинается борьба и привлекаются все новые «участники соревнований». Дилеры с широкими сетями будут интересоваться продвижением продукции и частично использовать новые решения.

Тип компании	Продукция на этапе жизненного цикла			
	1-й этап	2-й этап	3-й этап	4-й этап
Начинающая		■		
Уровень 2		■	■	
Уровень 3			■	

Рис. 2. «Продукт – рынок - компании», второй этап рынка

Третий этап рынка. Количество потребителей растет, а вместе с ними растет конкуренция, цены создают возможности для роста, стандартизируется продукт.

Тип компании	Продукция на этапе жизненного цикла			
	1-й этап	2-й этап	3-й этап	4-й этап
Начинающая				
Уровень 2		■	■	
Уровень 3		■	■	

Рис. 3. «Продукт - рынок - компании», третий этап рынка

Четвертый этап рынка. Больше нет новых потребителей. Все потребители старых решений ушли со старого рынка, переключившись на новый продукт. Продукт стандартизирован и кастомизирован. Бизнес введут в

своем большинстве могучие компании третьего уровня или владельцы дилерских сетей.

Тип компании	Продукция на этапе жизненного цикла			
	1-этап	2-й этап	3-й этап	4-й этап
Начинающая				
Уровень 2				
Уровень 3				

Рис. 4. «Продукт - рынок - компании», четвертый этап рынка

Рождаются новые рынки с новым продуктом. Потребители начинают уходить. Возникают ниши, в которых начинают работать или энтузиасты, или новые дочки гигантских глобальных компаний. Сети переходят на новые продукты, сохраняя свою монополию на канал распространения.

Тип компании	Продукция на этапе жизненного цикла			
	1-й этап	2-й этап	3-й этап	4-й этап
Начинающая				
Уровень 2				
Уровень 3				

Рис. 5. «Продукт – рынок - компании», конец четвертого этапа рынка

Примерно так, по нашему мнению, будет происходить движение всех элементов рынка, продукта и компаний - производителей.

Это также означает, что остальные состояния будут маловероятны или существовать лишь в умах романтически настроенных менеджеров. Как только речь пойдет о финансовой отчетности, иллюзии быстро пойдут на убыль. Рассмотрим пример:

Вы – большая компания, занимающаяся поставками новой арматуры. Быть всегда впереди по автоматической регулирующей арматуре является вашим девизом. В России вы пытаетесь войти в энергетику со своим решением по пневмоприводной арматуре. Однако, рынок энергетики России уже достаточно стар, он практически еще живет на руинах РАО ЕЭС и новое в нем не приживается. Вы обращаетесь к разным дилерам с просьбой принять продукцию на вооружение. Но и дилеры в основном живут на том же третьем этапе. Их больше заботит конкурентность цены, способность поставить вовремя, предоставить решения со стандартными приводами. Таким образом, новая продукция 2-го уровня, предлагаемая компанией 2-го уровня на рынке третьего уровня не может быть эффективно протолкнута через традиционных дилеров с их складами, давлением на производителя по «отжиму» цены,

работой только с коммерческими отделами предприятий – потребителей. Решением может быть либо формирование специальной команды в рамках структуры большого дилера, либо поиск небольшого дилера, способного оторваться от привычных методов работы и воспринять методы проталкивания новой продукции компании 2-го уровня.

Как следует из приведенного обзора, существует определенное сбалансированное сочетание между продуктом, компанией и потребителем (рынком). При стремлении компаний к собственному ИКР или, говоря языком бизнеса, - реализации собственных интересов, существуют некоторые уравновешивающие силы, создающие баланс на рынках. Успешные компании должны согласовать свои ИКР с таким целевым аттрактором. Только в этом случае продукту инжиниринговой компании удастся преодолеть большинство барьеров и быть успешным продуктом.

5. Ресурсы в инжиниринговых задачах

Как можно было видеть, инжиниринговые задачи отличаются комплексностью и многоуровневостью. Решение ищется на уровне потребителей, рынка, компаний и продукта. Их окружает рыночная среда, включающая политические, экономические, технологические и социальные системы, сами потребности имеют структуру, например, по Маслоу, а инжиниринговые продукты в значительной степени отвечают требованиям развития технических систем.

В этом плане можно рассмотреть и поля сил, действующие на потребность, и законы, обуславливающие работу указанных систем. Так, известно, что новые банковские продукты, например, лизинг оборудования, способен увеличить продажи и повысить надежность обслуживания арматуры за счет снижения поставок "серой" арматуры, а специализация лизинга под встроенные устройства – такие, как трубопроводная арматура – способны, в свою очередь, расширить сферу применения лизинговых услуг. Такое взаимодействие банков и поставщиков трубопроводной арматуры (по нашему примеру) способно придать новое качество для потребителя и обеспечить рост продаж.

Экономические, географические, законодательные эффекты, регулирующие акты Ростехнадзора, связанные с промышленной продукцией, также способствуют или ограничивают потребность и сферу распространения различных типов инжиниринговых продуктов.

Поиск достижений подсистем, своевременное отыскание ноу-хау и их коммерциализация, умение применить их в своем оборудовании или проектах во многом будет способствовать конкурентоспособности решений. Инструментом здесь является бенчмаркинг и применение лучших доступных технологий.

Выделение ресурсов на каждом уровне в триаде "Продукт - Компания - Рынок (Потребитель)" позволит глубже увидеть рождение потребности, возможности ее удовлетворения инновационным инжиниринговым продуктом и особенности влияния рынка. Так или иначе, можно предсказать принятие или непринятие инжинирингового продукта рынком. В первом случае - это взрывной рост продаж, а во втором это будет один из многих неудавшихся проектов.

6. Приемы устранения противоречий в технических и бизнес-системах

Неоднократно было показано, что переход к обобщению противоречий, использование вепольного (элепольного по терминологии М.С. Рубина) анализа обобщенных систем позволяет применять к маркетингу и бизнесу найденные при анализе технических систем способы разрешения противоречий. В этом плане разработанная система разрешения противоречий в маркетинговых и бизнес-системах будет способна стать серьезным подспорьем в решении инжиниринговых задач (подробности см. Горобченко С.Л., Эффективные приемы решения маркетинговых задач, www.ratriz.ru).

7. Определение технической возможности решения

На этапе определения технической возможности решения в большей степени необходимо понять возможности применения решения в условиях конкретного заказчика или производства. Многие инжиниринговые решения не достигали цели, поскольку решение задачи опережало этап развития клиента или инвестиционные возможности клиента находились на низком уровне в связи с отсутствием рынка или неблагоприятной конъюнктурой.

Важным становится механизм оценки привлекательности потенциального инжинирингового решения, исходя из финансовых предпосылок и оценки рынка. Так, для приобретения современного оборудования используется простой способ расчета инвестиционных возможностей клиента, основанный на оценке уровня амортизационных отчислений. Зная оборот, уровень стоимости основных фондов и выделяя свой тип оборудования в общей сумме, можно предположить, что 10% отчислений амортизационных средств примерно будет равно инвестиционным возможностям клиента для модернизационных проектов. Условием здесь выступает то, что клиент использует собственные накопления и средства.

В случае, если собственных средств потенциального клиента или амортизационных отчислений недостаточно, сразу возникают задачи по расширению массовости продукта или снижению его стоимости до возможностей по приобретению со стороны наиболее финансово состоятельной или массовой доли клиентов, а также и другие задачи, например, связанные с повышением агрессивности маркетинга.

Выбор правильного технического решения, который можно было бы осуществить в рамках решения инжиниринговой задачи, будет основываться также на патентном поиске, анализе стартапов, анализе достижений подсистем и возможности использования других полезных ресурсов. При этом постоянно должна проводиться оценка решений на состоятельность. Не должно быть фантазий, решений вообще, наличия только предположений и пр.

8. Анализ и оценка решений

Анализ решений на способность к достижению ИКР и удовлетворению потребности потребителя проводится в основном так же, как и в других версиях решения инженерных проблем. Дополнительно можно указать, что необходимо выявлять невидные вначале противоречия в подсистемах, системе, ее окружении и надсистеме при возможном внедрении.

При этом возможно, что проявленные противоречия и необходимость доведения решения до полноценной новой технической системы, обеспечивающей ее полное и быстрое внедрение, потребует разрешения противоречий, возникающих между новой системой, даже идеально решающей противоречия, и устаревшим окружением системы.

В соответствии с требованиями к оценке бизнес решений, предлагаемое решение инжиниринговой проблемы должно быть оценено на соответствие стратегии инжиниринговой компании по критериям последовательности, гармоничности, конкурентности решений и осуществимости в обозримые сроки.

9. Рекомендации по применению алгоритма

На основании выявленных решений обобщается ход решения инжиниринговой задачи, и готовятся рекомендации по применению алгоритма на каждом из этапов решения.

Виды инжиниринговых задач

Несмотря на огромный объем задач, связанных с выполнением инжиниринга, их можно классифицировать по отношению к творческой составляющей. Такими видами задач могут быть:

1. Совершенствование продукта
2. Совершенствование технологии производства
3. Использование продукта для новых отраслей
4. Прогнозные задачи.

Отметим, что алгоритм решения инжиниринговых задач должен разрабатываться с учетом инновационной стратегии фирмы и уровня развития ее продуктов, как это следует из анализа работы инновационных инжиниринговых компаний, см. пример ниже:

Пример. В работе компании Изобреталь, Москва, выделяются следующие виды инжиниринговых задач:

- разработать новый продукт под последующий серийный выпуск,
- разработать нестандартное технологическое оборудование
- автоматизировать технологические и связанные с ними бизнес процессы
- решить технологическую проблему на производстве.

Деление на типы задач весьма условное, т.к. в процессе работы одна задача часто перетекает в другую. Статистика по типам проектов выглядит следующим образом:

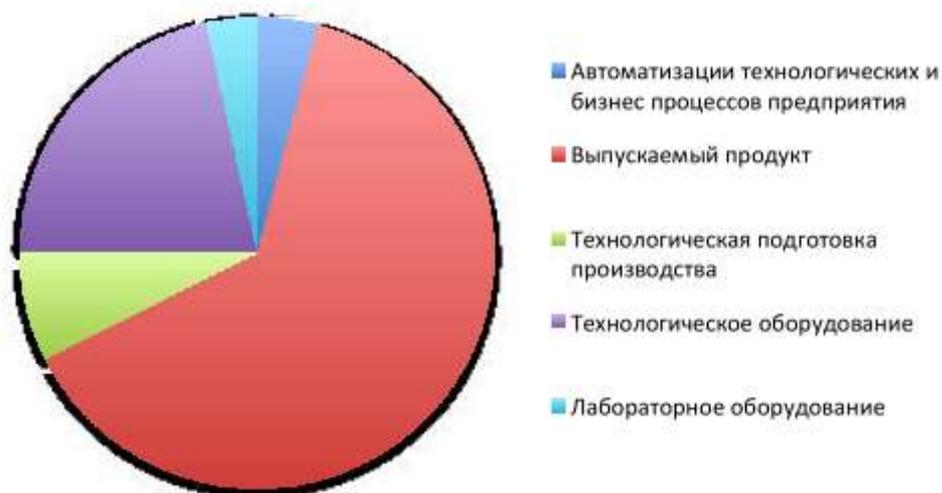


Рис. 6. Примерное распределение проектов компании Изобреталь

Как мы видим, львиную долю всех заказов дает услуга по разработке нового продукта. Во многом это связано с тем, что из-за возросшего курса доллара российские компании пытаются снизить свою зависимость от импортных товаров и комплектующих. Проекты по разработке новых продуктов условно делятся на 4 категории:

1. Разработка нового продукта
2. Повышение потребительских свойств изделия
3. Снижение себестоимости продукта
4. "Обратный" инжиниринг, связанный с импортозамещением.

Как можно видеть, компания выделила отдельный блок задач, связанный с импортозамещением. Это отвечает ее инновационной стратегии, своим возможностям и способностям и текущему полю возможностей, предоставляемому рынком.

Методики решения инжиниринговых задач

Методики, разрабатываемые для инжиниринговых задач, должны соответствовать основным направлениям проектов. Учитывая показанные выше виды инжиниринговых задач и практику компании Изобреталь, можно провести условную классификацию по творческой составляющей для решения представленных выше задач. Для этого применимы материалы работы О.М.

Герасимова, обобщившего направления инновационного проектирования и адаптированных нами к решению инжиниринговых задач:

1. Методика определения направлений совершенствования инжиниринговых продуктов в новых отраслях
 2. Методика повышения добавленной ценности инжиниринговых продуктов
 3. Методика выполнения проектов по совершенствованию технологических процессов
 4. Методика выполнения проектов по анализу рисков и верификации концепций инжинирингового продукта
 5. Методика выполнения проектов по созданию патентозащищенных продуктов, не подпадающих под действие патентов конкурентов
 6. Методика выполнения прогнозных проектов
- Опираясь на указанные методики, можно предложить алгоритм решения инжиниринговых задач в целом.

Алгоритм решения инжиниринговых задач

Алгоритм решения инжиниринговых задач обобщает последовательность действий для обнаружения потребности, средств ее разрешения, выявления технических возможностей и постановки локальных задач. Некоторый набросок такого алгоритма показан на рисунке 7.

Рассмотрим алгоритм подробнее.

Алгоритм решения инжиниринговых задач, в связи с большой требовательностью к возможности коммерциализации готового инжинирингового продукта, обладает значительной чувствительностью к выполнению условий по цене, бюджету проекта и пр. Другой стороной является также чувствительность к ограничениям инжиниринговой компании и ее способностям (возможностям) предложить, разработать или скомплектовать соответствующий инжиниринговый продукт.

Это также означает, что ключевые факторы успеха решения инжиниринговой задачи будут заключаться в том, что в них будут учитываться способности компании, ее ресурсы, нахождение зон максимальной прибыльности и правильное определение ИКР для компании. Должно проводиться такое же рассмотрение ИКР для клиента с целью оценки его состоятельности и возможности по выбранной главной функции также точно определить главные потребительские свойства разрабатываемого продукта. На этом этапе оценивается жизненный цикл продукта, компании и рынка (потребителя), для которого предназначен инжиниринговый продукт.

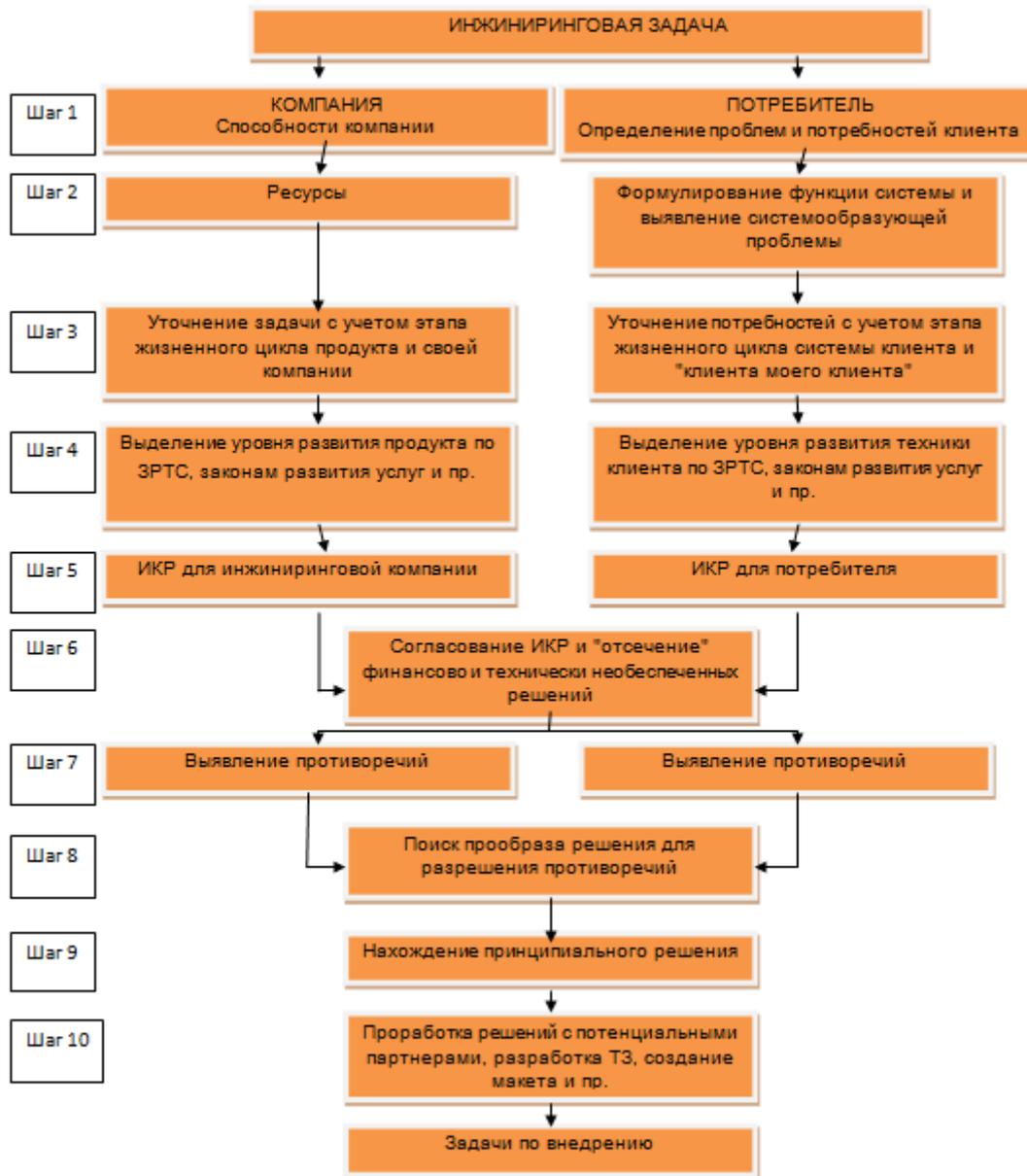


Рис. 7. Алгоритм решения инжиниринговых задач АРИЗ

Получение двух ИКР и их согласование в достаточной мере будет гарантировать, что предложенный продукт впишется в ограничения, характерные для рынка по потребности, ее размаху, рынку, цене, условиям компании-покупателя и ее потребителей, конкурентоспособности и пр.

Согласованный с двух сторон ИКР создает условия для формирования противоречия как для компании, разрабатывающей инжиниринговый продукт, так и для компании-потребителя инжинирингового продукта.

Формирование противоречий, к которым могут относиться не только технические, но и маркетинговые (бизнес) противоречия, создают основу для формирования прообраза решения и нахождения принципиального решения.

После этого проверенная концепция решения переводится в фазу внедрения или "материализации", т.е. разработки принципиальных конструкторских решений, разработки чертежей и технической документации,

разработки технических заданий для партнеров-участников проекта, выпуска тестовой партии, отработки технологии и пр. вплоть до выпуска конечного инжинирингового продукта.

Конечно же, не все виды задач можно отнести к тем, которые могут быть решены предложенным алгоритмом. Часто решения задач, полученные при применении АРИнЗ, отличаются от тех, которые могли бы быть получены при решении по АРИЗ. Как мы видели, это связано с теми ограничениями, которые накладываются возможностями компании, потребителями и рынком в целом. Однако, получаемые методом АРИнЗ решения также часто более жизнеспособны, поскольку отражают согласованное между всеми тремя элементами триады "Продукт - Компания - Потребитель (Рынок)" общее состояние системы, что, в свою очередь, способствует успешному внедрению и вхождению инжинирингового продукта на рынок.

В заключение можно отметить, что класс инжиниринговых задач имеет существенные отличия от других видов изобретательских задач и для своего решения требует применения развитого системного подхода. Для решения таких задач в большей степени соответствуют методы инновационного проектирования ТРИЗ. Для каждого вида инжиниринговых задач могут быть предложены свои комплексы методик, а, учитывая возможность их объединения в единый алгоритм, может быть предложен и общий алгоритм решения инжиниринговых задач (АРИнЗ).

АРИнЗ имеет существенные отличия от традиционного классического АРИЗ и ближайшего к нему АРИП (по типу задач) и специализирован на решении более "размытых" и плохо формализуемых задач с большим влиянием рыночных факторов. В этом плане учет факторов жизненных циклов существующих продуктов, потребителя и рынка позволяет сформировать ИКР для каждого из элементов триады "Продукт - Компания - Потребитель (Рынок)", более точно рассмотреть совокупность противоречий, характерных для каждого из них, и обеспечить максимальную приближенность создаваемого инжинирингового продукта требованиям потребителя и рынка и его наибольшую прибыльность.

Пример решения модельной задачи приведен на сайте www.ratriz.ru

Diachenko A.P. TRIZ principles and methods in research of art

Abstract: TRIZ methods could be successfully used in humanities and it can be supposed that in future the creators of works of pictorial art will be equipped with TRIZ methodology and creation of works of art will be no longer possible without theoretical knowledge of the theory of innovation activity.

TRIZ principles can be successfully used in non-engineering sphere, but it is associated with a number of complications, since art and engineering develop according to their own immanent trends and each direct extrapolation might be associated with serious cognitive errors. An opportunity to escape these errors consists in a detailed analysis of the problem of application of TRIZ to research work in humanities, taking into account the specific nature of engineering and art systems.

Key words: *TRIZ; history and theory of art; texture; agglutination; biomorphic synthesis; semantic field.*

Дьяченко А.П. Принципы и методы ТРИЗ в искусствоведческих исследованиях

Аннотация: Теория решения изобретательских задач вполне применима к гуманитарным наукам, и можно предположить, что в будущем творцы произведений искусства будут вооружены методологией ТРИЗ, а художественное творчество будет вообще немислимо без теоретических основ знаний инновационной деятельности.

Применение ТРИЗ к истории и теории искусства сопряжено с рядом сложностей и любые прямые переносы из одной области в другую могут быть чреваты вульгаризацией и серьёзными когнитивными ошибками. Возможность избежать этих ошибок состоит в тщательном анализе проблемы применения ТРИЗ к гуманитарным исследованиям с учётом специфики технических и художественных систем.

Ключевые слова: *ТРИЗ; искусствоведение; фактурность; агглютинация; биоморфный синтез; семантическое поле.*

ТРИЗ на орбитах искусствоведческой науки

Давно доказано, что теория решения изобретательских задач вполне применима к гуманитарным наукам, и можно предположить, что в будущем творцы произведений искусства будут вооружены методологией ТРИЗ, а в дальней перспективе художественное творчество будет вообще немислимо без теоретических основ знаний инновационной деятельности.

Новаторские работы Ю. Мурашковского и его последователей убедительно показали, что многие принципы ТРИЗ могут быть успешно перенесены в нетехническую область, в том числе в сферу искусства. Это явный прорыв в философии и в социологии искусства, однако данные процессы сопряжены с рядом сложностей, так как искусство и техника развиваются по своим имманентным законам, вследствие чего любые прямые переносы из одной области в другую могут быть чреваты вульгаризацией и серьёзными когнитивными ошибками. Возможность избежать этих ошибок состоит в тщательном анализе проблемы применения ТРИЗ к гуманитарным

исследованиям с учётом специфики технических и художественных систем. Это дело будущего, и в данной статье мы лишь намечаем отдельные линии применения ТРИЗ к области искусствоведческих исследований в надежде, что в будущем появится стройная система представлений об искусстве как изобретательской деятельности.

1. Идеальный конечный результат (ИКР)

Трудности подстерегают исследователя буквально на каждом шагу. Так, например, применительно к произведениям литературы и искусства очень трудно использовать понятие ИКР – идеального конечного результата. Что может играть роль ИКР применительно к произведению искусства? Огромная роль интуитивного, безотчётного не даёт нам представить произведения искусства только как результаты новаторских прорывов.

Важно осознавать, что художник не ставит (или не всегда ставит) задачу создать что-то конкретное. Бывает, что он начинает водить пером по бумаге или углём по загрунтованному картону, даже отдалённо не зная, что именно собирается изобразить, во что выльется совокупность штрихов или мазков. Роль безотчётного настолько очевидна, что само слово “интуитивное” становится важной эстетической категорией.

При этом нельзя отнять у художника счастливую возможность стать изобретателем в своей области в плане усовершенствования, например, своего собственного инструментария. Он может предложить новую конструкцию мольберта, палитры или мастихина, особый метод натягивания холста на подрамник, карандаш необычной длины, держалку для угля или специфический мех для кистей.

Известно, что знаменитый Самуэль Морзе (Рис.1), которого весь мир считает прежде всего изобретателем, смонтировал свой телеграфный аппарат... на мольберте – это ли не волшебство перехода от искусства к технике? Этому уникальному явлению ещё будет дана должная оценка, однако в рамках данной статьи нас будут интересовать прежде всего явления изобразительного искусства как изобретения и возможность толкования этих явлений с позиций ТРИЗ.



Рис. 1. Самуэль Морзе – живописец и изобретатель.

Отметим при этом, что даже тема (категория, столь важная для советской культуры и для ушедшей в прошлое марксистско-ленинской эстетики) может прийти к художнику не сразу, а в процессе отрешённого вождения пером или фломастером по бумаге. А это означает и то, что художественная задача не тождественна задаче изобретательской. В некоторых видах и жанрах искусства, а также в определённые исторические эпохи (особенности которых позволяют охватить общими характеристиками все жанры) невозможна постановка задачи с позиций традиционной изобретательской деятельности. Художник нередко приступает к творчеству интуитивно, без руля и без ветрил, не формулируя вообще никаких задач.

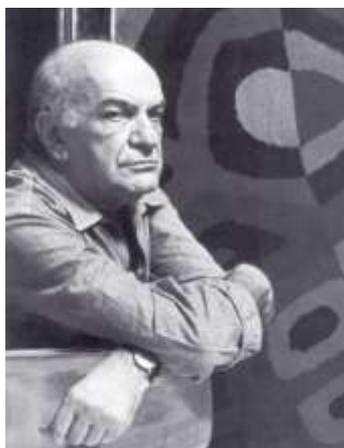


Рис. 2. Итальянский художник Коррадо Кальви

Приведём пример произведения искусства, применительно к которому ИКР почти невозможно сформулировать отчётливо, хотя его сущность можно выразить словами в общем виде. Итальянский художник Коррадо Кальви (1910 – 1976, рис.2) ввёл в художественный обиход очень интересный приём: использование фактуры мятой бумаги (Рис.3). Эти помятости и шероховатости были “подхвачены” художниками разных стран (в том числе и СССР) и были активно использованы в искусстве плаката и в дизайне. С помощью грубоватых

складок художник создал на базе фактуры бумажного листа целую иерархию смыслов, а последователи Кальи в меру своих сил усовершенствовали эту методику (порой сопрягая помятости с новыми смысловыми структурами и применяя их в новых местах, так называемая смена орбиты) и тем самым создали десятки произведений на её основе.



Рис. 3. Изобретение К.Кальи – использование мятой бумаги в дизайне.

Всего лишь искусственные помятости и потёртости бумаги (Рис.4), а что получилось в результате? Попробуем обобщить достижения Кальи, глядя на его уже ставшие историей итальянского искусства шероховатости. Вот некоторые результаты (в рамках данного рассуждения мы оформили их в виде списка достижений):

- 1) Создание определённой совокупности смыслов.
- 2) Создание своеобразной новой фактуры, обладающей своей внесмысловой и внепарадигматической привлекательностью.
- 3) Заполнение плоской поверхности более привлекательными оптическими структурами (по сравнению с традиционными, например, книжная обложка с “потёртостями Кальи” смотрелась более динамично, чем однотонная обложка у другого издания этой же книги).
- 4) Создание универсальных вариантов оформления театральных программ и афиш (попадая на театральные программы, обложки театроведческих журналов и афиши самых разных спектаклей, помятости Кальи были своего рода универсальным эквивалентом любых смыслов, выраженных в пьесах абсолютно всех жанров).



Рис. 4. Фактура мятой бумагой получила широчайшее распространение в искусстве.

Созданная Кальи шероховатая поверхность оказалась настолько универсальной, что быстро была освоена дизайнерами многих стран (Рис.5). Мы никогда не узнаем, создана ли эта фактура случайно или намеренно, решал ли художник изобретательскую задачу или безотчётно и бесцельно мял в руках бумагу, вследствие чего получил неведомую прежде *декоративную фактуру*. Иными словами, мы лишены информации о том, настроился ли художник на получение нового невиданного эффекта, или же его изобретение родилось случайно. Оговорим лишь, что до Кальи никто не догадывался использовать мятую бумагу в изобразительном искусстве (мыслимо ли было представить себе эти беспорядочные складки, скажем, на афишах постановок опер Верди последнего десятилетия девятнадцатого века?). Это было сделано впервые не только в истории итальянского дизайна и мирового искусства, но и в истории инновационной деятельности.

Можно ли охарактеризовать инновацию Кальи как техническое изобретение? Частично да, ведь здесь присутствуют очень нетрадиционные для изобразительного искусства действия (а ведь Кальи был в основном живописцем):

- 1) мануальные действия над бумагой с целью формирования рельефа,
- 2) деформация материала вместо традиционно бережного сохранения художником фактуры бумаги,
- 3) умышленное образование беспорядочных шероховатостей.



Рис. 5. Пример использования приёма Кальи в СССР.

Сформулировать ИКР и описать достижения художника в данном случае – настоящий вызов для исследователя. Известно, что бумажные шероховатости вышли из моды и “дали дорогу” другим фактурам. Отметим при этом, что с чисто изобретательской точки зрения действия Кальи действительно привели к повышению степени идеальности системы.

2. Синтез различных систем

Существует понятие “синтез искусств”, однако культурологи пока ещё не говорят всерьёз о синтезе художественных и нехудожественных систем. Мы не имеем здесь в виду взаимодействие между эстетическим смыслом произведения искусства и его техническим исполнением, а скорее концентрируемся на таких произведениях искусства, в которых технические средства, неожиданно вторгнувшись в художественную ткань произведения, играют доминирующую роль в формообразовании. Случается и так, что сами авторы предоставляют технике возможность активно вмешиваться в структуру произведения. Например, в повести Э.-Т.-А. Гофмана “Житейские воззрения кота Мурра” (1818, 1819) и в рассказе Эдгара По “Как была набрана одна газетная заметка” (1849) типографские средства и приёмы печати играют важнейшую роль в сюжетосложении. Типография становится чуть ли не действующим лицом.

В первом случае текст умеющего писать кота Мурра из-за оплошности типографов оказался перемешанным со сданной в утиль рукописью капельмейстера Йоганнеса Крейсlera, и типография невольно объединила разные листы, так что в набор пошло переменными порциями и то, и другое. Так получился “текст с переменным авторством”. Поля смыслового напряжения, возникающие между разными порциями текста, очевидны.

Во втором случае отсутствие в типографии буквы “о” привело к замене этой буквы на другую и далее – к неожиданным эстетическим эффектам, вплоть

до утращения читателя пугающим набором знаков. Таким образом, можно говорить о **синтезе художественных и технических систем** и описать свойства этого синтеза.

Приведём примеры произведений, иллюстрирующих интересное явление, при котором образы синтезируются из уже имеющихся гештальтистских (образных) структур, образуя нечто новое. И здесь мы можем подвести теоретико-изобретательскую базу под соответствующие процессы. Для этого рассмотрим имеющиеся в изобразительном искусстве **агглютинативные системы**. Под **агглютинацией** мы будем понимать объединение в одном художественном образе человека и животного. Художник словно склеивает их черты в одном целом. Этот приём часто использовался в античном, а затем и в средневековом изобразительном искусстве, не говоря уже об эпохе романтизма.

Перенесёмся в двадцатый век. Выдающийся финский художник **Уго Симберг** (1873 – 1917) синтезировал образ человека-чёрта, сочетая в одном персонаже человеческие и дьявольские черты (Рис.6). В своих картинах и рисунках он создал целое сообщество чертей, которые ведут себя совсем “не по-дьявольски”, а обладают многими свойствами людей. Черти приходят домой к крестьянам, греются у печки, просят хозяев о чём-то, водят хороводы, обучают своих чертенят в школах и т.д.



Рис. 6. Черти Уго Симберга больше похожи на людей, чем на нечистую силу.

Это ли не пример приёма **переноса свойств** в условиях **объединения (интеграции) биологических систем** (если мы предположим, что в искусстве у чертей своя собственная биология)? При жизни художника, да и после его кончины агглютинативные работы Симберга имели огромный успех именно благодаря своей человечности.

С явлением агглютинации мы сталкиваемся и при анализе творчества такого сложного и противоречивого художника как австрийский живописец и график **Альфред Кубин** (1877 – 1959, рис.7). Он по праву считается крупнейшим художником-фантастом XX века. Кубин создавал страшные в

своей физической (и биологической) предьявленности образы, в которых человеческие черты сочетались с чертами животных. Персонажи Кубина имели хвосты, перепонки, жутковатые крылья всех видов и типов, а также любой длины. Искусствоведы считают эти образы симптоматичными для фантастики XX века.



Рис. 7. Альфред Кубин (1877 – 1959) – гений биоморфного синтеза.

Попробуем охарактеризовать сущность приёма, используемого Кубиным (Рис.8). Его способы агглютинации (склеивания) восходят к фантастике Гойи. Кубин смело переносил черты особей животного мира на людей и наделял людскими чертами животных. Отсюда тот ужас, который охватывает каждого, кто рассматривает работы Кубина. Он по праву считается королём готического ужаса. Можем ли мы отнести к числу изобретений биоморфные образы – сочетания человека и животного? Любой современный стиль в живописной и графической фантастике, если он оперирует **парадигмой агглютинации**, содержит элементы инновационной изобретательской деятельности.



Рис. 8. А.Кубин прибегал к приёму синтеза биологических систем.

Наверное, биоморфный синтез начался в нашем изобразительном искусстве с говорящих птиц В.М.Васнецова (хотя он и ранее существовал в фольклорных образах), а в киноискусстве с образов сказочных русалок. Они

появились в немом кино под влиянием великого кинематографиста Жоржа Мельеса, которого по праву называют не только художником, но и изобретателем (он ввёл в кино целый каскад инноваций). В начале XX века на студии Ханжонкова появились первые фантастические фильмы (один из них – “Русалка” по А.С.Пушкину), и вскоре в России появилась индустрия создания фантастических образов и выработался набор технических приёмов для материального воплощения фантастических гештальтов.

Биоморфизм как продукт изобретательской деятельности отчётливо проявился в фильме А.Птушко “Каменный цветок”, в 1948 году поразившем гостей Каннского фестиваля. Птушко справедливо считается изобретателем от кинематографии, ибо он внёс в искусство движущейся ленты много разных технических новшеств. В фильме есть кадр, в котором Хозяйка медной горы следит за Данилой-мастером. И для маскировки она превращается... в ящерицу. На несколько секунд в кадре появляется ящерица с головой... актрисы Тамары Макаровой. Это и сегодня выглядит очень необычно. А уж для советского кино эпохи сталинизма это редчайшая сюрреалистическая вставка. Интеграция биологических систем в контексте ткани художественного произведения заняла своё прочное место в мировом кино.



Рис. 9. Птица Феникс. Кадр из фильма “Садко”.

В фильме “Садко” мы видим Птицу-Феникс (Рис.9), которая поразила всех сочетанием птичьего тела с крыльями и женской головы (здесь оживает на экране живопись В.М.Васнецова, который любил рисовать сказочных птиц). А в популярнейшей ленте А.Роу “Морозко” мы встречаемся с магическим превращением. Главный герой становится медведем. Образ человека-медведя, конечно же, производит жутковатое впечатление, но мастерство режиссёра Александра Роу избавляет нас от излишних страхов, ведь мы смотрим сказку. Кстати, в **биоморфном кино** (если можно отдельно говорить об оперирующими агглютинативными образами биоморфном кино) искусство

вплотную сталкивается и активно взаимодействует с изобретательством, потому что образы чудовищ (сами по себе изобретённые художниками) надо ещё и воплотить технически, добиваясь при этом того, чтобы все монстры были реальны и жизнеподобно двигали бы клешнями и вертели хвостами. Эти замыслы напрямую ведут к постановке изобретательских задач.

Фильм **Г.Казанского “Человек-амфибия”** потребовал от создателей настоящего “биокреативного” творчества. Человек с рыбьими жабрами появлялся на экране впервые. Зрители, даже не видя этих жабр, всё равно были шокированы самим феноменом такого героя (на момент выхода фильма на экраны книгу А.Беляева читали не все, ведь фантастика тогда была дефицитом). Лента стала инновационной сенсацией. Во время съёмок по ленинградской программе ТВ (она тогда называлась “Вторая программа”) показывали хроникально-документальные сюжеты, раскрывавшие изобретательские секреты подводных съёмок. Эти сюжеты, приоткрывавшие завесу именно над изобретательской стороной фантастического кинематографа, смотрелись с не меньшим вниманием, чем впоследствии готовый фильм.

Что такое биоморфизм как не объединение (интеграция) биологических систем? Но они объединяются только в сознании художника (мы ни в коем случае не рассматриваем здесь лежащие вне искусства, а то и вне правового поля эксперименты в области генной инженерии), поэтому элементами элеполя будут здесь разные биологические конструкторы (тела животных, птиц и рыб, клешни, плавники, жабры), а полевыми ресурсами будет семантическое поле, которое в данном случае будет выражено совокупностью литературных и мифологических контекстов.

Очень привлекательной выглядит перспектива рассмотреть с позиций ТРИЗ творчество знаменитого итальянского авангардиста **Энрико Бая** (1924 – 2003). К нему как ни к кому другому применим аппарат терминов, связанных с объединением систем.

Зададимся вопросом, был ли Бай изобретателем. Принято вменять ему в заслугу, что критикуя современное общество, уродующее человека, Бай создал невиданное существо, которое символизировало абсурдность XX века. Художник дал своему детищу имя “сеньор Оло” (Рис.10). Перед нами и не биомонстр, и не робот, а существо, объединяющее черты монстра и какие-то технические детали (сеньор Оло передвигается на конечностях, напоминающих ноги треножника, напоминая зрителю инопланетных чудовищ из романа Уэллса “Война миров”). И здесь инновационное явление возникает на основе интеграции технической и биологической систем (учтём при этом, что Бай творил задолго до появления понятия “киборг”).

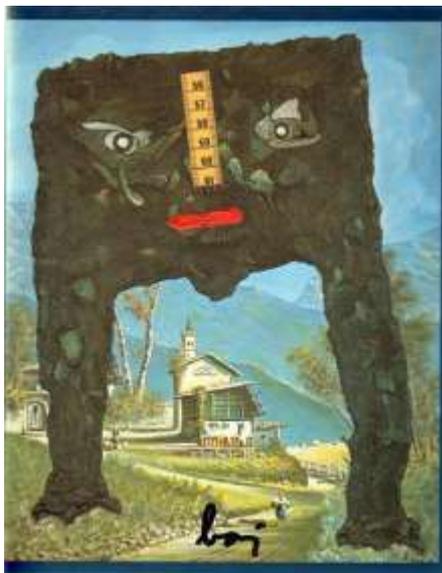


Рис.10. Сеньор Оло – изобретение художника Энрико Бая.

То, что техника призвана устранять какие-то сущности, (в том числе нежелательные эффекты), искусство может, наоборот, возводить в абсолют. Рассмотрим в качестве примера творчество двух художников (Уильяма Николсона и Джеймса Прайда), работавших под коллективным псевдонимом “братья Беггарстафф” (Николсон был женат на сестре Прайда). Пользуясь коллективным псевдонимом, одаренные художники создали едва ли не самый маленький в Западной Европе клуб иллюстраторов и плакатистов, состоящий всего из двух человек. И эти два художника совершили настоящую революцию в искусстве плаката и книжной обложки.

Ориентируясь на художественные достижения Китая, они стали смело переносить в плакат приёмы восточного искусства, в том числе китайского театра теней. С точки зрения техники их изобретение может быть охарактеризовано как **трафаретный плакат** (они пользовались картонными трафаретами, что придавало изображению особую лаконичность, рис.11).

Этот вид упрощающей стилизации понравился далеко не всем современникам двух молодых новаторов, ведь обыватели привыкли к реалистичным изображениям. Если бы не фирма “Рэйнтри” (известный производитель шоколада и какао-порошка), которая взяла “шефство” над Беггарстаффами, Николсон и Прайд не смогли бы реализовать на практике своё в высшей степени новаторское стилистическое средство: создание трафаретных плакатов с нарочито упрощённой цветовой гаммой, имеющих в основе изображение с **тонкой неровной каймой**. И здесь напрашивается сравнение с одним простейшим изобретением, которое нельзя не вспомнить, глядя на трафаретные работы Николсона и Прайда.



Рис. 11. Беггарстаффский трафарет был одновременно техническим и художественным открытием.

Затекание туши под линейку всегда считалось негативной стороной работы с рейсфедером. Воспользуемся здесь термином “нежелательный эффект”. Широко известно, что этот эффект (затекание туши) может быть устранён путём установки линейки “на ножки”. А теперь представим себе открытие, которое заключается в том, чтобы тушь, наоборот, затекала под линейку и образовывала контур неровной (переменной) толщины. Именно в этом и состоит одно из открытий братьев Беггарстафф: они создали стиль, для которого была характерна некоторая нарочитая грубоватость, отказ от мелких деталей (свёртывание подробностей). Из-за необычности этого изобретения, в котором сливались воедино искусство и техника, Николсону и Прайду не удалось сразу завоевать большую аудиторию. Они не поразили публику своими свежими по стилю и поэтому далеко не всем понятными плакатами и обложками, не увлекли зрителя сказками и легендами, как это делали их современники. Но именно с грубоватых на первый взгляд трафаретных плакатов их самобытный стиль “шагнул” в искусство книжной иллюстрации, графики малых форм (например, рекламных почтовых наклеек) и, конечно же, привлёк внимание теоретиков изобразительного искусства.

Беггарстаффов никто никогда не называл изобретателями (идея использовать трафарет из плотного картона принадлежит лишь одному из “братьев” – Дж.Прайду). Инновационный смысл их новшества до сих пор подробно не описан (автор этих строк специально запрашивал сведения у потомка Николсона – жителя Великобритании Джована Николсона), и именно методология ТРИЗ могла бы быть в высшей степени полезной в анализе стиля Беггарстафф.

3. Тримминг (свёртывание)

Говоря о возможности применения методологии ТРИЗ в искусствоведческих исследованиях, мы не можем обойти вниманием идею **тримминга (свёртывания)**. При создании живописного или графического произведения художник может отказаться от цвета и прибегнуть к созданию монохромного изображения. С точки зрения ТРИЗ это явление можно охарактеризовать как **свёртывание одного из компонентов спектра стилистических средств**: цвета. Переход от полихромии к монохромии не может быть объяснён в общем виде: в каждом отдельном случае мотивировка этого перехода различная.

В литературе и искусстве очень часто бывает так, что определённые компоненты произведения сворачиваются. Например, в конце XIX века художники постепенно отказываются от рам с резным орнаментом и выставляют свои полотна в простых белых рамах из тонких реек (так называемые *shadow frame*). Налицо тримминг нескольких компонентов картины: резьбы на раме, позолоты и габаритных характеристик рамы (а некоторые художники впоследствии отказывались ещё и от самой рамы, вывешивая в выставочном зале натянутый на подрамник холст, который ничем не обрамлен (так делается и сегодня).

Далее тримминг затронул идею приклейки к раме этикетки с названием. А затем наступил этап отказа от названий картин, замены их номерами). Появление так называемых модульных картин, состоящих из нескольких панелей, вывешиваемых одна отдельно от другой сопряжено с триммингом формы четырёхугольника (панели с частями картины могут свободно располагаться на стене, так что мы имеем дело ещё и с триммингом идеи цельности произведения).

Собственно в стилистике живописи возможны такие тримминговые явления как переход от полихромии к монохромии (тримминг цвета) или, например, отказ от изображений глаз или вообще черт лица (например, у американского художника Мориса Прендергаста). Вначале зрители были удивлены появлению художника, который умышленно не рисовал лиц. Прендергаст был одинок и не приспособлен к быту. Ему сочувствовали и помогали. На отсутствие лиц на картинах смотрели как на чудачество. Однако с течением времени этот приём стал своего рода визитной карточкой художника, по которому узнавали его неповторимый стиль (Рис.12).



Рис.12. Художник М.Прендергаст (США) почти никогда не рисовал лиц.

В литературе и кино мы наблюдаем такое явление как **зеро-десигнация** (или нулевая десигнация), то есть приём, когда предмет или явление, о котором идёт речь в тексте, не названо, то есть, читателю так и не открывают, о чём шла речь (например, в фильме **Михаэля Ханеке “Белая лента”** зритель оказывается заинтригован таинственными событиями и почти доходит до разгадки, однако так и не узнаёт, в чём смысл таинственных событий, из-за которых свершилось столько зла в деревне в канун Первой мировой войны, т.е. имеет место тримминг развязки, рис.13).



Рис.13. Фильм Белая лента. Объект свёртывания – развязка.

В живописи ФРГ под влиянием художника апокалипсической темы Рихарда Ёльце появились произведения живописи, изображающие толпы людей, смотрящих вверх. Но что видят они в небе? Зрителю не дано узнать об этом. Художник подверг этот объект своеобразному триммингу.

4.Элементы вепольного анализа

Наконец, мы видим перспективы использования в искусствоведческой науке методологии вепольного анализа. Описать палитру вещественно-полевых ресурсов применительно у живописи и графике очень трудно, но не невозможно. В книге М.Рубина “Основы ТРИЗ” приведён очень выразительный пример Ю.Мурашковского с использованием импрессионистами чистых цветов, при котором мазки слишком сильно контрастируют друг с другом. Художники стали размещать между контрастирующими мазками полутона. Таким образом, вредные связи устраняются за счёт ввода нового элемента.

Отметим при этом, что в изобразительном искусстве очень трудно вычленив полевую структуру жанров, стилей или индивидуальную полевую структуру, характеризующую деятельность одного художника, скульптора или кинематографиста. Более того, построение веполей и элеполей применительно к искусству отягощается наличием в гуманитарной сфере особых полей. Очень трудно замерить свойства правового и особенно семантического поля, которые очень важны для понимания и самих произведений, и тенденций инноватики в сфере искусства.



Рис.14. Кукурузная кампания породила уникальную субкультуру, которая поддаётся вепольному анализу.

Рассмотрим следующий пример. В начале 1960-х годов в СССР была развёрнута кукурузная кампания. Появились плакаты, на которых очеловеченная Кукуруза, одетая в народный костюм, пела и танцевала. Был создан мультипликационный фильм “Прелестница-чудесница”, в котором мифологическая Кукуруза пела песню о возможности создания из неё самых разных продуктов.

В те годы только ленивый не смеялся над кукурузными артефактами, и целом произведения плакатного искусства и мультипликационного кино вызывали неприятие у обыденного сознания (Рис.14). Осуждение кукурузной эйфории вследствие объективной невозможности сделать кукурузу

универсальным продуктом, негативное отношение к этой пропагандистской кампании переносили и на произведения искусства. Мало кого смущало, что вышеупомянутый мультфильм имел огромный успех за рубежом.



Рис.15. Пример композиции Эрнста Крайдольфа.

При всём этом вышеупомянутые произведения действительно были очень талантливо исполнены. Применяя соответствующую терминологию, можно сказать, что образ кукурузы и образ юной красавицы (имиджевыми составляющими которой являются образ богини плодородия плюс образ народной танцовщицы) являются элементами элеполя, к которым добавляется очень важный компонент поля, о котором следует сказать особо.

Это поле – семантическое. Дело в том, что поющие и танцующие фрукты и овощи были придуманы германо-швейцарским художником Эрнстом Крайдольфом (1863 – 1956), создавшем жанр так называемой “цветочной книги” – иллюстрированной детской книги, в которой шла речь о живых, очеловеченных фруктах и овощах. Этот жанр имел очень большой успех среди юных читателей, и Э.Крайдольфа по праву считают изобретателем этого жанра (Рис.15). Если ознакомиться с работами Э.Крайдольфа, то получается, что художники, рисовавшие кукурузу, отражали отнюдь не идеи сиюминутной политической кампании, а нечто другое: они логически продолжали развитие традиций уже имевшегося в мировой культуре жанра.

И это очень мощный аргумент в реабилитации кукурузной кампании, вернее, её художественной части. Однако для того, чтобы вещественно-полевые ресурсы образа мифологической кукурузы были объективно оценены, следует ввести компонент семантического поля или, говоря языком гуманитарных наук, широкий исторический контекст, на фоне которого сочетание двух элементов становится понятным. Таким образом, данная образная структура может быть легко развёрнута в элеполь при добавлении семантического поля.

Не менее важны и ассоциативные контексты, которые с огромным трудом поддаются классификации научному описанию в целом. Разработка теории веполей и элеполей применительно к изобразительному искусству ещё впереди.

Выводы

Итак, мы рассмотрели на нескольких примерах возможность использования методов ТРИЗ в искусствоведческих исследованиях. Сможет ли методология ТРИЗ, и свойственная ей соответствующая терминология углубить искусствоведческие разработки, сделать анализ произведений живописи и графики более полным и многогранным? В будущем должны появиться ответы на эти вопросы.

Обобщая вышесказанное, можно высказать следующие предположения:

- 1) В условиях всеобщего интереса к инновационной деятельности методология ТРИЗ и терминологическая палитра изобретательской деятельности могла бы значительно чаще и полнее применяться в искусствоведческой науке.
- 2) Принципы ТРИЗ применимы далеко не ко всем художественным системам, однако в случае удачного применения методов ТРИЗ в искусствоведческом анализе артефактов возможно более глубокое постижение творческого процесса и генезиса создания многих произведений искусства.
- 3) Подход к произведениям изобразительного искусства, художественной литературы и кино с позиций ТРИЗ способен чётче выявить новизну произведения и специфику творческих открытий автора (это блестяще показано в работах Ю.Мурашковского).
- 4) Наряду с устоявшимся понятием “синтез искусств” имеет право на существование ещё и понятие “синтез художественных и технических систем”, а также “синтез биологических систем” (в нашем случае происходящий в сознании художника, а не в области собственно биологических экспериментов). К обоим видам синтеза вполне применимы принципы ТРИЗ.
- 5) Принципы вепольного и элепольного анализа также могут успешно применяться в искусствоведческих исследованиях при условии соблюдения принципов тактичности и аккуратности.

Список литературы

- 1) М.С.Рубин. Основы ТРИЗ. Применение ТРИЗ в программных и информационных системах. Санкт-Петербург. 2011.
- 2) Ю.С.Мурашковский. Биография искусств. 2006.
- 3) О.С. Разумовский. Оптимология. Часть 1. Новосибирск, 1999.
- 4) TRIZ-based forecasting methods. Collection of scientific papers. TRIZ Developers Summit Library. Issue 3. Saint-Petersburg. July 26, 2010.

Lebedev Y.V., Logvinov S.A. Pair (couple) functions formulation

Abstract: Being a component of function analysis, rules for function formulation are well formalized and usually don't cause problems for researchers. A function is defined as an action of one system component (function carrier) upon another one (function object) that leads to variation of function object parameters. As a rule, the primary focus in the course of analysis is placed on change of state (parameters) of function object. Function performance in actual systems is always accompanied by change of function carrier state. For example, if function carrier heats function object, this function object cools the function carrier at the same time. Actually, we deal with a pair of oppositely directed functions. However, distinct recommendations regarding formulation of such pair functions are missing.

The article is based on practical experience of the authors. It deals with formulation of such pair functions and contains recommendations on:

- Classification of pair functions
- Formulation of pair functions
- Proper choosing between model with one function and model with pair functions.

Keywords: *TRIZ, Functional analysis, function choice*

Лебедев Ю.В., Логвинов С.А. Формулирование парных функций

Аннотация: Правила формулирования функций, являющиеся частью функционального анализа, хорошо формализованы и обычно не вызывают проблем при использовании. Обычно функция определяется как действие одного элемента (носителя функции) на другой (объект функции), приводящее к изменению параметров объекта функции. При этом в ходе анализа основное внимание уделяется изменению состояния (параметров) объекта функции. В реальных системах выполнение функции всегда сопровождается изменением состояния носителя функции. Например, если носитель функции нагревает объект функции, одновременно объект охлаждает носитель. Фактически, мы имеем дело с парой встречно направленных функций. При этом внятные рекомендации по формулированию парных функций отсутствуют.

Статья основана на практическом опыте авторов, посвящена формулированию таких парных функций и содержит рекомендации по:

- Классификации парных функций
- Формулированию парных функций
- Корректному выбору между моделью с одной функцией и моделью с парными функциями.

Ключевые слова: *ТРИЗ; функциональный анализ; выбор функций*

Введение

Согласно определению, функция – это действие одного объекта (элемента технической системы) на другой. Но один из фундаментальных принципов естествознания заключается в том, что действие - это всегда взаимодействие.

Этот принцип в классической механике был сформулирован еще в 18 веке в виде 3-го закона Ньютона и далее положен в основу квантовой механики в виде принципа неопределенности Гейзенберга. В термодинамике он проявляется во втором начале, в электродинамике в виде уравнений Максвелла, в электротехнике в виде принципа Ленца, в химии в виде принципа Ле Шателье и т. д.

Хотя в естественных науках этот принцип и не был обобщен, это произошло в философии и приняло форму закона единства и борьбы противоположностей. Так что, скучая на лекциях по философии, студенты и не предполагают, что слушают один из основополагающих принципов их будущей профессии (к какой бы области техники она не относилась).

Парные функции в технических системах

Соответственно, в технике этот принцип проявляется буквально всюду. Тормозные колодки тормозят колесо, но одновременно в процессе торможения колесо истирает тормозные колодки. Во всех операциях механической обработки процесс резки изделия инструментом сопровождается процессом разрушения (затупления) инструмента. Электрический ток (поток заряженных частиц) разогревает проводник, но одновременно этот поток рассеивается (тормозится) проводником. Более того, в последнем примере рассеяние носителей заряда является непосредственной причиной выделения тепла.

В общем случае, выполнение любой функции сопровождается выполнением еще одной встречно направленной функции, описывающей влияние объекта функции на носитель функции (изделия на инструмент). Эти две функции далее в тексте будем называть «парные функции», а отношение функций друг к другу описывать термином «контр-функция».

При строгом подходе к анализу из сказанного выше следует, что при построении функциональной модели любую функцию следует дополнить встречно-направленной контр-функцией. Очевидно, это приведет к усложнению функциональной модели (хотя формулирование контр-функции обычно не вызывает трудностей). А вот достоинства такого подхода совсем не очевидны. Попытаемся классифицировать парные функции и на основе этой классификации сформулировать рекомендации по их введению в функциональную модели или игнорированию.

Классификация парных функций

В практике построения моделей одна из пары функций определяется вполне однозначно: модель начинает строиться с главной функции системы и далее развивается наращиванием модели в сторону остальных функций. Будем называть эту функцию в паре первой (возможно, правильнее было бы «главной» или «основной», но эти термины в ФМ уже заняты).

На основе опыта применения функционального анализа можно выделить следующие типовые ситуации, в которых целесообразно анализировать парные функции:

1. Первая функция является полезной, контр-функция является вредной.

Такая ситуация часто встречается при анализе работы технических систем, в которых происходит износ инструмента или существенное изменение его параметров. В зависимости от скорости такого изменения (т.е. от уровня выполнения вредной функции) можно выделить две типовые ситуации:

Временной масштаб анализа включает в себя существенное изменение параметров инструмента

Временной масштаб анализа много меньше характерного времени существенного изменения параметров инструмента

Например, при забивании гвоздя молоток (инструмент) перемещает гвоздь (передавая гвоздю кинетическую энергию). Гвоздь, в свою очередь, при перемещении поглощает кинетическую энергию, при каждом ударе она полностью расходуется, скорость молотка падает до нуля. С точки зрения длительности процесса эта функция (поглощение энергии) является вредной.

Противоположная ситуация – медленный износ инструмента. При забивании гвоздя молоток перемещает гвоздь, а гвоздь изнашивает (стирает) рабочую поверхность молотка. На практике этим износом часто пренебрегают и исключают из модели парную функцию. Это вполне корректный подход, однако, с оговоркой. Важно не забывать, что медленный износ в конце концов приведет к существенному изменению параметров носителя первой функции и ухудшению параметров, описывающих уровень ее выполнения (при постоянном использовании рабочая поверхность молотка деформируется и требует периодической правки). Т.е. при исключении парной функции из модели есть риск потерять важные факторы, влияющие на уровень выполнения первой функции.

2. Первая функция является полезной, контр-функция тоже является полезной функцией.

Аналогично, в зависимости от скорости изменения параметров можно выделить две типовые ситуации:

Временной масштаб анализа включает в себя существенное изменение параметров инструмента

Временной масштаб анализа много меньше характерного времени существенного изменения параметров инструмента

Два простых примера. При работе электрического чайника электрический нагреватель нагревает воду. Но одновременно реализуется парная полезная функция - вода охлаждает нагреватель. Эта функция очень важна для нормальной работы чайника, т.к. попытка его включения без воды приведет к быстрому разрушению нагревателя. Это - типичная ситуация реализации парных функций, работающих в одном временном масштабе.

В электродинамическом громкоговорителе диффузор удерживается специальным подвесом (обычно он изготовлен из полимерного материала или резины). Подвес выполняет полезные функции «удерживать, направлять». Одновременно диффузор при работе «разминает» подвес, изменяет его механические свойства. Как правило, акустическая система приобретает оптимальное звучание только после нескольких десятков часов работы. Это парная функция, имеющая гораздо больший временной масштаб по сравнению с первой функцией.

Аналогичная классификация может применяться в случае, если первая функция пары является вредной.

3. Первая функция является вредной, контр-функция является вредной.

В мощных лазерных системах возможно разрушение зеркал световым потоком. Этот процесс описывается парой вредных функций «зеркало [частично] поглощает световой поток» и «световой поток разрушает зеркало». Интересно то, что первая функция существует всегда, а вот контр-функция возникает только, начиная с некой пороговой величины мощности светового потока.

4. Первая функция является вредной, контр-функция является полезной.

Такой вариант может возникнуть, например, при анализе тепловых потоков в электронных устройствах. Ситуация «Элемент А выделяет тепло и нагревает элемент Б» обычно описывается вредной функцией «А нагревает Б». Контр-функция «Б охлаждает А» может выпасть из рассмотрения, несмотря на свою важность.

Рекомендации по формулированию и применению парных функций

Несмотря на то, что функции всегда существуют парами, далеко не всегда контр-функцию следует включать в модель и подробно анализировать. Тем не менее, можно выделить ряд типовых ситуаций, в которых анализ парных функций является целесообразным:

1. При наличии двух парных полезных функций. Например, многослойные упаковочные материалы на основе алюминиевой фольги. Функция «останавливать поток кислорода» выполняется оксидным слоем на поверхности алюминиевой фольги. Одновременно кислород выполняет функцию «создавать

оксидный слой». В большинстве таких случаев первая функция и контр-функция связаны причинно-следственной связью и часто разнесены во времени: барьерные свойства фольги (функция «останавливать (кислород)») возникают именно из-за того, что выполняется контр-функция кислорода «окислять (поверхность металла)». Более общее явление: самофутеровка, широко используемая при транспортировке сыпучих материалов: поток вещества формирует дополнительный барьерный слой, а этот слой в свою очередь тормозит поток (защищая, тем самым, собственно корпус).

2. При наличии парной функции «полезная функция + вредная функция». Фактически, мы имеем дело с противоречием - полезное действие должно быть произведено ради его полезности, но не должно производиться ввиду наличия сопутствующей ему вредной функции. Противоречие такого типа легко выявляется в сдвоенной конфликтующей паре (когда носитель функции реализует полезную функцию, направленную на элемент Б и вредную функцию, направленную на элемент В). А вот в парных функциях такое противоречие гораздо менее очевидно. Такого рода недостатки позже выявляются в ходе причинно-следственного анализа (в режиме поиска «факторов расплаты»). Но применение понятия парных функций позволяет выявить соответствующий недостаток на ранних стадиях анализа, причем, сразу в форме противоречия. Например, система биологической очистки сточных вод от органики. Бактерии разлагают органику до фосфатов, но фосфаты подавляют жизнедеятельность бактерий (все тот же принцип Ле Шателье, но с «биологическим уклоном»). Сейчас проблема решается частично искусственным усилением жизнедеятельности бактерий, что ведет к большому количеству вторичных проблем. Формулирование проблемы в виде противоречия (с его последующим разрешением) позволит существенно увеличить эффективность системы.

3. И, наконец, при проведении диверсионного анализа. При всей результативности диверсионного анализа в методике его проведения имеется важное, но не очень хорошо алгоритмизированное место: собственно выявление латентных вредных функций. Эффективность выполнения этого шага в значительной степени зависит от навыков исполнителя. Между тем, формулирование парных функций и включение их ВСЕХ в модель поможет составить список латентных вредных функций. Эти функции далее можно анализировать в соответствии с хорошо описанной методикой диверсионного анализа. Особое внимание следует уделять контр-функциям, имеющим «длинный временной масштаб», т.е. таким контр-функциям, которые медленно меняют параметры носителя функции (т.е., как раз тем, которые обычно отбрасываются как малозначимые). Например, в производстве калийных удобрений широко используются вакуум-выпарные аппараты. При выполнении

практического проекта заказчиком было указано пять проблем, связанных с внезапным выходом аппаратов из строя. Все ресурсы ремонтных служб были направлены на их устранение. Но простейший анализ затрат ремонтной службы показал, что 80% времени и средств тратится на последствия обычной вялотекущей коррозии.

Выводы

- По опыту авторов, после первичного составления ФМ следует проверить все включенные в нее функции на предмет значимости парных функций. При кажущейся трудоемкости выполнения такой рекомендации, реальные затраты времени не велики. Типовая работоспособная модель обычно включает в себя 6-9 компонентов и 10-15 функций. Формулирование контр-функций, как уже отмечалось, обычно не составляет труда (на этом этапе аналитик уже достаточно погружен в тему). Проверка вновь выявленных таким образом функций на предмет значимости или малозначимости может оказаться более сложной, чем их выявление. Но зато и исключительно полезной с точки зрения результативности ФА.
- Особое внимание следует уделять ситуациям, когда пара встречно-направленных функций реализует положительную или отрицательную обратную связь. Все тот же принцип Ле Шателье реализует типичную отрицательную ОС вплоть до полной остановки химических, электрохимических, биологических и др. процессов). Парные функции, связанные с процессами коррозии, наоборот, имеют типичную положительную ОС. Чем дальше зашла коррозия, тем быстрее она идет. Необратимые последствия часто возникают внезапно. Другой пример: ситуация с дорожным трафиком. Небольшие увеличения плотности потока по сравнению с предыдущим моментом времени, крайне незначительные сами по себе, вдруг приводят к пробкам на дорогах (или заторам на конвейере).
- Наличие важных парных функций является косвенным указанием на целесообразность углубления функционального анализа на один системный уровень. Т.е. следует рассмотреть носитель функции как самостоятельную техническую систему и провести его функциональное моделирование.

Misuchenko I. The gravitation theory, TRIZ and Evolutionary system science

Abstract: The paper deals with the application of TRIZ tools and evolutionary systems theory to the solution of fundamental physics issues: clarifying the physical mechanisms of gravity.

Keywords: Elefield analysis; Evolutionary system science; System level; System vacuum; Physical vacuum; inertia; Gravitation; Physical mechanism; electron; charge; electric field; Gravitational field; Ponderomotive force; speed; acceleration

Мисюченко И. Теория гравитации, ТРИЗ и эволюционное системоведение

Аннотация: В работе рассматривается применение инструментов ТРИЗ и эволюционного системоведения к решению фундаментальных вопросов физики: выяснению физических механизмов тяготения.

Ключевые слова: *Элеполюный анализ; эволюционное системоведение; системный уровень; системный вакуум; физический вакуум; инерция; гравитация; тяготение; физический механизм; электрон; заряд; электрическое поле; гравитационное поле; пондеромоторная сила; скорость; ускорение*

Введение

С древнейших времён до нашего времени гравитация, взаимное тяготение массивных тел, как и притяжение малых тел большими, представляет собой загадку для человека. Древние греки, в попытке как-то объяснить привычное земное тяготение, ограничились введением понятия о «естественных траекториях» тел, заявляя, что всякое тело в отсутствие воздействий просто стремится двигаться по «естественной траектории», стремясь попасть на «естественное место», т.е. попросту падать на Землю [8]. Т.е. всего лишь констатировали хорошо известный опытный факт, что, будучи лишёнными опоры все тела на Земле падают. Но почему именно они падают – так и осталось загадкой. Во времена Галилея, Коперника, Декарта, Гука и Ньютона были верно установлены и математически сформулированы основные законы тяготения [9]. В последствии эти законы многократно подтверждены опытами и по сей день даже в области космонавтики их вполне достаточно для решения подавляющего большинства проблем. Но снова физический механизм, сама сущность явления тяготения ускользнули от учёных. Некоторые из них остро чувствовали этот диссонанс между уже весьма точными количественными результатами, красивыми математическими формулировками и полным отсутствием представлений о собственно *физике* явления. Например, Р. Декартом были предприняты попытки объяснения физического механизма гравитации [10]. Как твёрдый приверженец мирового эфира, Декарт предположил, что вокруг массивных гравитирующих тел возникают круговые вихри эфира, которые и вызывают притяжение других тел к источнику гравитации. То есть механизм предлагался такой: ***массивное тело вызывает***

движение эфира, а эфир увлекает другие тела. Надо сказать, что гипотеза Декарта не вводила в современную ему науку ни одной новой сущности и поэтому имела большую мощь. Увы, и собственные эфирные представления Декарта и все последующие механистические теории, представлявшие эфир, мировую среду, как некий род разреженного вещества (например, газа) потерпели фиаско, оказавшись не в состоянии непротиворечиво описать и объяснить имеющиеся экспериментальные факты. Не случайно осторожный Ньютон произнёс своё знаменитое «гипотез не измышляю!», когда речь зашла о природе тяготения. То есть он оказался размышлять о физическом механизме тяготения, сосредоточившись на формулировке его формальных математических закономерностей. Между тем, с нашей точки зрения, никто иной, как сам И. Ньютон оказался ближе всех к разгадке этого фундаментальнейшего явления. В современной интерпретации формулировка его закона Всемирного тяготения выглядит так: сила F взаимного притяжения двух тел с массами m_1 и m_2 прямо пропорциональна их массам и обратно пропорциональна квадрату расстояния r между ними с коэффициентом пропорциональности G [12].

$$(1) F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Коэффициент $G=6,67408(31) \cdot 10^{-11} [м^3 \cdot с^{-2} \cdot кг^{-1}]$ впоследствии был исчислен и назван «гравитационной постоянной». Из этого закона есть замечательное следствие, гласящее, что в вакууме вблизи источника тяготения M все тела будут падать на источник с одинаковым ускорением [20]:

$$(2) g = G \frac{M}{r^2}$$

И к моменту касания поверхности источника тяготения приобретут скорость [21]:

$$(3) v_2 = \sqrt{2G \frac{M}{r}},$$

которая называется «второй космической скоростью». Квадрат этой скорости, взятый с отрицательным знаком и деленный пополам называется «гравитационным потенциалом».

Позднее, в ходе развития математических и физических теорий поля была высказана гипотеза о том, что тяготение передаётся через посредничество некоего особого *физического поля*, названного «гравитационным» [2]. Т.е. была введена в науку очередная новая сущность, которая ещё и ничего не

объяснила. Потому что осталось непонятным «как это работает». В самом деле, даже если гравитационное поле – реально существующая физическая субстанция, то каким образом можно его создавать, уничтожать и изменять? А никаким, оказывается. Антигравитационные устройства так и остались в научной фантастике ни разу не воплотившись в реальности. С электрическим же полем история оказалась куда более плодотворной. Возможно из-за полнейшей неудачи с технической «утилизацией» идеи гравитационного поля в начале 20 века стали появляться новые теории тяготения, среди которых особо выделяется так называемая Общая теория относительности (ОТО)[1]. Эта теория уже совсем отказалась выяснять физический механизм явления тяготения, заменив его абстрактной схемой: *гравитирующее тело искривляет пространство – пространство указывает другому телу как ему двигаться*. И хотя пространство в ОТО – понятие математическое, а не физическое, но из-за близости слова к общепонятному бытовому термину эта схема создаёт впечатление понятности. Успех этой формалистской теории был грандиозным, поскольку многие предсказываемые ею явления были обнаружены на практике: гравитационное замедление времени, искривление света, эффект Шапиро и многие другие [1,15,16,17,19]. Увы, несмотря на все эти успехи физический механизм тяготения так и не выяснен и по-прежнему не даёт покоя пытливым умам. На сегодняшний день насчитывается более сотни различных теорий тяготения [25], из которых где-то 1-2% как-то пытаются выяснить физический механизм гравитации, а не просто предлагают очередные математические абстракции.

На практике в наше время используются одновременно и представления Ньютона (механика, техника), и идея «гравитационного поля» (гравиметрия, геология) и ОТО Эйнштейна (астрофизика, космология), а многочисленные экзотические теории обсуждает лишь очень узкий круг специалистов. Казалось бы, ну что можно сделать в этой области? Можно сделать главное – выяснить физический механизм тяготения. Только тогда мы будем вправе сказать, что хоть как-то понимаем гравитацию.

Постановка задачи

Давайте поставим фундаментальную задачу теоретической физики: предложить максимально простой физический механизм тяготения, не привлекая ни одной новой сущности, не используемой в современной науке и полностью соответствующий ныне известным экспериментальным фактам. В рамках самой физики мною не найдено ни одного инструмента, предназначенного специально для решения таких «сверхмощных» задач. Традиционно такая работа, по всей видимости, отдаётся «на откуп гениям» и алгоритмизации, по всей вероятности, не подлежит. А мы попробуем

использовать для этого совместно с физическими знаниями инструменты ТРИЗ и достижения эволюционного системоведения.

Чтобы начать работу нам надо вначале подготовить предельно простую модельную ситуацию, исключить из неё всё, что в принципе можно исключить. Это своего рода аналог минимально-возможной системы и одновременно своего рода «оперативная зона» для разрабатываемой теории. Понятно, что нам как минимум понадобится какое-то пробное тело, на которое воздействует тяготение. Разумеется, нам понадобится и само тяготение, создаваемое каким-либо источником. Пусть источник настолько велик (например, Земля) по сравнению с пробным телом, что воздействие можно считать односторонним (без обратной реакции источника на пробное тело). Какое минимально возможное пробное тело мы имеем право взять? Электрон. Почему? Потому, что это самая простая элементарная частица, имеющая массу по современным представлениям. Ни на что не делится, существует неограниченно долго и самое главное – её свойства хорошо изучены, и мы умеем этой частицей виртуозно управлять. Итак, мы берём электрон. Это в рамках элепольного анализа – элемент. Источник тяготения – Земля. Мы хорошо её знаем, она всегда рядом. И это – тоже элемент (рис.1).

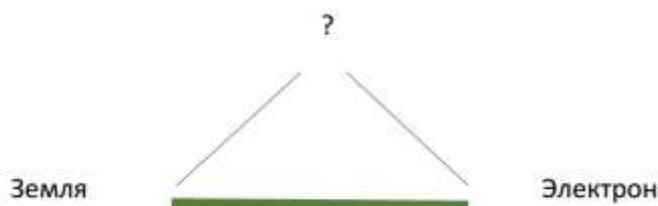


Рис. 1. Незавершенный элеполь теории тяготения

Чтобы достроить простейшую элепольную модель нам недостаёт только какого-то связывающего их поля. «Гравитационное поле» - не годится, мы ничего не умеем с ним делать. «Пространство» - также не годится, поскольку является математическим понятием, а не физическим. Мы разместили наш электрон в космосе достаточно далеко от Земли, специально, чтобы не задумываться о магнитном, электрическом действии планеты и не заботится о действии со стороны атмосферы. Так что у нас остаётся? На первый взгляд кажется, что ничего... Такое впечатление что элементу «Земля» вообще нечем взаимодействовать с элементом «Электрон». Ситуация выглядит затруднительной. Обратимся теперь к эволюционному системоведению и вспомним, что на любом уровне развития системы даже если отсутствуют какие-то компоненты данного уровня, то взаимодействие между имеющимися частями системы всё равно осуществляется, но осуществляется оно через компоненты *нижележащего* системного уровня, так называемого «системного

вакуума» [24]. Хорошо, у нас в модели есть электрон, есть Земля и больше вроде бы ничего физического. Значит, мы должны попытаться найти взаимодействие через компоненты уровня *ниже физического*. То есть этот компонент должен существовать в физике, признаваться ею, но не может являться ни веществом, ни полем. Если оставаться в рамках физики, то кандидат в объекты такого уровня (ниже электрона), пожалуй, только один: физический вакуум. И в самом деле, даже если мы уберём любую известную нам материю в любой известной нам форме, то, как минимум, в этом месте останется вакуум. На сегодняшний день вакуум считается некоторой вездесущей средой, имеющей конкретные физические свойства (например, диэлектрическую и магнитную проницаемости) и проявляющейся в некоторых экспериментах (Лэмбовский сдвиг, эффект Казимира и т.п.). И в то же время вакуум – и не вещество и не поле. Да, пожалуй, это лучший (а, скорее всего, единственный!) кандидат для нашей модели! Ну так введём его в нашу элепольную модель, где он будет выполнять роль поля (рис. 2). В работе [1], например, мы похожим образом использовали вакуум качестве элемента.



Рис. 2. Полный элеполь теории тяготения

Решение

Мы достроили элементарную элепольную модель тяготения и обнаружили, что физический механизм тяготения в этой модели должен выглядеть так: *«Земля» что-то делает с «Вакуумом», а тот, в свою очередь, тянет «Электрон» в сторону Земли.* Что-то сделать с элементом модели означает – *изменить его свойства.* Свойства можно выразить через параметры. Следовательно, нам надо выяснить, какое свойство (или какой параметр) «Вакуума» изменяет «Земля», чтобы «Вакуум» потянул электрон в сторону «Земли». Эта подзадача легче всего решается в более узкой оперативной зоне, т.е. вблизи электрона. При этом «Земля» и всё что с ней связано уходит из поля внимания, т.е. происходит дальнейшее упрощение ситуации. Переформулируем подзадачу для этой зоны: что *должно произойти с вакуумом вблизи электрона, чтобы он оказал силовое воздействие на электрон?* Ответов на этот вопрос может быть несколько.

Ну, как минимум, один ответ общеизвестен со времён Ньютона: если вакуум движется ускоренно относительно электрона, то это всё равно что электрон движется ускоренно относительно вакуума, но в противоположную сторону. А раз так, то на электрон должна действовать самая обычная сила инерции. Значит, достаточно изменить один параметр «Вакуума», называемый «ускорением», чтобы вакуум «потянул» электрон в каком-то направлении. И именно этот ответ нашёл Ньютон более 300 лет тому назад! Нашёл, но не увидел. Взгляните на ф-лу (2). Согласно этой формуле любое тело, любого размера, любого состава и любой массы будет падать на источник тяготения с одинаковым ускорением. Это ускорение называется «ускорение свободного падения» и считается основной силовой характеристикой «гравитационного поля». Но раз любой объект, (с любой в том числе и с исчезающе малой массой) падает в нашей схеме на «Землю» с ускорением свободного падения, то что мешает и «Вакууму» делать то же самое? Оказывается – ничего не мешает. Современная наука не знает никаких запретов вакууму двигаться. Нет только традиции думать таким способом. Ну вот мы и выяснили физический механизм тяготения: ***источник тяготения вызывает ускоренное движение вакуума вокруг себя, а ускоренный вакуум действует на пробное тело обычной силой инерции.*** (рис. 3). И в этом механизме нет ни одной новой сущности и нет ни одного противоречия существующим научным представлениям. Есть только психологическая проблема: мы не привыкли думать о движении вакуума. А вот Р. Декарт [10] связывал тяготение с ускоренным движением эфира. И если бы он вместо газоподобного эфира использовал бы идею вакуума, то его теория не умерла бы вместе с механическим эфиром. В самом деле, элепольная модель Декартового тяготения выглядит как наша, только полевой компонент «Вакуум» заменён компонентом «Газоподобный эфир». Не подтвердилось существование такого эфира – погибла прекрасная теория тяготения, с ясным физическим механизмом.



Рис. 3. Первый вариант механизма тяготения

Хорошо. Психология, конечно, не физика, но физика-то существует для людей, а у людей есть психология. Тогда для тех, кому психологически трудно воспринять идею движущегося вакуума мы просто обязаны найти другой ответ на вопрос «что сделать с вакуумом чтобы он двигал электрон?». Вспомним, что

электрон обладает элементарным зарядом, т.е. является заряженной частицей. Таким образом мы из области механики переходим в область электричества. С электрической точки зрения чем является вакуум? Диэлектриком! Более того, он даже технически используется в качестве диэлектрика (например, в вакуумных конденсаторах). Теперь наш «Электрон» — это «Заряд», а наш «Вакуум» — это «Диэлектрик». Хорошо, снова переформулируем задачу: **что нужно сделать с диэлектриком, чтобы он силовым образом подействовал на заряд?** А вот это уже самая обычная задачка из физики и техники, решается с помощью Указателя физэффектов [26]. Известно, что в градиентном диэлектрике свободный заряд движется по градиенту диэлектрической проницаемости. И, кстати, наоборот, вблизи заряженного тела диэлектрический объект движется по направлению увеличения неоднородности электрического поля. Проще говоря, бумажка притягивается к заряженному шарик, хотя бумажка не обладает электрическим зарядом. Так вот какой параметр «Вакуума» надо изменить, чтобы он потянул «Электрон» к «земле»: надо чтобы вокруг «Земли» возник бы градиент диэлектрической проницаемости «Вакуума». И тогда физический механизм тяготения выглядит так: **«Земля» создаёт градиент диэлектрической проницаемости вакуума вокруг себя, а такой вакуум действует на электрон электростатической пондеромоторной силой** (рис. 4). В этой формулировке уже не надо думать об ускоренном движении вакуума, достаточно только его диэлектрической проницаемости. Правда, придётся признать, что диэлектрическая проницаемость вакуума никакая не мировая константа, а может изменяться, например, вблизи источников тяготения. Но слава Богу, это уже до нас сказал Эйнштейн и многочисленными опытами по искривлению света вблизи массивных космических тел это доказано [27]. Диэлектрическая проницаемость на поверхности Земли всего на 10^{-9} отличается от проницаемости в дальнем космосе. Мы даже обнаружить такое малое изменение затруднимся, но этого оказывается достаточно, чтобы создать тяготение Земли.



Рис. 4. Второй вариант механизма тяготения

Ну раз мы получили аж целых два физических механизма тяготения и оба понятны, оба просты и оба не противоречат современным научным представлениям, то хочется спросить: а какой же из них верен? Оказывается,

все следствия из первого механизма совпадают со следствиями из второго механизма и не противоречат экспериментальным фактам. В такой ситуации физики понимают, что они получили не две различных теории, а две *эквивалентных формулировки* одной и той же теории. На поверку оказывается, что ускоренное движение вакуума и возникновение в нём градиента диэлектрической проницаемости это два неразрывно связанных явления: одно без другого не бывает. Такое в физике часто: например, свет переносит энергию и в то же время оказывает давление на тела. Можно по давлению измерить энергию? Да, так и делают в лазерной технике. А можно по энергии вычислить давление? Да и это делается.

Основные выводы

Если рассмотреть обе найденные нами формулировки механизма тяготения (а это уже делается традиционными методами физики и в рамках методологии ТРИЗ мы не будем подробно это излагать), то получим следующий набор выводов:

1. Классические формулы Ньютона надо поправить для случая очень больших тяготений. И это соответствует данным астрофизики. Поправки совпадают с поправками ОТО.
2. На поверхности гравитирующих тел ход всех физических процессов замедляется ровно так, как замедлился бы в случае движения со второй космической скоростью. Т.е. «гравитационное замедление времени» это просто «релятивистское замедление времени», если в качестве скорости в него подставить вторую космическую для данного тела. Соответствует опытам.
3. Если две разноименно заряженные частицы сблизить (например, электрон и протон), то гравитационная масса получившегося атома водорода станет меньше, чем простая сумма масс исходных частиц. Этот «дефект массы» будет ровно таким же, как дефект инерционной массы. Этот вывод подтверждается многочисленными опытами по проверке эквивалентности масс.
4. Луч света, распространяясь в градиентной диэлектрической среде (т.е. в вакууме вблизи источников тяготения) должен отклоняться в сторону источника тяготения. Экспериментально подтверждено.
5. Падающий на источник тяготения свет «синееет», а испускаемый с его поверхности «краснееет». Широко известный астрофизический факт.
6. Вселенная, с большой вероятностью, представляет собой коллапсар, т.е. гигантскую «чёрную дыру», для которой вторая космическая скорость равна скорости света. Вывод не противоречит данным современной космологии в рамках достигнутой на сегодня точности оценки массы и размеров Вселенной [4,5,6,7].

Итак, мы поставили физическую задачу очень высокой степени фундаментальности и довольно легко решили её, применяя инструменты ТРИЗ и достижения эволюционного системоведения вместе (а не вместо!) с традиционными инструментами физики. В то время как в рамках самой физики такие задачи решают весьма редко, связывая эти решения, как правило, с деятельностью гениев. На наш взгляд продемонстрированный симбиоз подходов как минимум показывает свою перспективность в решении задач неограниченного уровня фундаментальности.

Список литературы

1. Л.Б. Окунь, К.Г. Селиванов, В. Телегди. Окунь Л Б, Гравитация, фотоны, часы. УФН 169 1141–1147 (1999)
2. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> статья «Гравитационное поле».
3. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> статья «Земля».
4. Всё о космосе. Какова масса Вселенной? <http://www.vseocosmose.ru/?p=641>
5. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> статья «Возраст Вселенной».
6. Откуда мы знаем возраст Вселенной? <https://hi-news.ru/science/otkuda-my-znaem-voznrast-vselennoj.html>
7. Н.А. Мискинова, Б.Н. Швилкин. Связь массы вселенной с характерными размерами элементарных частиц. <https://ufn.ru/tribune/ppp/trib070113b.pdf>
8. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> статья «Астрономия Древней Греции».
9. Элементы. Природа науки. Закон всемирного тяготения Ньютона. http://elementy.ru/trefil/23/Zakon_vsemirnogo_tyagoteniya_Nyutona
10. Э. Уиттакер. История теории эфира и электричества. <http://www.kosstu.kz/static/uploads/library/techik/electr/t-e-11.pdf>
11. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> статья «Гравитационная постоянная».
12. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> статья «Классическая теория тяготения Ньютона».
13. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> статья «Инерция».
14. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> статья «Релятивистское замедление времени».
15. Academic. Гравитационное замедление времени. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/631384>
16. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> статья «Эксперимент Паунда и Ребки».
17. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> статья «Гравитационное красное смещение».

18. И.Л. Мисюченко, М.С. Рубин, 2013. Применение ТРИЗ для решения теоретических задач в фундаментальных научных исследованиях. <http://triz-summit.ru/ru/205253/203840/science/300846/>
19. All-fizika.com. Скорость течения времени на Земле и Солнце. http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=2173
20. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> статья «Ускорение свободного падения».
21. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> статья «Космическая скорость».
22. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> статья «Гравитационный потенциал».
23. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> статья «Специальная теория относительности». Аберрация.
24. Рубин М.С., Мисюченко И.Л. Захват и инерция в развитии систем. <http://triz-summit.ru/file.php/id/f300997-file-original.pdf>
25. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> статья «Альтернативные теории гравитации».
26. Указатель физических эффектов и явлений.
http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Science/ukazat/index.php
27. Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> статья «Общая теория относительности».

Mikhailov V.A. The oxidation-reduction reactions in invention patents

Abstract: One of the first chemical effects allocated with Altshuller G. (1973) is "Oxidation strengthening by air" and "The neutral environment", then "Ozone", "Weakening of oxidation", "Reduction", "Transition to electrochemistry" have been added (in 1979-1987). Patents on the basis of oxidation-reduction chemical reactions of a form 460 / 7% from 6600 FIPS Russian Federation patents with chemical effects for 2015 (all there were 48000 patents in a year). Except air and ozone as oxidizers apply halogens and their oxygen connections, the highest oxides of other elements in the form of gases, liquids, solutions and solid bodies. Transition to electrochemistry significantly improves controllability of oxidation-reduction reactions.

Keywords: *invention algorithms, methods of invention, chemical effects, oxidation, reduction, neutral environment, electrochemistry, patents for inventions.*

Михайлов В.А. Окислительно-восстановительные реакции в патентах на изобретения

Аннотация: Одними из первых химических эффектов, выделенным Альтшуллером Г. (1973) являются «Усиление окисления воздухом» и

«Нейтральная среда», затем были добавлены (в 1979-1987) «Озон», «Ослабление окисления», «Восстановление», «Переход к электрохимии». Патенты на основе окислительно-восстановительных химических реакций составили 460 / 7% из 6600 патентов ФИПС РФ с химэффектами за 2015 (всего было 48000 патентов за год). Кроме воздуха и озона в качестве окислителей применяют галогены и их кислородные соединения, высшие окислы других элементов в виде газов, жидкостей, растворов и твёрдых тел. Переход к электрохимии существенно улучшает управляемость окислительно-восстановительных реакций.

Ключевые слова: алгоритмы изобретения, приёмы изобретательства, химические эффекты, окисление, восстановление, нейтральная среда, электрохимия, патенты на изобретения.

Поиск решений изобретательских задач с помощью алгоритмов изобретений (АРИЗ и производных от него) обычно проводят путём разрешения противоречий в технических системах [1, 2, 8], используя разные базы данных (БД) по приёмам разрешения противоречий, геометрическим и физическим эффектам, а когда эти приёмы и эффекты не позволяют получить требуемые технические результаты, то рассматривают возможности решений задач с помощью химических эффектов. Накопление БД по химическим эффектам (ХЭ) производим с 1979 [3 – 6], здесь рассмотрим добавления в эту БД окс-ред процессов из патентов ФИПС РФ за 2015 год. Пока в БД ХЭ включены 109 ХЭ [6, 7, 9].

Окисление кислородом воздуха.

Содержание кислорода O_2 в воздухе 21%, остальные его компоненты не участвуют почти в окислительно-восстановительных (окс-ред) реакциях (78% азота N_2 , 1% аргона, 0,04% CO_2 , менее 0,001% другие инертные газы He, Ne, Kr, Xe, Rn). Более 10 тысяч лет назад наши предки начали применять горение древесины в кострах, потом в печах для освещения, обогрева, приготовления мясной пищи; для приготовления пищи стали изготавливать и прокалывать в печах керамическую посуду. Для повышения прочности керамики люди повысили температуру прокаливания с помощью дутья воздуха в печи, к увеличению количества тепловой энергии с помощью увеличения скорости горения привлекли для усиления дутья механические источники энергии: мышцы человека, прирученных животных, вращение водяных колес. Увеличение температуры в печах помогло изобретению металлургии: около 5 тысяч лет люди получили металлы бронзу (с температурой плавления $\ll 1000^\circ C$), медь ($T_{пл}=1083^\circ C$) и 3 тысячи лет назад железо ($T_{пл}=1530^\circ C$). Затем при получении железа стали получать чугун (с $T_{пл}$ от 1100 до $1500^\circ C$ и содержанием $4\% > C > 1\%$), продувкой воздуха или кислорода избыток C

выжигают до 0,1-0,3% и получают сталь. Разные по составу стали являются основным конструкционным материалом нашей цивилизации.

Ещё 200 лет тому назад люди не знали такое вещество, как кислород O₂, хотя они им пользовались (жили, обогревались огнём с помощью воздуха – природной смеси газов атмосферы Земли, созданной много миллионов лет назад растениями и водорослями). В XIX веке изобрели способы повышения концентрации O₂, а в XX веке стали получать и применять на практике почти чистый кислород как газ, так и жидкий. Эта практика позволила автору ТРИЗ Альтшуллеру в 60-е гг. XX в. внести в список основных приёмов разрешения ТП [1] приём 38 «применение сильных окислителей» на примерах усиления реакций окисления воздухом при повышении в нём концентрации O₂ и при возбуждении этих молекул действиями электрических и световых полей. Ю. Саламатов [4] собрал патенты по получению и применениям нестабильных молекул озона O₃ и синглетного кислорода O₂*. А изобретательский приём 13 «принцип наоборот» подсказывает, что раз есть приём «усиления», то в других процессах необходим приём «ослабления» вплоть до «исключения», и автор ТРИЗ закономерно включил также приём 39 «применение нейтральной среды», т.е. без кислорода. То были первые химические эффекты (ХЭ), выявленные Г. Альтшуллером [1] из практики изобретательства. Химикам известны и другие ХЭ из раздела окислительно-восстановительные реакции (их классифицируют по величинам окс-ред-потенциалов от -3 до +3 В): 1) для окисления используют кроме O₂ несколько десятков окислителей простых и сложных веществ: газов, жидкостей или растворов и твёрдых тел, 2) иногда требуется ослабление окисления, когда кислород воздуха оказывается слишком сильным окислителем, 3) начиная с получения металлов много тысяч лет назад люди широко используют восстановительные процессы, противоположные окислительным реакциям, и 4) поскольку окс-ред-ХЭ трудно управлять, с XIX века люди всё шире стали разрабатывать электрохимические процессы: катодного восстановления металлов и получения сплавов, анодного окисления металлов и примесей органических соединений и процессы электролиза с переменным током.

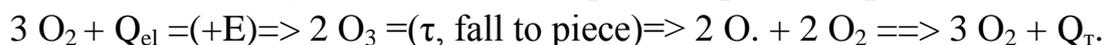
Таблица 1 Примеры применений процессов окисления

ХЭ, (код),	Примеры технических решений (№ патента)
1юО: усиление окисления O ₂ (с01О) повышением содержания кислорода и давления воздуха, Г.	1.1 Интенсификация процессов в металлургии стали увеличением содержания кислорода в воздухе дутья (SU 254536): $C / S + O_2 = (t) \Rightarrow CO / SO_2$ - <i>уменьшен недостаток</i> : длительность выжигания примесей в расплаве стали; 1.2 повышение качества и производительности плазменно-дуговой резки стали в чистом кислороде (SU 185418), повышение температуры плазмы; - <i>устранен расход (потери)</i> энергии на нагрев азота воздуха; 1.3 получение пирофосфата титана действием хлорида фосфора и кислорода (SU 380538): $TiO_2 + 2 PCl_3 + O_2 = (t) \Rightarrow TiOP_2O_6 + 3 Cl_2$ 1.4 растворение меди из халькопирита в серной кислоте при действии кислорода

Альтшуллер [1, 3]	<p>(RU 2373298): $\{\text{CuS}\}_{\text{hd}} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \Rightarrow \{\text{CuSO}_4\}_{\text{sl}} + \text{H}_2\text{SO}_4$ - <i>устранено выделение</i> вредного газа (H_2S); 1.5 способ извлечения никеля и кобальта в солянокислый раствор при действии кислорода под давлением (RU 2174562): $\{\text{NiO/CoO}\}_{\text{h}} + \text{HCl} + \text{O}_2 = (\text{P}) \Rightarrow \{\text{NiCl}_2 + \text{CoCl}_2\}_{\text{sl}} + \text{H}_2\text{O}$ - <i>ускорение реакции растворения</i>; 1.6 растворение золота из руды серной и азотной кислотами при продувке воздухом под давлением до 7 атм. (RU 2120486): $\text{Au} + \text{O}_2 + \text{HNO}_3 \Rightarrow \text{Au}(\text{NO}_3)_3$ - <i>ускорены процессы</i> повышением концентрации кислорода; 1.7 окисление пара этилена до окиси этилена кислородом на катализаторе с серебром (RU 2263670): $\{3 \text{C}_2\text{H}_4 + \text{O}_3 = (\text{kt}=\text{Ag}) \Rightarrow 3 \text{C}_2\text{H}_4\text{O}\}_{\text{gs}}$ - два ХЭ (повышение концентрации O_2 и применение катализа) <i>обеспечили повышение выхода продукта</i>.</p>
----------------------	---

Окисление озоном воздуха.

При действии на поток воздуха или кислорода электрических разрядов часть молекул O_2 , поглощая энергию электрического поля, превращается в малоустойчивые молекулы озона O_3 , которые со временем распадаются:



Молекулы озона, поглотившие квант энергии (Q_{el}) электрического поля, существуют недолго (несколько часов) и распадаются с выделением атома (O), последний в свободном состоянии существует лишь микросекунды и является химически очень активным, окисляя при любой температуре всё, что может окисляться, или с другим таким же атомом образует O_2 и выделяет поглощённый квант энергии в виде теплоты реакции распада озона (Q_{T}).

Таблица 2 Примеры реакций окисления озоном

ХЭ, (код)	Технические решения (патенты)
1oz, окисление озоном (c01oz), Ю. Саламатов [3]	2.1 Обработка питательной воды энергетических установок воздухом с озоном (SU 771026): $\text{CxHyOz} + (2x+y/2)/3 \text{O}_3 = (\text{watter}) \Rightarrow x\text{CO}_2 + (y/2-z)/3 \text{H}_2\text{O}$ - <i>ускорение очистки воды от органических токсичных веществ</i> ; 2.2 очистка от органических примесей воздуха и сточных вод действием озона (SU 513013, 592761, 607785, FR 2267985, DE 1517634, US 2833786, 4434086): $\text{CxHyOz} + (2x+y/2)/3 \text{O}_3 = (\text{gas/watter}) \Rightarrow x\text{CO}_2 + (y/2-z)/3 \text{H}_2\text{O}$ 2.3 очистка воды от нефти сначала сорбентом и доочистка действием озона (RU 98100851, A): $\{\text{CxHy}\}_{\text{aq}} + (2x+y/2)/3 \text{O}_3 \Rightarrow x \text{CO}_2 + y/2 \text{H}_2\text{O}$ - <i>ускорение очистки</i> воды от органических примесей при действии O_3 ; 2.4 растворяют медь из сульфидной руды в серной кислоте при действии озона в присутствии ионов железа (3+) (RU 2336345) без образования H_2S : $\{\text{CuS}\}_{\text{hd}} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = (\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}^{3+}) \Rightarrow \{\text{CuSO}_4\}_{\text{aq}}$ - <i>ускорение процесса и повышение качества продукта</i> . 2.5 Очистка жидкости от вредной примеси формальдегида (RU 2196147, 2200192, 2200193): $\{\text{H}_2\text{CO}\}_{\text{aq}} + \text{O}_3 \Rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{O}_2$ - <i>ускорение очистки</i> от примеси.

Окисление галогенами и их соединениями

Галогены и их кислородные соединения применяют в качестве окислителей, ориентируясь на ряд усиления окислительных свойств –

увеличение их окс-ред-потенциалов: от 0,54 (I₂/I-), 1,09 (Br₂/Br-), 1,59 (HBrO/Br₂), 1,39 (Cl₂ /Cl-), 1,49 (HClO/Cl-), до 2,87 (F₂/F-). {Потенциалы ионизации атомов / молекул простых веществ: I / I₂ (10,4 / 9,3), Br / Br₂ (11,8 / 10,6), Cl / Cl₂ (13,0 / 11,5), O / O₂ (13,6/ 14,0), F (17,4V)}.

I₂, KI₃, H₅IO₆, Br₂, Cl₂, HClO₄, HClO₃, ClO₂, HOCl, HBrO, Cl₂*, Cl., F₂, BrF₅, XeF₄, F₂*

Таблица 3. Применения галогенов как окислителей

ХЭ, (код)	Технические решения
log: окисление галогенами или их соединениями (с01og), [4]	<p>3.1 Упрощение синтеза пентафтор брома из брома и фтора (с уменьшением потерь фтора) процесс проводят в тлеющем электро разряде (SU 380583): $\{\text{Br}_2^* + 5 \text{F}_2^* + Q_{el}\}_{gs} = (\text{Electric-field}) \Rightarrow \{2 \text{BrF}_5\}$ - прямой синтез происходит при высокой температуре и с большим перерасходом дорогого фтора на коррозию аппаратуры – ТП: если смесь газов Br₂ и F₂ нагреть до 300°C, то можно получить требуемый продукт BrF₅, но при таких условиях почти нет материалов для аппаратуры, она быстро корродирует и разрушается, и имеет место большой перерасход дорогостоящего фтора; РТП за счёт активации молекул в электрическом поле при низких температуре и давлении (T ≤ -50°C, P ≤ 0,1 бар), в этих условиях активированные молекулы не успевают долететь до стенок реактора; синтез в электрополе происходит при низких температуре и давлении газа и с небольшими потерями фтора, <i>увеличивается продолжительность работы аппаратуры</i>;</p> <p>3.2 Способ извлечения из руды: медь растворяют при окислении железом(3+), остатки меди и золото при окислении диоксидом хлора (RU 2255127): $\text{CuS} + \{\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}^{3+}\}_{aq} \Rightarrow \{\text{CuSO}_4 + \text{FeSO}_4\}_{aq}; \quad \text{Au} + \text{ClO}_2 \Rightarrow \text{AuCl}_3$ - <i>ускорение процесса, устранение вредного газа H₂S, повышение степени извлечения</i>;</p> <p>3.3 Извлечение Ni, Co, Cu из сульфидной руды действием серной кислоты и хлора при атмосферном давлении (RU 2221881) без выделения вредного газа H₂S: $\{\text{MeS}\}_{hd} + \{\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Cl}_2\}_{aq} = (P = 1 \text{ bar}) \Rightarrow \{\text{MeSO}_4 + \text{MeCl}_2\}_{aq}$ - <i>ускорение процессов и увеличение полноты извлечения</i>;</p> <p>3.4 Способ извлечения осмия из раствора серной кислоты действием раствором хлора в тетрахлориде углерода или хлороформе (RU 2064437): $\{\text{Os}(\text{SO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}\}_{aq} + \{\text{Cl}_2\}_{\text{chcl}_3} \Rightarrow \{\text{OsO}_4\}_{gs} + \{\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}\}_{aq}$ - <i>получение из отработанного раствора ценного компонента путём перевода его в газовую фазу (пар) или в раствор в тетрахлор углеводе – улучшение процесса переработки руды</i>;</p> <p>3.5 Для определения следов анилина в воде (от 0,01 мкг/л) предложена реакция бромирования до триброманилина, затем продукт определяют методом газовой хроматографии с детектором электронного захвата (сб. Менделеевский съезд – Казань: Наука, 2007, т.4, с.122): $2 \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + 3 \text{Br}_2 \Rightarrow 2 \text{Br}_3\text{C}_6\text{H}_2\text{NH}_2$ - <i>броманилин обеспечивает улучшение чувствительности определения анилина</i>.</p>

Окисление растворами

Для управления окс-ред реакциями, улучшения перемешивания реагентов, уменьшения большой скорости реакций с целью повышения качества продуктов используют растворение реагентов в жидкости (чаще всего

в воде). Применение растворов помогает добиться однородности смеси реагентов и одинакового протекания реакций во всех точках реактора.

Таблица 4. Примеры окс-ред-реакций в растворах

ХЭ, (код)	Технические решения (патенты)
1os: окисление растворами HNO ₃ , H ₂ O ₂ , ROOH, CrO ₄ ²⁻ , (c01os) [4]	<p>4.1 Для окисления NO до NO₂ и повышения концентрации NO₂ вместо воздуха, содержащего азот (N₂), применили 60% раствор HNO₃ (SU 370171) по реакции: $\{\text{NO} + \text{O}_2\}_{\text{gs}} \Rightarrow \{2 \text{NO}_2\}_{\text{gs}}$ заменяли на $\{\text{NO}\}_{\text{gs}} + \{\text{HNO}_3\}_{\text{liq}} = (\text{liquid}) \Rightarrow \{2 \text{NO}_2\}_{\text{gs}} + \{\text{H}_2\text{O}\}_{\text{liq}},$ - разрешено противоречие: <i>воздух самый доступный окислитель, но он сильно разбавляет азотом продукт газ двуокись азота, а это не позволяет получать 100%-ную азотную кислоту</i> {HNO₃}_{liq};</p> <p>4.2 получение хлора из соляной кислоты действием 90% H₂O₂ при понижении давления (SU 379081) по реакции: $\{2 \text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2\}_{\text{liq}} \Rightarrow \{\text{Cl}_2\}_{\text{gs}} + \{\text{H}_2\text{O}\}_{\text{liq}}$ - повышение концентрации H₂O₂ и понижение давления увеличили степень превращения (выход продукта) в хлор;</p> <p>4.3 Способ определения нитрит-иона в растворе основан на окислении им йодида до йода, экстракции йода током N₂, Ag и поглощении йода раствором сульфита натрия (RU 2105296): $\{\text{HNO}_2 + 2 \text{HI}\}_{\text{liq}} \Rightarrow \{\text{I}_2\}_{\text{gs}} + \{\text{HNO}_3\}_{\text{liq}}$ - увеличение чувствительности определения;</p> <p>4.4 Получение серы из сероводорода из газового потока при контакте с раствором диалкилнафтохинона и амина-катализатора (RU 2099280): $\{\text{H}_2\text{S}\}_{\text{gs}} + \{\text{R}_2\text{C}_{10}\text{H}_4\text{O}_2\}_{\text{liq}} = (\text{kt}=\text{RNH}_2) \Rightarrow \{\text{S}\}_{\text{hd}} + \{\text{R}_2\text{C}_{10}\text{H}_4(\text{OH})_2\}_{\text{liq}}$ - подобран оптимальный окислитель, улучшена очистка газа;</p> <p>4.5 Получение фенола из бензола окислением 50% H₂O₂ в присутствии катализатора силиката титана (RU 2003134293): $\text{C}_6\text{H}_6\text{og} + \text{H}_2\text{O}_2 = (\text{kt}) \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ - увеличены полнота и скорость процесса.</p> <p>4.6 Для извлечения из растворов ТВЭЛ АЭС в азотной кислоте ценных продуктов U, Np и Pu их окисляют до ионов UO₂²⁺, NpO₂²⁺ и PuO₂²⁺ в горячем азотнокислом растворе добавлением раствора K₂CrO₄: $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{NpO}_2\text{NO}_3 + \text{Pu}(\text{NO}_3)_4 + \text{K}_2\text{CrO}_4 = (\text{HNO}_3, \text{t}) \Rightarrow$ $\Rightarrow \text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{NpO}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{PuO}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{Cr}(\text{NO}_3)_3 ;$ - увеличена полнота извлечения и очистки ценных элементов из облучённых ТВЭЛ АЭС на радиохимическом заводе.</p>

Ослабление окисления

В среде паров углеводородов присутствие такого окислителя как O₂ воздуха недопустимо, а оно необходимо, т.к. при термоллизе углеводородов на катализаторах кроме ценных продуктов – углеводородов меньшей молекулярной массы образуется также вредный продукт С (сажа), который осаждается на катализатор и выводит его из строя. В нескольких изобретениях для очистки от сажи применены (при повышенных температурах) такие вещества, как пар воды H₂O, двуокись углерода CO₂ или аммиак NH₃, которые обычно не относят к окислителям и в данных условиях они не взаимодействуют с углеводородами.

Таблица 5. Примеры решений с ХЭ «ослабление окисления»

ХЭ, (код)	Технические решения (патенты)
2оо: ослабление окисления (с CO ₂ , H ₂ O, NH ₃) (с02оо) [4]	6.1 Защита катализатора крекинга углеводородов очисткой от кокса CO ₂ (SU 410004), по реакции: $C + CO_2 = (t) \Rightarrow 2 CO$, 6.2 паром воды (SU 502609) по реакции: $H_2O + C = (t) \Rightarrow H_2 + CO$, или 6.3 NH ₃ (SU 414183) по реакции: $NH_3 + C = (t) \Rightarrow C_2N_2 + H_2$. - ранее очистку от кокса проводили выжиганием кислородом и для этого останавливали основной процесс; «ослабленные окислители» действуют только на кокс, это устранило вред окисления углеводородов и упростило процесс очистки катализатора – он проходит без прерывания основного процесса крекинга (приём объединения основного процесса крекинга с окислением сажи).

Принцип инертности среды (исключение окисления)

Иногда процесс окисления не допустим (например, при выделении из руд активных металлов при повышенных температурах), Инертными средами для таких процессов могут быть: жидкости (вода, керосин) без растворенного кислорода (удалённого вакууммированием или просто кипячением), газы CO₂ (но металлы Na, Ca окисляются CO₂), N₂ (азот при невысоких температурах), инертные газы Kr, Ar (наиболее доступен, т.к. его в воздухе 1%), Ne, He или вакуум. Гелий и вакуум являются самыми наименее реакционно-способными средами, но He дороже всех остальных газов (основной его источник – природный газ CH₄, содержание He в нём обычно десятые доли процента).

Таблица 6. Примеры применения принципа инертности.

ХЭ, (код)	Технические решения (патенты)
3по: инертная среда (He, Ar, N ₂ , ...), (с03по), приём 38, [1], Г. Альтшуллер	7.1 В среде аргона при действии металла Ca на хлорид Pu(3+) получают металл Pu по реакции: $2 PuCl_3 + 3 Ca = (Ar, t) \Rightarrow 2 Pu + 3 CaCl_2$ (шлак), 7.2 Применить дегазированную жидкость, CO ₂ , азот, аргон, гелий, вакуум, в водной среде без O ₂ (дегазированной воде) Fe активно вытесняет водород из воды при обычной температуре (t ~20°C), реакция может быть применена для получения H ₂ (на воздухе такая реакция протекает при t ~300°C): $2 Fe + 3 H_2O = (H_2O/without O_2) \Rightarrow Fe_2O_3 \cdot xH_2O + 3 H_2$; - устранён вред O ₂ при дроблении Fe стружки в воде; 7.3 В среде инертных газов (без O ₂) получают из хлоридов активные металлы действием более активного металла M2 [6] по реакции: $MeCl_n + n_2 M_2 = (He, t) \Rightarrow CaCl_2 + Me$. - устранен вред окисления O ₂ при получении металлов.- 7.4 Инертны к окислению активных металлов также восстановительная среда (CO, H ₂), иногда чистые N ₂ , CO ₂ и др.

Применить восстановление

Развитие нашей цивилизации также обусловлено тем, что около 5000 лет назад людям удалось получить металлы: бронзу, медь, позже железо, другие металлы и их сплавы, хотя понять и объяснить эти процессы удалось лишь в XIX веке. Многочисленны изобретения по получению металлов и их сплавов и в настоящее время, а также по защите живых клеток от окисления с помощью восстановителей-«антиоксидантов».

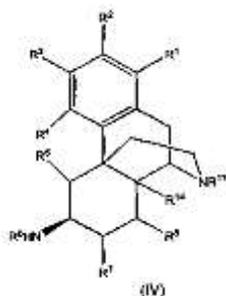
Таблица 7. Примеры применений ХЭ восстановление

ХЭ, (код)	Технические решения (патенты)
<p>4rd. применить восстановле ние (с04rd), [3, 4]</p>	<p>4.1 5000 лет назад у нашей цивилизации начался бронзовый век: $\text{CuO} / \text{SnO} + \text{C} / \text{CO} = (t \geq 800^\circ\text{C}) \Rightarrow \text{Cu/Sn}$ (сплав бронза: 9:1) 3000 лет назад начался железный век (он и сейчас продолжается): $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{C} / \text{CO} = (t \geq 1500^\circ\text{C}) \Rightarrow \text{Fe}$ (сплавы Fe/C/Cr/Ni/Ti – стали), - <i>улучшена защита среды</i> получения Me от O₂ слоем раскалённого угля, <i>обеспечена возможность развития технической цивилизации</i>, 4.2 Защита гидридом Ca поверхности раскалённых отливок от окисления O₂ воздуха (DE 1265356): $\text{CaH}_2 + \text{FeO} = (t) \Rightarrow \text{Fe} + \text{CaO}$ (шлак) - <i>устранение вредных последствий</i> окисления O₂; 4.3 Водород как топливо ДВС (Al + H₂O + NaOH выделяют H₂): $2 \text{Al} + 6 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NaOH} = (t = 20^\circ\text{C}) \Rightarrow 3 \text{H}_2 + 2 \text{NaAl(OH)}_4;$ - <i>улучшение окружающей среды, один из способов снабжения H₂ как чистым топливом</i>; 4.4 Термолиз борсырья в среде CO (SU 502843), 4.5 Получение из соды щелочи в присутствии пара H₂O и H₂ (SU 361140) - <i>в этих двух патентах непонятна роль восстановительной среды.</i></p>
<p>Патент RU2557773 (10.02.2014, опубл 27.072015)</p>	<p>4.6 Состав для стабилизации липидов к окислению / аох rdn Изобретение способа защиты липидов, масел, жиров от окисления и окислительной деструкции. <i>Добавляют в качестве антиоксиданта 4,4'-ди-меркапто-ди-фенил-оксид или 4,4'-ди-меркапто-ди-фенил-метан в количестве 0,03-0,4% от массы липидов. Получены составы для стабилизации липидов антиоксидантом, обладающим высокой эффективностью и низкой токсичностью. 3 табл., 3 пр. Антиоксиданты (ингибиторы окисления) находят применение для предотвращения окислительных превращений липидов в терапии многих заболеваний. Прототипом выбран состав стабилизации липидов с токоферолами [US 2564106] - он тормозит окисление липидов за счет природного α-токоферола (6-гидрокси-2,5,7,8-тетраметил-2-фитил-хромана, витамина E), он характеризуется высокой константой скорости реакции с пероксидными радикалами $k_7 = (3,3-3,5) \times 10^{-6} \text{ M}^{-1} \times \text{c}^{-1}$ [Бурлакова Е.Б. и др. Кинетические особенности токоферолов. Черноголовка, 1992. - 56 с.]. НЭ: недостатком его является механизм действия токоферола в липидах - он участвует в реакции обрыва цепей, но и в реакции продолжения цепей, что снижает активность. Серосодержащие соединения входят в состав аминокислот, ферментов, гормонов. Серосодержащие соединения клетки рассматривают как эндогенные антиоксиданты, но они часто ядовиты. В Ярославском ГТУ получены малотоксичные тиолы [Москвичев Ю.А. и др. Синтез соединений серы на основе ароматических сульфокислот // Ж-л Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева - 1995. Т.49. в. .6. С.21-34]. Соединения 4,4' -ди-меркапто-ди-фенил-оксид и 4,4' -ди-меркапто-ди-фенил-метан являются бис-фенилтиолами. Они действуют на гидропероксиды, разрушая их без образования радикалов; разрушение [O₂N₃.] действием 4,4' -ди-меркапто-ди-фенил-оксида и 4,4' -ди-меркапто-ди-фенил-метана является причиной выигрыша в периодах индукции. <i>Формула изобретения: Состав для стабилизации липидов, включающий антиоксидант, отличающийся тем, что в качестве такого используют 4,4'-ди-меркапто-ди-фенил-оксид и 4,4'-ди-меркапто-ди-фенил-метан, вводимые до 0,03-0,4% от массы липидов.</i></i></p>
<p>Заявка RU 2013144244 (от 03.03.2011, публ 27.05.2015)</p>	<p>4.7 Селективное восстановление NOx со стойкостью к углеводородам / kt NOx rdn <i>Формула изобретения:</i> 1. Катализатор восстановления (SCR) NOx аммиаком в отработавших газах (ОГ) ДВС, имеющий: - носитель, - первое, нанесенное активное покрытие, содержащее цеолит с металлами, - второе покрытие, которое перекрывает первое покрытие с обращенной к ОГ стороны и препятствует контакту углеводородов (с ≥3 атомов С), с первым покрытием, не блокируя прохождение</p>

NO_x и NH₃, и оно содержит мелкопористый цеолит (как SAPO-34, CHA, FER, ALPO-34 и их смеси) и оксид из SiO₂, GeO₂, Al₂O₃, TiO₂, SnO₂, Ce₂O₃, ZrO₂ или х смесь. 2. Катализатор по п. 1, отличающийся тем, что цеолит первого покрытия выбран из β-цеолит, ZSM-5, ZSM-20, и их смеси, и металл выбран из: Ce, Mn, Fe, Cu, Ag, Au, Pt, Pd и их смеси. 3. Катализатор по п. 1 и 2, отл. тем, что второе покрытие образовано мелкопористым цеолитом. 4. Катализатор по п. 3, отл. тем, что цеолит замещен металлами: Ce, Mn, Fe, Cu, Ag, Au, Pt, Pd или их смесью. 5. Катализатор по п. 1 или 2, отл. тем, что второе покрытие из оксидов Si, Ge, Al, Ti, Sn, Ce, Zr и их смесью. 6. Катализатор по п. 1, отл. тем, что значение d₅₀ частиц оксидов во втором покрытии по размерам не более 100 нм (d₅₀ означает, что 50% от всех оксидов приходится на частицы, диаметр которых не превышает указанного в d₅₀ значения). 7. Катализатор по п. 1, отл. тем, что второе покрытие содержит оксиды Si, Ge, Al, Ti, Sn, Ce, Zr или их смеси и получено пропиткой носителя раствором, содержащим алкоколят (RO)_(n-m)MeR'_m, в нём n = 3 - 4, причем m < n, Me обозначает Si, Ge, Al, Ti, Sn или Zr, R означает C₁-C₄-алкил или фенил, а R' означает C₁-C₈-алкил, амино-C₁-C₄-алкил, амино-C₁-C₄-алкил, аминогруппа его замещена амино-C₁-C₄-алкилом, или C₁-C₄-алкиловый эфир метакриловой кислоты, и последующей сушки. 8. Катализатор по п. 7, отл. тем, что R означает метил, этил, изопропил, бутил, фенил. 9. Катализатор по п. 7, отл. тем, что R' означает амино-C₁-C₄-алкил, N-(2-аминоэтил)-3-аминопропил, изопропил, изобутил, фенил, октил или C₁-C₄-алкилат метакриловой кислоты. 10. Катализатор по п. 1 - 9, отл. тем, что второе покрытие образовано SiO₂, путем его нанесения из водной суспензии кремниевой кислоты (частицами с d₅₀ не более 100 нм) на носитель с первым покрытием. ... 12. Катализатор по п. 10, отл. тем, что у кремниевой кислоты поверхность модифицирована галогенидом или гидроксидом, кремневые частицы сшиты в покрытии в результате гидролиза или конденсации. 13. Способ снижения содержания оксидов (NO и NO₂) в ОГ дизелей добавлением в ОГ аммиака или соединения в качестве восстановителя и смесь пропускают через катализатор по одному из пп. 1-12. 14. Способ по п. 13, отл. тем, что ОГ перед добавлением аммиака пропускают через катализатор окисления с активностью по превращению NO в диоксид азота. 15. Способ по п. 14, отл. тем, что катализатором окисления является покрытие на проточном сотовом элементе или на подложке фильтра с порами.

Патент
RU2013157
298 (от
09.06.2011
США,
опубл.
20.07.2015)

4.8 Восстановительное аминирование 6-кетоморфинанов переносом водорода / **kt RNH rdn** *Формула изобретения* 1. Способ получения 6-аминоморфинана, включающий контакт 6-кетоморфинана с амином, донором водорода, катализатором с переходным металлом, и акцептором протонов с получением 6-аминоморфинана, при этом 6-амино- и 6-кетоморфинаны не содержат 4,5-эпокси кольца. 2. Способ по п.1, в котором получают промежуточное соединение, включающее 6-иминовый компонент. 3. Способ по п.1 или 2, в котором 6-кетоморфинаном является производное синоменина. 4. Способ по п.1 или 2, в котором 6-кетоморфинан имеет Формулу (I), а 6-аминоморфинан имеет Формулу (IV):



$R^1R^2R^3R^4C_6-6ciclCH_2C(NR^{17}CH_2CH_2-5C_6H_4R^5R^6R^7R^8R^{14})$
где R¹, R², и R⁵ выбраны из водорода, гидрокарбила, галогена и -OR¹⁵; R³ и R⁸ выбраны из водорода, гидрокарбила и -OR¹⁵; R⁴ выбран из водорода, гидрокарбила и -OR¹⁵; R⁶ выбран из гидрокарбила и замещенного гидрокарбила; R⁷ выбран из гидрокарбила или -OR¹⁵; R¹⁴ выбран из водорода и -OR¹⁵; R¹⁵ выбран из водорода, гидрокарбила и гидроксизащитной группы; и R¹⁷ выбран из гидрокарбила и защитной группы. 6. Способ по

п.1 и 2, в котором источник аминов выбран из соли аммония, первичного амина и аминоксифира; донор водорода выбран из муравьиной кислоты, её соли и смеси этой кислоты и органического основания; катализатор, содержащий металл, включает Ru, Rh, Pd или Ir; а акцептор протонов имеет рКа более 9.

Переход к электрохимии

При смешивании в реакторе реагентов вначале концентрации реагентов высоки, потому имеют место высокие скорости химических реакций (иногда они бывают слишком большими, что может иметь следствием перегрев системы и получение продукта реакции низкого качества), по мере расходования реагентов концентрации уменьшаются и скорость реакции становится слишком малой – приходится долго ждать завершения реакции. Переход к электрохимическим окс-ред-реакциям основан на управляемом введении в процесс такого реагента как электроны: они вводятся в среду-электролит (и смесь реактивов) через анод и выводятся через катод. Этим потоком электронов легко управлять изменениями потенциала между электродами (что позволяет управлять направлениями реакций), силы электрического тока (что позволяет изменять концентрации реагентов и скоростью реакций), на потенциал и направление реакций влияют дополнительные (не окс-ред) химические реакции других компонентов электролита. С вредными компонентами при электрохимии удаётся справиться переключением знаков зарядов на электродах, иногда получают полезные продукты использованием переменного тока.

Таблица 8. Примеры патентов по электрохимии

ХЭ, (код)	Технические решения (патенты)
5. переход к электрохимии (с05el), [4, 7], С. Сергеев, И. Рябкин	<p>5.1 Получение электролизом: солей Cu(I) (SU 361144, 423755): Катод(-): $\text{H}^+ + \text{e}^- \Rightarrow \text{H}$; $\text{Cu}^{2+} + \text{H} \Rightarrow \text{Cu}^+ + \text{H}^+$, - улучшение качества продукта (чистоты соли CuCl и т.п.);</p> <p>5.2 Получение нитрата из нитрит-нитратной смеси (SU 367051): Анод(+): $\text{NO}_2^- + \text{O} \Rightarrow \text{NO}_3^-$. - улучшение качества продукта</p> <p>5.3 Очистка от хрома(3) раствора бихромата (SU 390026), Анод(+): $\text{Cr}^{3+} + \text{O} \Rightarrow \text{CrO}_4^{2-}$ - улучшение качества продукта</p> <p>5.4 Очистка раствора алюмината натрия (SU 391064), - улучшение качества продукта</p> <p>5.5 Способ получения гидроксида бария в катодной области электролизёра (SU 361143) соединением ионов: Катод(-): $\{\text{Ba}^{2+} + 2 \text{OH}^-\}_{\text{sl}} \Rightarrow \{\text{Ba}(\text{OH})_2\}_{\text{hd}}$ - улучшение качества продукта обменной реакции с возникающим ОН-ионом; - переход к электрохимии позволяет управлять химическими процессами: изменением состава электролита, величин силы тока и/или электрического потенциала, в электролизере с диафрагмой изолированно протекают разнонаправленные процессы;</p> <p>5.6 Выделение газа при электролизе (H_2 на катоде или O_2 на аноде) применили, чтобы бетон не прилипал к опалубке (SU 628266): (Fe-katod(-): $2 \{\text{H}^+\}_{\text{sl}} + 2\text{e}^- = (\text{E}_{\text{Fld}}) \Rightarrow \{\text{H}_2\}_{\text{gs}}$ - устранение прилипания бетона к стальной опалубке;</p> <p>5.7 Способ электрохимической газификации угольно-водяной пульпы: в поток её вводят множество частиц-сфер из нержавеющей стали, поток пропускают перпендикулярно внешнему магнитному полю с напряженностью >2 Тл, из-за</p>

	<p>поляризации этих сфер на их разных концах протекают электрохимические реакции с образованием CO_2 и H_2, в пульпе 10% С в 5-10 н растворе H_2SO_4 (или H_3PO_4 / CH_3COOH / $\text{F}_3\text{CSO}_2\text{H}$) при $t \geq 20^\circ\text{C}$ плотность тока 1,5-3 mA/cm^2 (US 4643809):</p> <p>Катод(-): $2 \{\text{H}^+\}_{\text{sl}} + 2\text{e}^- \implies \{\text{H}_2\}_{\text{gs}} \quad \implies \text{смесь } \{\text{H}_2 + \text{CO}_2\}$</p> <p>Анод(+): $2 \text{H}_2\text{O} + \text{C} - 4 \text{e}^- \implies 4 \text{H}^+ + \{\text{CO}_2\}_{\text{gs}}''$</p> <p>– улучшение, активация процесса с помощью двух эффектов: ФЭ – магнитогидродинамический получения El_{Flid} и электролиз на катоде и аноде – ХЭ;</p> <p>5.8 Способ электровосстановления CO_2 до метанола на катоде из Pt, покрытой пастой из хинона (индиго или ализарина), порошка графита, 5% раствора метилметакрилата-метакриловой кислоты в этилцеллозольве, насыщенного раствора CO_2, содержащего пентацианоферрат-катализатор и спирт (РЖХ-1987, 11л285П):</p> <p>Katode(-): $\text{CO}_2 + \text{H}_2 = (\text{kt}=\text{Pt}/\text{OC}_6\text{H}_4\text{O}/\text{C}/\text{Fe}(\text{CN})_5) \implies \text{CH}_3\text{OH}$.</p> <p>- улучшение процесса: электрохимия делает технически возможным экологический процесс – связывание CO_2 дымовых газов и получение нужного вещества.</p>
<p>Электролиз на переменном токе</p>	<p>5.9 В раствор NaCl вводят пакет 5-10 пластин Ti, изолированных друг от друга, внешние пластины присоединяют к источнику переменного тока, при этом каждая сторона пластин попеременно (100 раз/с) становится то катодом, то анодом, так что у пластин накапливаются частицы: $\text{OH}^- + \text{Cl}^- + \text{Na}^+$ – они реагируют с между собой с образованием в растворе ($\text{OH}^- + \text{Cl}^- + \text{Na}^+ \implies \text{NaOCl}$) неустойчивого гипохлорита NaOCl; эта соль медленно распадается по реакции:</p> <p>$\text{NaOCl} \implies \text{NaCl} + \text{O}$. выделяет атомарный кислород O, который дезинфицирует поверхности (пол, ткани, посуду, стол), помытые этим раствором. В патенте Франции [ИР-1969, 11, с.37] таким раствором предложено обеззараживать по ночам песок на пляжах, раствор получают электролизом на переменном токе морской воды – после очистки песка NaOCl в растворе быстро разлагается, раствор превращается в исходную морскую воду и не оказывает вредного воздействия на море рядом с пляжем (при применении других обеззараживающих средств возникают экологические проблемы в морской воде рядом с пляжем – такие средства после использования сохраняются в окружающей среде слишком долго).</p>

Выводы

Для развития БД применений ХЭ вида окислительно-восстановительных реакций отобраны из БД ФИПС РФ до 2015 года 50 технических решений и патентов. Они показывают широкие возможности применений таких решений в изобретательской практике. Продолжается отбор примеров из БД ФИПС (из предварительно собранных 100 000 патентов по признакам применений в них химических эффектов) за предыдущие и последующие годы. Из примеров видно повышение качества технических решений, если в них одновременно используют два или более химических и/или физических разных эффектов. Иногда применение двух или более веществ и/или процессов в одном техническом решении проявляет синергизм явлений и эффектов, в результате повышаются качественные результаты решений при уменьшении затрат реагентов и средств. Таким примером является получение обеззараживающего раствора путём электролиза морской воды при переменном токе.

Список литературы

1. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. – М.: Моск.рабочий, 1973, с. 163-176.
2. Альтшуллер Г.С. Найти идею: введение в ТРИЗ. – Новосибирск: СО Наука, 1986, с.166-168.
3. Михайлов В.А., Толстова М.В., Сергеев С.Т. Химия: Сводная картотека СК-20. – Чебоксары: изд-во Чуваш. ун-та, 1979. 20 с. (50 карточек, 80 патентов).
4. Использование физических и химических эффектов при совершенствовании систем: метод. указания к практикуму /сост. Михайлов В.А. – Чебоксары: изд-во Чуваш. ун-та, 1985. С.48 /переизд. Челябинск: УДНТП, Нижний Тагил: ДНТО, Ангарск: Школа АРИЗ – 1986.
5. Саламатов Ю.П. Подвиги на молекулярном уровне /сб. Нить в лабиринте. – Петрозаводск: Карелия, 1988. С. 96 – 164.
6. База данных по использованию химических эффектов в патентах химической техники и экологии – <http://dace.ru> /новости (3000) /Косарев Д.С. /БД ХЭ (2250 примеров и 109 ХЭ – список ХЭ в таблице поиска) /Михайлов В.А. и др. /статьи (10 сообщений за 2005-2016 гг) /Михайлов В.А и др..
7. Эвристика-3: метод. указания к решению химических задач /сост. Михайлов В.А. – Чебоксары: изд-во Чуваш. ун-та, 2007.
8. Михайлов В.А. Основы теории систем и решения творческих технических задач /В. Михайлов, Е. Андреев, В. Гальетов, А. Михайлов – Чебоксары: изд-во Чуваш. ун-та, 2012. (главы 13-16) С. 156-284.
9. Михайлов В.А. Химические эффекты, используемые в патентах //сб. ТРИЗ в развитии: библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ, вып. 8 – СПб.: 2016. С. 133-143 (приведена таблица 109 ХЭ).

Pevsner L. Standard series capture

Певзнер Л. Захват типоразмерного ряда

Одной из обязательных **линий развития** является «Захват типоразмерного ряда», то есть создание линейки изделий различной мощности (или другого основного параметра системы), работающих на одном принципе действия, и имеющих подобную конструкцию. Как правило, захват типоразмерного ряда происходит в начале второго этапа.

1. Введение

Как выбирали грузоподъемность первого автомобиля? Как рассчитали мощность первого электромотора? Создание новой технической системы происходит случайно, поэтому и параметры первой технической системы достаточно случайны. И так у каждой новой системы. Затем появляется

большое разнообразие систем по мощности, грузоподъемности и другим параметрам. Как это происходит?

Пример ВМО

Мы рассмотрим технологию захвата типоразмерного ряда на реальном примере – фильтров для очистки сжатого воздуха на базе пеноникеля (нового для того времени материала, разработанного для космической промышленности), развитием которого занимался автор. Первая модель фильтра была разработана Пермским региональным центром порошковой металлургии в середине 1980-х годов. Производительность этой модели была 30 кубометров в минуту. Конструкция состояла из двух блоков (рис. 1):

- блок грубой очистки, изготовлялся из пеноникеля, состоит из четырех пластинок размером 120x120;

- блок тонкой очистки, изготовлялся из 12 пластинок 120x120 мм, из пластинок пеноникеля, покрытого слоем припеченного бронзового порошка (см. рис.2).

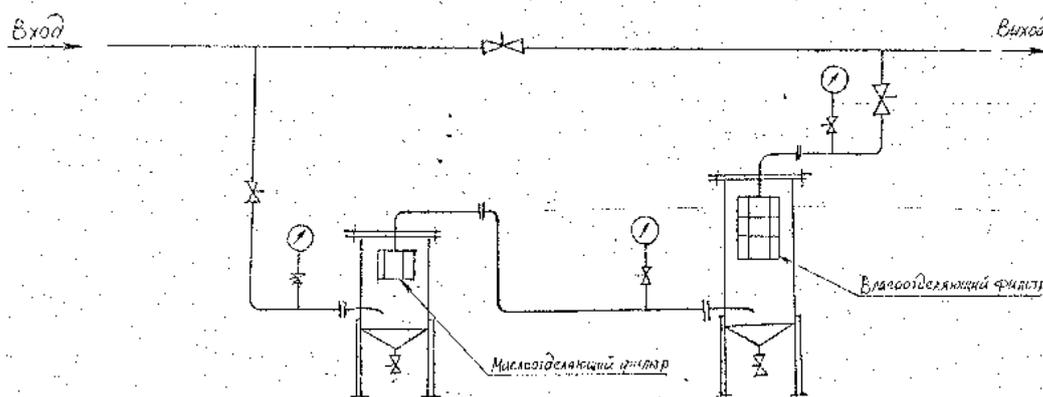


Рис. 1. Схема фильтра-влагомаслоотделителя

Почему пластинки были 120x120 мм? Почему крепление было таким сложным (рис. 3)? Почему производительность фильтра была выбрана 30 кубометром в минуту? Мы задали эти вопросы разработчику и получили вполне резонные ответы:

- 120x120 мм – потому, что у нас были готовые формы для припекания бронзового порошка такого размера

- сложная форма... мы дали задание конструктору закрепить фильтр элементы; он так начертил, нам показалось удачно;

- производительность 30 кубометров в час, потому что мы эту конструкцию испытали, и она показала такую мощность!

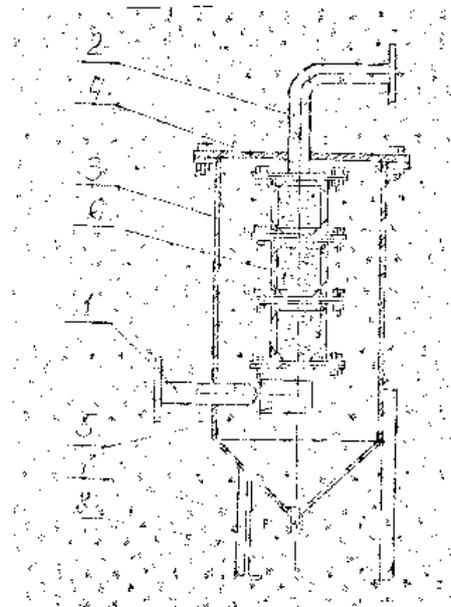


Рис. 2 Конструкция фильтра тонкой очистки

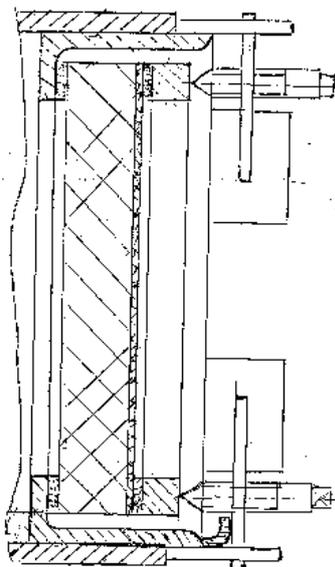


Рис. 3. Крепление фильтрующей пластинки

Итак, производительность первой конструкции получилась случайной! Просто сделали первую модель, опробовали и.... зафиксировали, запустив малую серию. Она стала продаваться.

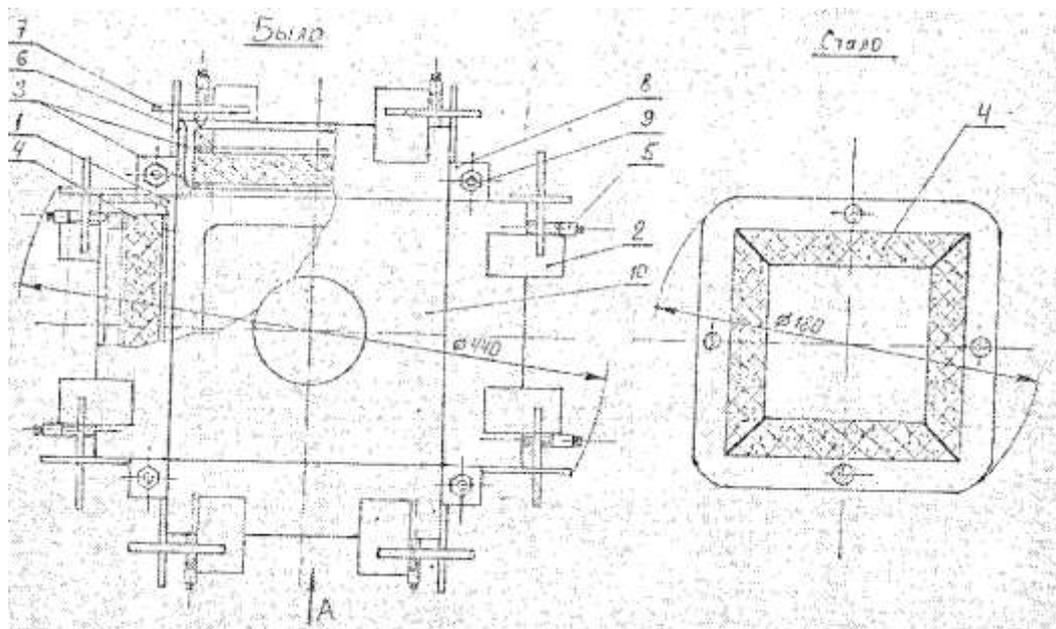


Рис. 3а. Крепление фильтр-элементов на фильтрующей головке

2. Начало второго этапа

После того как система опробована и получила признание, ее начинают продавать и... совершенствовать. В первую очередь это **конструкторские решения**, направленные на удешевление системы и повышение ее качества. При этом основная характеристика, в силу психологической инерции, может прежней. На этом этапе эффективно применять функционально-стоимостной анализ и простые инструменты ТРИЗ - приемы устранения технических противоречий, идеальный конечный результат и ... здравый смысл. Ведь в новорожденной системе масса возможностей по улучшению.

Пример ВМО

Именно первая конструкция фильтра стала базовой для проведения функционально-стоимостного анализа, который выполнялся в 1990 году. Выполненный анализ. Анализ позволил изменить конструкцию фильтрующей головки (рис. 4), уменьшить количество деталей в ней, и уменьшить ее габариты. Это позволило уменьшить размеры фильтр (см. рис 5 .) и повысить его производительность. А главное, был получен сверхэффект – фильтры-влагомаслоотделители перестали подпадать под действие «Правил регистрации в Госгортехнадзоре», что вызывает положительную реакцию всех эксплуатационников.

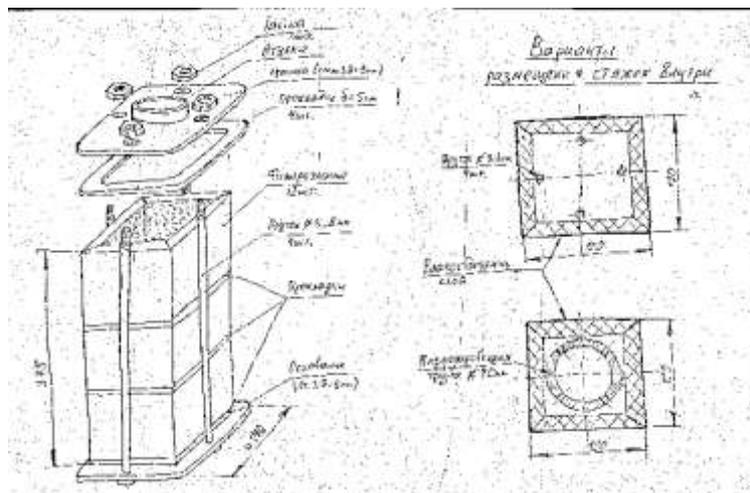


Рис. 4 Новая конструкция фильтрующей головки

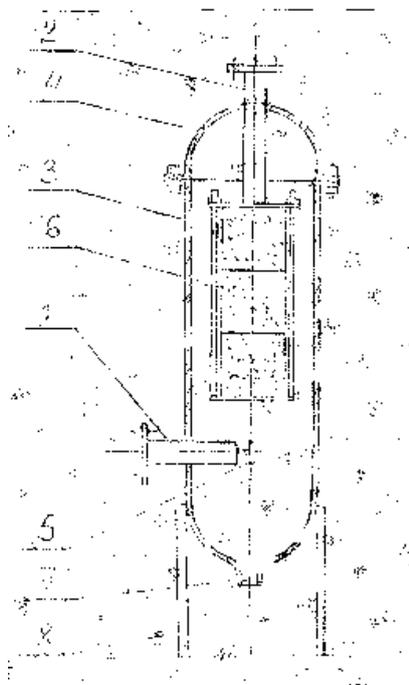


Рис. 5 Новая конструкция фильтра тонкой очистки

3. Развертывание типоразмерного ряда

После внедрения, по мере расширения рынка, выясняется, что для некоторых случаев (надсистем) необходимы системы иной мощности (производительности, грузоподъёмности и т.п.). В каких-то случаях большей, в каких-то меньшей. И тогда возникает желание создать конструкцию, аналогичную имеющейся, но большую или меньшую по мощности. Это вполне объяснимо, ведь не хочется что-либо придумывать, а проще увеличить или уменьшить размеры, сохранив аналогичное конструкторское решение.

Определение: Типоразмерный ряд - совокупность однотипных по назначению, принципу действия и конструкции ТС, отличающихся мощностью или производительностью.

При захвате типоразмерного ряда в первую очередь необходим полный анализ надсистемы, в которую входит анализируемая ТС. Необходимо выявить типовых серийных потребителей (определить рынок) и определить их требования к анализируемой системе.

После анализа следует определить диапазон мощности, необходимой надсистеме и распределение потребности по этому диапазону.

После определения требований к типоразмерному ряду выполняется параметрический анализ системы, во время которого определяются пределы применимости данной конструкции системы без изменения принципа действия и основных конструкторских решений путем пропорционального увеличения (уменьшения) размеров деталей.

3.1. Предельные параметры типоразмерного ряда

Чтобы выбрать параметры серий типоразмерного ряда, необходимо определить какие технические системы могут использовать новую разработку. Для этого, необходимо изучить техническую литературу и практику применения технической системы. Можно читать литературу, можно посещать конференции, можно поговорить с потенциальными потребителями по телефону или вживую.

3.1.1. Параметрический анализ

Параметрический анализ определяет пределы развития системы. Для этого необходимо попытаться изменить основной параметр системы "механическим" увеличением (уменьшением) размеров рабочего органа (изменение размеров, количества и др.).

Изменение основного параметра системы вызывает изменение всех остальных характеристик и параметров, в том числе вредных. Причем на определенном этапе рост вредных характеристик опережает рост полезных и, при определенных условиях достигает недопустимых пределов. Выявление этих пределов может оказаться простым, когда, например, увеличение габаритов приводит к недопустимому росту веса, размеров и др. (уменьшение невозможно выполнить из-за ограничений по точности исполнения, условиям технологии, характеристикам материала и др.). Но иногда определение границ может вызвать и трудности. В этом случае при анализе может быть применен и диверсионный подход.

К числу характеристик, которые могут достичь нежелательных величин - повышение веса, размеров, температуры, вредных выбросов, перегрев из-за

повышенного выделения энергии, усложнение обслуживания и др., а также снижение серийности.

Методика параметрического анализа.

1. Определить полезные функции ТС.

2. Определить вредные функции ТС (к вредным функциям относятся наличие любых деталей, подсистем, использование материалов, энергии, то есть любых затрат).

2а. Выявить материальные, энергетические и информационные потоки в системе.

3. Оценить, последовательно удваивая (деля пополам) мощность ТС величину возрастания вредных факторов, допустимость и целесообразность этого. Проанализировать влияние этих изменений на потоки.

После выхода на недопустимые характеристики, последний промежуток мощности делится пополам и таким образом последовательным делением этого промежутка определяются искомые пределы.

4. Если есть иные пути оценить допустимые пределы развития ТС (например, минимально допустимые размеры деталей по точности изготовления на данном оборудовании из данного материала, или максимально возможные поковки на данном молоте), то использовать их.

Пример

Минимально возможный размер ячеек при производстве пеноникеля - 0,5 мм, а максимальный - 5 мм, так как это предельные размеры ячеек пенополиуретана, используемого как матрицы для нанесения никеля.

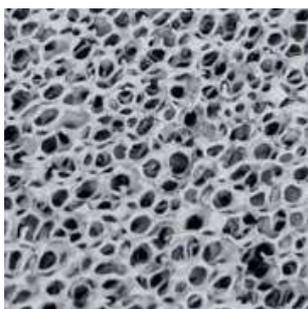


Рис 6. Пеноникель

Пример ВМО

Потребность в фильтрах мы изучали на выставках, по технической литературе, каталогам и другой технической литературе, а также часто беседовали с главными энергетиками предприятий по телефону. При этом определялась Потребность в сжатом воздухе различных установок, участков, цехов и предприятий.

Обычно, стандартные приборы и оборудование (окрасочные посты, пневмоинструмент, приборы КиП, манипуляторы, пневмотранспорт и т.п.) имеют потребность 0,3 – 1 кубометр в минуту, более крупные линии и оборудование имеет потребность от 1 до 5 кубометров в минуту. Потребность участков и цехов – от 10 до 150 кубометров в минуту. У крупных заводов производительность достигает несколько сот кубометров в минуту.

Однако, как показывает опыт, для недопущения образования повторного конденсата желательно устанавливать фильтры перед оборудованием, или на входе на участки цехов, или на входе в цех. Производительность таких установок – от 0,3 до 200 кубометров в минуту.

3.1.2. Минимальный параметр

Снижение параметра связано с необходимостью снижения стоимости оборудования (как правило, чем меньше установка, тем дешевле) или иными требованиями. До определенного предела это целесообразно, однако, начиная с определенного момента, экономия не оправдывается и выгоднее остановиться и использовать установки определенной мощности, повышая серийность.

Пример ВМО

Анализ конструкции фильтра показал, что снижение мощности фильтра менее чем 1 кубометр в минуту практически не приводит к снижению стоимости фильтра, но вызывает снижение серийности, которое приводит к удорожанию. Так была определена минимальная производительность серийного фильтра (см. Приложение).

3.1.3. Максимальный параметр

Традиционно увеличение мощности установок повышает их экономическую эффективность (снижение энергопотребления на единицу мощности, рабочей силы и т.п.). Например, увеличение грузоподъемности автомобилей позволяет одним водителем перевозить больше грузов, увеличение длины валков прокатных станов – их производительность и т.п. Однако с ростом параметра, как правило, непропорционально быстро нарастают факторы расплаты и снижается серийность, что удорожает производство. А иногда, просто существуют технологические ограничения в наращивании параметра.

Пример ВМО

Большая часть потребностей удовлетворяется фильтрами мощностью не более 30 кубометров в минуту, хотя бывает и потребность в большей мощности. Ограничениями же послужили административные требования. Конструкция фильтров менее 30 кубометров в минуту позволяло обходить важное ограничение для большинства производителей требование -

фильтры не подпадали по контроль Госгортехнадзора. Все попытки создать конструкцию фильтра большей мощности, не подпадающие под ограничения Госгортехнадзора, не удалось. Так появилось максимальное ограничение для серийно производимых фильтров. Если необходима большая производительность – предлагается использовать би- и полисистему. (см. Приложение).

3.2. Параметры, учитываемые при выборе серий типоразмерного ряда

Определяя требования к параметрам серий типоразмерного ряда, необходимо руководствоваться следующими соображениями:

а. чем больше количество разновидностей ТС будет внедряться в производство, тем труднее будут их освоение и производство;

б. чем меньше разновидностей, тем больше потерь возможных заказчиков, которые не будут удовлетворены Вашим предложением.

в. увеличение серийности снижает себестоимость и повышает конкурентоспособность ТС.

Замечание: Всегда необходимо стремиться разрабатывать универсальную систему, которую могут использовать различные потребители. Но если есть крупносерийный заказ, то необходимо "адаптировать" систему под него. Для этого необходимо проведение ФСА надсистемы и "адаптируемой" системы (см. п. 3.3.).

Пример ВМО

После анализа определился диапазон требуемой производительности фильтров влагомаслоотделителей для этих целей - от 0,3 до 360 м³/мин. Но наиболее типовыми и часто используемыми являются надсистемы, требующие производительностью 1, 3, 6, 10, 30, 60, 120, 240, 360 м³/мин. При этом, фильтры мощностью 60 – 360 кубометров в минуту целесообразно изготавливать в виде би- и полисистем блоков 30 кубометров в минуту (см. рис.). Сверхэффектом таких блочных систем является возможность обслуживания и чистки фильтров без остановки производства.

Практически все потребители могут подобрать необходимый фильтр из этого ряда (в крайнем случае, будет небольшой запас по производительности).

Нецелесообразно выпускать и фильтры производительностью менее 1 м³/мин, за исключением фильтров для серийных заказов меньшей производительности.

3.3. Серийные заказчики

Кроме стандартных серий, целесообразно выпускать серийно технические системы, используемые в больших сериях. Для них целесообразно проводить

адаптацию изделий для этих изделий. При этом проводится анализ надсистемы, ее ресурсов с тем, чтобы получить возможность свернуть систему, или оптимизировать ее работу.

Пример ВМО

Крупным заказчиком ВМО-фильтров являются нефтяные буровые установки. На "Уралмаше" в те годы их выпускалось 300-500 в год. В целом по СНГ работает в настоящее время до 2 000 буровых установок.

До последнего времени на буровых установках использовалась осушка типа УО-5 курганского производства производительностью 5 м³/мин. Степень осушки - до -40 С. Производительность каждого из двух компрессоров буровой установки - 5 м³/мин. Но работают они, в основном не постоянно, а по 10-15 минут с перерывами по 30-40 минут. Лишь при подъеме колонны они работают постоянно в течение длительного времени. Во время перерыва работы компрессора функционирование пневмосистемы обеспечивают два ресивера по 8 кубометров.

Анализ работы буровых установок показал, что наиболее часто отказы происходят в весенне-осенний период при большой влажности воздуха и отрицательных (нулевых) температурах. В это время из-за аэрозольной влаги отказывают рабочие органы пневмосистем, на которых происходит обледенение.

В остальном наличие влаги не ограничивает работоспособность буровой установки. Более того, из-за нехватки и несовершенства установок УО-5 на многих буровых установках пневмосистемы работают вообще без осушки.

Таким образом, стало ясно, что налицо избыточность по степени осушки при недостатке производительности.

Анализ серийного производства фильтров на пеноникеле показал, что для буровой установки подходит по производительности фильтр "Клинар-10". Однако, ритм работы буровых установок специфичен. Возможны остановки в работе на несколько часов.

В это время возможно обледенение всех поверхностей внутри фильтра. В том числе бронзового слоя второго блока осушки.

Это при повторном пуске может привести к повреждению фильтр-элементов. Удаление этого слоя несколько снизит качество осушки, но гарантирует целостность фильтр-элементов в работе. Как показали исследования и практическое опробование такое снижение качества осушки вполне допустимы. На основе этих исследований была разработана модификация ВМО-фильтра под названием "Клинар-10Б", предназначенная для буровых установок. При этом присоединительные элементы выполнялись так, чтобы удобно было устанавливать фильтр в буровой установке.

Другим примером серийных конструкций являются производители пластиковых бутылок. Эти фильтры имеют не рядовое сетевое давление 8 атмосфер, а 43 и 100 атмосферы. Для таких Заказчиков была разработана особая конструкция фильтров. Расчеты показали, что эта конструкция фильтров покрывает все потребности такого оборудования (см. рис .).



Рис 7. Фильтры рассчитанные на давление 100 атм и производительность 6 атм

4. Вспомогательные устройства

Развитие технической системы всегда сопровождается появлением вспомогательных систем, улучшающих ее функционирование. При этом желательно изготовление вспомогательных систем, совместимых со всеми сериями инструментов. Например, в автомобилях разных конструкций может быть установлен универсальный кондиционер или универсальный навигатор. Универсальными могут быть и другие системы. При этом, чем больше серийность вспомогательных устройств, тем они дешевле.

Пример ВМО

Отделяемый конденсат накапливается в нижней части фильтра. Если его не сливать, фильтр перестанет работать. Поэтому конденсат приходится регулярно сливать. Ручная работа затруднительна. Кроме этого, приходится оставлять большой объем для накопления, что увеличивает размеры фильтра. Чтобы избежать этого, был разработан конденсатоотводчик поплавкового типа).

Такие конденсатоотводчики подходят для любых фильтров. Универсальными являются и соединительные штуцера диаметром $\frac{1}{2}$ дюйма.

5. Примеры типоразмерного ряда

Линия развития «Захват типоразмерного ряда» проявляется на большинстве технических систем.

5.1. Гаечные ключи



Рис.8. Гаечные ключи разного размера

5.2. Аккумуляторы



Рис.9 . Аккумуляторы разной емкости

5.3. Чемоданы



Рис.10. Чемоданы разного размера

5.4. Холодильники



Рис.11. Холодильники разной емкости

5.6. Электролампы

Электролампы накаливания выпускались мощностью в 15, 25, 40, 60, 75, 100, 150, 200 и 300 ватт. Стеклообразные баллоны ламп мощностью от 15 до 75 ватт по объему близки. Конструкция всех ламп идентична. Патрон у всех ламп одинаковый.



Рис.12. Типовая электролампа



Рис.13. Лампы разной мощности

5.7. Мониторы разного размера



Рис.14. Мониторы с разной диагональю

Выводы

«Захват типоразмерного ряда» - линия развития, свойственная почти любой технической системе. Как правило, она реализуется в начале и середине второго этапа.

Разработчикам рекомендуется после запуска новой системы в производство в малую серию проверить применимость систем в разных надсистемах, ее рынки и целесообразность развертывания новой системы в несколько типовых серий.

Приложение

Параметрический анализ ВМО-фильтра

1. Пределы развития определяются проходимость потоков без создания избыточных потерь давления. В фильтре существует четыре зоны подлежащие анализу:

- диаметр входящего и выходящего патрубков;
- площадь внутреннего сечения фильтрующей головки;
- площадь внешнего сечения между головкой и корпусом;
- рабочая поверхность фильтр-элементов фильтрующей головки.

Размер этих зон ограничивает минимальный размер фильтра для заданной производительности. Делать же фильтр минимального размера выгодно, так как снижается его себестоимость.

Определим минимальные размеры головки.

а. входной и выходной патрубки должны пропускать входящий и выходящий потоки воздуха, то есть $d > P/A$;

б. площадь внутренней поверхности должна обеспечить прохождение потока воздуха, то есть $d > 4L_{\text{внут}} h/V$;

в. Внешний размер головки должен быть не менее удвоенной толщины фильтр-элементов, то есть 50 мм.

С учетом сказанного, минимальный размер головки

$$L_{\text{внеш}} = 50 + D_{\text{вх}} = 50 + P/A = 50 + 4L_{\text{внут}} h/AB.$$

При этом разумный размер головки не менее 60 мм, так как в противном случае малая рабочая внутренняя поверхность головки не оправдывает большой расход пеноникеля.

Удельный расход пеноникеля на блок первичной очистки определяется по формуле

$$K_{\text{э}} = \frac{4 L_{\text{внут}} h}{4 L_{\text{внеш}} h} = \frac{L_{\text{внут}}}{L_{\text{внеш}}} = \frac{L_{\text{внут}}}{L_{\text{внут}} + 2h} = \frac{L_{\text{внут}}}{L_{\text{внут}} + 50}.$$

Как видно при уменьшении $L_{внут}$ резко падает эффективность использования пеноникеля, что увеличивает расходы на фильтр, диаметр же корпуса фильтра не может быть уменьшен менее, чем до 75-80 мм.

При увеличении размера фильтр-элемента повышается эффективность использования пеноникеля, растет производительность фильтров, но есть и рост вредных факторов:

- пропорционально стороне квадрата растет диаметр корпуса, а значит, во-первых, растет его толщина (так как нет тонкостенных труб большого диаметра), а во-вторых, растет площадь боковой поверхности;

- пропорционально растет толщина фланцев;

- пропорционально квадрату растет площадь верхнего и нижнего фланцев, а, следовательно, и пропорционально кубу растет вес дна корпуса и монтажного фланца;

- рост размеров фильтр-элементов снижает прочность фильтрующей головки;

- рост размеров ограничен размерами исходного материала, заготовок пеноникеля;

- с ростом стороны квадрата фильтрующей головки пропорционально квадрату падает эффективность внутреннего сечения по нагрузке прохождения потока;

- рост высоты фильтрующей головки ухудшает условия монтажа.

С учетом сказанного, расчетные пределы увеличения стороны квадратной фильтрующей головки - 200 мм.

Дальнейшее увеличение размеров нецелесообразно из-за увеличения расходов на изготовление и вес фильтра и снижается эффективность газовых потоков. То есть необходим поиск новых решений по изготовлению фильтра или фильтрующей головки.

Итак, для квадратных головок определены пределы.

Вернемся к захвату типоразмерного ряда. Выполним сравнение диапазонов необходимого типоразмерного ряда, определенного при анализе надсистемы и возможностей его обеспечения, выявленных при параметрическом анализе.

Из анализа надсистемы следует необходимость типоразмерного ряда фильтров с производительностью 1, 3, 6, 10, 20, 30, 60, 120, 240, 360 м³/мин.

Попытка создания всего типоразмерного ряда путем пропорционального изменения одного или нескольких размеров, как показал параметрический анализ, натолкнулась на ряд трудностей. Они связаны как с технологией изготовления фильтр-элементов, так и с изготовлением фильтрующей головки из них.

Наиболее просто решилась задача создания фильтра производительностью 10 м³/мин. По сравнению со стандартным 30-кубовым фильтром просто были

уменьшены соответствующие линейные вертикальные размеры фильтрующих головок (рис. 1 и 2).

Аналогично решена была задача и для фильтра производительностью 6 м³/мин. Уменьшены все три линейных размера фильтрующих головок (рис. 3). Соответствующие расчеты производительности выполнены технологом.

В первом случае существенным преимуществом является сохранение большей части комплектующих, используемых при изготовлении базового фильтра производительностью 30 м³/час. Во втором - уменьшение диаметра корпуса с резким уменьшением толщины корпуса и фланцев, а значит - габаритов и веса. Толщина монтажного фланца снижается с 22 мм до 20 мм, диаметр с 315 до 215 мм. Уменьшается толщина и диаметр корпуса соответственно с 8 до 5 мм, и с 219 до 159 мм. Общий вес фильтра снижается до 20 кг.

Замечание: Попытка уменьшения диаметра на 10-кубовом фильтре наталкивается на недопустимое уменьшение внутреннего сечения фильтрующей головки или недопустимое увеличение ее длины. Впрочем, все это уже конструкторская работа.

"Домиковая" конструкция сохраняется и для фильтра производительностью 3 м³/мин (рис.4).

Однако для меньшей производительности она становится неприемлемой. Из-за недопустимости уменьшения ширины головки приходится недопустимо снижать высоту головок, что ведет к потере надежности работы фильтра. Увеличение же размеров головок связано с повышением расхода пеноникеля - самого дорогого элемента фильтра.

Рост производительности фильтров с "домиковой" конструкцией ограничен возможными размерами фильтр-элементов. Попытки склейки или иного соединения пластин пеноникеля для сохранения этой схемы связаны с потерей прочности и не технологичностью. Ускоренный рост стороны квадрата приводит к быстрому росту диаметра корпуса и резкому росту веса из-за необходимости повышения прочностных характеристик корпуса. При этом расчеты показывают недостаточное использование ресурса проводимости потока внутри и вне фильтрующих головок.

С учетом сказанного простой прямо пропорциональный рост домиковой конструкции ограничен производительностью 30 м³/мин.

Petrov V. TC requirements and PC properties analysis

Abstract: The article makes an attempt to further formalize the process of resolving contradictions and obtaining a solution.

Keywords: *TRIZ, Technical Contradiction (TC), Physical Contradiction (PC), Analysis, Ways of Resolving TC and PC.*

Петров В. Анализ требований ТП и свойств ФП

Аннотация: В статье делается попытка дальнейшей формализации процесса разрешения противоречий и получения решения.

Ключевые слова: *ТРИЗ, техническое противоречие (ТП), физическое противоречие (ФП), анализ, способы разрешения ТП и ФП.*

1. Введение

Понятия о техническом и физическом противоречиях и их формулировки были даны Г. Альтшуллером [1].

Технические противоречия (ТП) разрешались с помощью приемов разрешения ТП и таблицы их использования [2].

Физические противоречия (ФП) разрешались с помощью приемов разрешения ФП [1].

Делались попытки разрешить ФП с помощью приемов-антиприемов [3] и приемов разрешения ТП, разбитых на группы [4].

Эти способы разрешения противоречий хорошо работали у опытных решателей, использующих ТРИЗ, но начинающим пользователям не всегда было просто и однозначно подобрать нужный способ разрешения противоречий.

В данной статье предлагается до разрешения противоречий провести дополнительный анализ ТП и ФП. Идея такого анализа принадлежит Б. Голдовскому [5]. Ниже будет представлен наше видение такого анализа.

2. Анализ задачи

Анализ задачи можно проводить разными способами. В ТРИЗ традиционно анализ задачи с помощью различных модификаций АРИЗ. Последняя версия АРИЗ, разработанная Г. Альтшуллером – это АРИЗ-85-В [6]. С его помощью проводится достаточно глубокий анализ задачи, выявляются ТП и ФП, но далеко не всегда за «частоклом» шагов АРИЗ решатель видит логическую связь между противоречиями. С целью приучить решателя видеть логическую связь между противоречиями (выявления причинно-следственных связей) автор в 1977 году разработал инструмент, который назвал «Логика АРИЗ» [7].

3. Логика АРИЗ

Логика решения задач по АРИЗ показывает взаимосвязь противоречий.

Административное противоречие (АП) формулируется или в виде *потребности* в появлении *нового требования «А» (положительного эффекта)*, или в виде *нежелательного эффекта (анти-Б)*, который необходимо устранить. Схематически изобразим это так:

АП (ПЭ): А или АП (НЭ): анти-Б

или, наоборот:

АП (ПЭ): Б или АП (НЭ): анти-А.

Административное *противоречие* – это только **одно** требование (или хорошее или плохое).

Для определения **ТП** выявляем два противоречивых требования, предъявляемых к системе. Обозначим эти требования буквами «А» и «Б». Тогда техническое противоречие может быть представлено как потребность в улучшении характеристик, удовлетворяющих требованию «А», которое приводит к недопустимому ухудшению характеристик, удовлетворяющих требованию «Б» (появлению требования **анти-Б**). Или наоборот – улучшение «Б» за счет ухудшения «А» (появления «**анти-А**»). Требования **анти-Б** или «**анти-А**» – это *нежелательный эффект*, а требования «А» или «Б» – *положительный эффект*.

ТП: А – анти-Б или анти-А – Б.

В отличие от административного противоречия, *техническое противоречие* имеет **два** требования, которые противоречат друг другу.

Формулировка идеального конечного результата (**ИКР**) должна быть направлена на устранение *нежелательного эффекта (анти-Б)* при сохранении *положительного требования (положительного эффекта) «А»*, то есть оба требования только хорошие.

ИКР: А, Б.

ФП определяется путем выявления *противоречивых свойств «С»* и «**анти-С**» (например, физических), которыми должен обладать элемент системы, не справляющийся с требованиями ИКР. Для этого необходимо определить, каким свойством «С» должен обладать элемент, чтобы обеспечить требование «Б», т. е. чтобы устранить *нежелательный эффект*. Одновременно этот же элемент должен обладать противоположным свойством (**анти-С**), чтобы сохранить положительное требование «А». Таким образом, элемент должен обладать свойством «С», чтобы удовлетворить требованию «Б», (обозначим это **С→Б**), и свойством «**анти-С**», чтобы сохранить требование «А» (обозначим это **анти С→А**).

ФП: С → Б, анти-С → А.

Дальнейшее обострение противоречий осуществляется выявлением более глубинных свойств «С₁», которые необходимы для создания (обеспечения) выявленных ранее свойств «С».

$$C_1 \rightarrow C$$

В некоторых случаях при решении сложных изобретательских задач, необходимо выявить еще более глубоко причинно-следственные связи в системе. Для этого приходится выявлять еще более глубинные свойства C_1, C_2, \dots, C_n . Следующее по номеру свойство определяет, причину возникновения предыдущего свойства, т.е. что необходимо для выполнения этого свойства.

$$\begin{array}{l} C_2 \rightarrow C_1 \\ C_3 \rightarrow C_2 \\ \dots \dots \dots \\ C_n \rightarrow C_{n-1} \end{array}$$

В таких случаях выявляют несколько физических противоречий ($\Phi\Pi_1, \Phi\Pi_2, \Phi\Pi_3 \dots \Phi\Pi_n$). Схематически это можно изобразить:

$$\begin{array}{ll} \Phi\Pi_1: C \rightarrow C_1; & \text{анти-}C \rightarrow \text{анти-}P_1 \\ \Phi\Pi_2: C_2 \rightarrow C_1; & \text{анти-}C_2 \rightarrow \text{анти-}P_1 \\ \dots & \dots \rightarrow \dots \dots \rightarrow \dots \\ \Phi\Pi_n: C_n \rightarrow C_{n-1}; & \text{анти-}C_n \rightarrow \text{анти-}C_{n-1} \end{array}$$

Решение (P) задачи состоит в разрешении физического противоречия, например, путем разделения противоречивых свойств $C \dots C_n$.

$$\begin{array}{l} P: \quad C \mid \text{анти-}C \\ \quad C_1 \mid \text{анти-}C_1 \\ \quad \dots \\ \quad C_n \mid \text{анти-}C_n \end{array}$$

Где, вертикальной чертой условно обозначено разделение свойств.

Основные способы разделения противоречивых свойств – это разделение свойств в **пространстве**, во **времени**, в **структуре** и по **условию**.

Полностью логическая схема решения задач по АРИЗ показана на рис. 1.

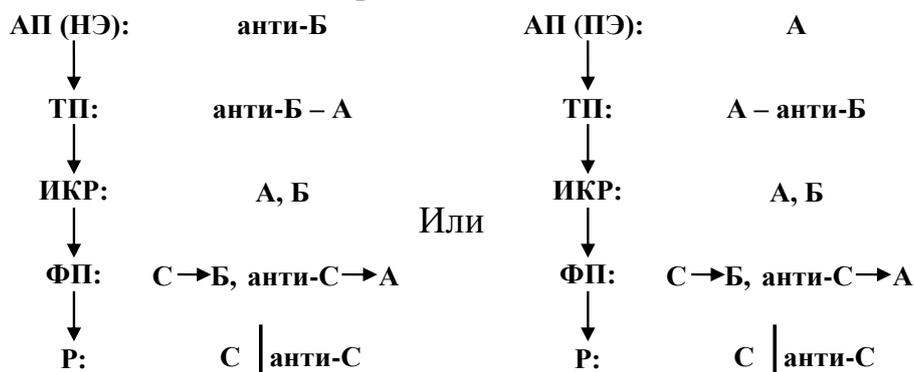


Рис. 1. Логическая схема АРИЗ

Обозначения:

АП – административное противоречие.	НЭ – нежелательный эффект.
-------------------------------------	----------------------------

ТП – техническое противоречие.	ПЭ – положительный эффект.
ФП – физическое противоречие.	А, В – качества или параметры системы.
ИКР – идеальный конечный результат.	С – требуемые свойства системы.
Р – решение.	– знак разделения противоречивых свойств.

В более развернутом виде логика АРИЗ с возможностью выявления глубинных свойств представлена на рис. 2.

АП (НЭ): **анти-Б**

ТП: **анти-Б – А**

↓

ИКР: **А, Б**

↓

ФП: **С → Б, анти-С → А,**

↓

ФП₁ **С₁ → С; анти-С₁ → анти-С.**

↓

ФП₂ **С₂ → С₁; анти-С₂ → анти-С₁.**

↓

ФП₃ **С₃ → С₂; анти-С₃ → анти-С₂.**

.....

ФП_n **С_n → С_{n-1}; анти-С_n → анти-С_{n-1}.**

↓

Р:

С | анти-С

- В пространстве;
- Во времени;
- В структуре;
- По условию

Рис. 2. Логическая схема АРИЗ

Обозначения:

АП – административное противоречие.	Р – решение.
ТП – техническое противоречие.	А, В – качества или параметры системы.
ФП – физическое противоречие.	С, С₁, С_n – требуемые свойства системы.
ИКР – идеальный конечный результат.	– знак разделения противоречивых свойств.

Углубление свойств, т. е. обострение физического противоречия покажем на задачах.

3. Анализ ТП и ФП

Для облегчения разрешения ФП, т. е. разделения противоречивых свойств, указанных в нем иногда нужно продолжить анализ противоречий. Частично это решается с помощью углубления противоречивых свойств вплоть до определения первопричины. Если этого недостаточно или невозможно, то до разделения противоречивых свойств ФП желательно проделать **анализ на возможность изменения требований ТП и свойств ФП**. Назовем это «**Анализ ТП и ФП**».

Такой анализ проводится следующим способом:

1. Желательно выяснить какое из требований ТП более важное и его нежелательно или невозможно менять, а какое может быть изменено.
– В соответствии с этим выбирают свойство ФП, которое останется неизменным. Затем определяют, как разделить противоречивые свойства ФП, чтобы удовлетворить ИКР. В качестве примера можно посмотреть анализ задачи 1 (пластырь).
2. В случае одинаковой важности обоих требований ТП, стоит проверить не включает ли в себя хотя бы одно из них несколько признаков. Нельзя ли это требование разделить на составные части и провести анализ обязательности каждой из частей. Возможно, какая-то из частей может быть не обязательной. Тогда, вероятно, за счет изменения этой части можно получить решение, используя все имеющиеся способы разрешения противоречий. Желательно проверить, как связаны каждый из признаков (составная часть требования) с улучшением и ухудшением сторон системы (положительным и нежелательным эффектами). Признаки, связанные с улучшением, должны остаться без изменения, остальные можно изменять. Пример – задача 2 (продажа угля).
3. Иногда для разрешения противоречивых свойств необходимо выявить функцию системы и определить, каким другим, наиболее простым способом может быть осуществлена эта функция. В частности, может быть выбран другой принцип действия системы. Также в соответствии с видами степеней идеальности функция выполняется без системы или функция становится не нужной. Пример – задача 3 (чемодан).
4. Можно выявить функцию надсистемы и найти способ осуществить эту функцию, без осуществления функции системы. Пример – задача 2 (продажа угля).
5. Для разрешения противоречивых свойств необходимо выйти в надсистему, перенести какое-то свойство, систему или ее часть вынести в надсистему. Пример – задача 2 (плеер).
6. Выявить более глубинные свойства, т. е. углубить ФП. Пример – задача 4 (рыцарские доспехи).
7. Использование ресурсов. Пример – задачи 5 (диверсии на торговых судах), 5 (Уолт Дисней), 6 (переезд библиотеки), 7 (золотые монеты), 8 (печать на мясе).

Действие такого анализа покажем ниже на разборе задач.

4. Разбор задач

Задача 1. Пластырь

Условие задачи

Раны заклеивают пластырем, и кожа не «дышит». Как быть?

Анализ задачи

АП: анти-Б.

АП: Как сделать, чтобы кожа дышала под пластырем?

Тип АП: нежелательный эффект (НЭ) – *кожа не дышит*.

ТП: А – анти-Б.

ТП: Противоречие между необходимостью защиты ранки от внешней среды, т. е. ее *закрытием* и тем, что закрытие ранки мешает коже «дышать».

ИКР: А – Б.

ИКР: Пластырь защищает ранку и не мешает коже «дышать».

ФП: С → А; анти-С → Б.

ФП: Пластырь *должен быть*, чтобы защищать ранку, и *не должен быть*, чтобы кожа «дышала».

Анализ ТП и ФП

Главное неизменяемое требование ТП – это защита ранки. Значит одно свойство ФП – пластырь должен быть уже удовлетворено. Осталось удовлетворить другое требование ИКР – не мешать коже «дышать». Т. е. нужно удовлетворить другое свойство ФП – пластыря не должно быть.

Способы разрешения ФП.

Разделение противоположных свойств.

Так как эти требования ТП и свойства ФП должны быть одновременно, то свойства «быть» или «не быть» во времени не разрешаются. Значит их можно разрешить:

– **в пространстве и структуре.**

Решение

Часть пластыря существует, а часть не существует. Пластырь делается с дырочками. Ранку закрывает марля. Она тоже не сплошная.

Задача 2. Продажа угля

Условие задачи

Шахтовладелец Гуго Стиннес по условиям договора был обязан сбывать уголь через синдикат, но это практически не давало ему прибыли. Если бы Стиннес продавал уголь самостоятельно, то синдикат подал бы на него в суд и разорил бы его. А торговать углем лучше самостоятельно – это дает преимущества шахтовладельцу. Шел 1898 год. Как быть Стиннесу?

Анализ задачи

АП: анти-Б.

АП: Как получать прибыль от продажи угля, не нарушая условия договора?

Тип АП: нежелательный эффект (НЭ) – *нарушение условий договора*.

ТП: А – анти-Б.

ТП: Противоречие между необходимостью получения прибыли и нарушением условий договора.

ИКР: А – Б.

ИКР: Получение прибыли, не нарушая условия договора.

ФП: С → А; анти-С → Б.

ФП: Уголь *нужно* продавать самостоятельно, чтобы иметь **хороший доход**, и *не нужно*, чтобы **не нарушать условия договора** с синдикатом.

Анализ ТП и ФП

Сначала проведем анализ возможностей ТП. Одно из требований «не нарушать условия договора» – обязательное требование. Его ни в коем случае менять нельзя. Другое требование «самостоятельно продавать уголь» – это совокупность трех признаков: «самостоятельная», «продажа» и «угля». Попробуем рассмотреть не все вместе, а каждое по отдельности. Какое из требований должно быть обязательно? Безусловно, обязательно должны быть первые два – «самостоятельная продажа». Значит если Стиннес будет продавать не уголь, то он не нарушит условия договора.

Однако у него есть только уголь. Не спасет Стиннеса и внешнее видоизменение угля (например, превратить его в угольную пыль). Условия договора в этом случае не изменятся и, если он будет продавать угольную пыль, то это будет тоже нарушение договора.

Для решения задачи нужно выяснить зачем покупают уголь. Зачем он его покупает? Как покупатель использует его? Он платит за уголь только для того, чтобы использовать его теплотворную способность.

Значит, продаваемый «не уголь» должен быть ценен для потребителя, иметь тесную связь с углем, но не признаваться углем по его физическим признакам. То есть, противоречие можно разрешить в разных отношениях: продавать только полезное (и ценное) свойство угля, освободив его от вида угля. Иными словами, надо продавать тепло. Технически это можно, если продавать некоторое нагретое вещество, которое можно транспортировать.

Способы разрешения ФП

Разрешение противоречивых свойств:

– **в структуре.**

Использовать прием 28. Замена схемы.

Продавать не уголь, а его производные.

Решение

Стиннес стал продавать для местной электростанции не уголь, а дешевый пар из шахтной котельной.

Синдикат подал в суд на Гуго Стиннеса, но проиграл дело, так как «отцам» синдиката в свое время не пришло в голову, что уголь можно продавать в виде пара – это не было документально оформлено как запрет.

Задача 3. Чемодан

Разбор задачи

АП: анти-Б

АП: Пустой чемодан занимают много места. Нежелательный эффект (НЭ) – занимает много места (**анти-Б**) дома.

ТП: А – анти-Б

ТП: Чемодан *размещает необходимые вещи (А)* для перевозки вещей, но *занимает много места (анти-Б)* дома, когда его не используют.

ИКР: А, Б

ИКР: Чемодан *не занимает места (Б)* дома, когда его не используют, и *размещает все необходимые вещи (А)* вовремя их перевозки.

ФП: С→А, анти-С→Б

ФП: Чемодан должен быть *маленький (С)*, чтобы он не занимал много места (**Б**), когда он не используется, и *большой (анти-С)*, чтобы в него помещалось много вещей (**А**) для перевозки.

Таким образом, чемодан должен быть *маленький и большой*, или обострим еще больше, чемодан *должен быть и не должен быть*.

Анализ ТП и ФП

Сначала проведем анализ возможностей

Обязательное требование – чемодан не должен занимать дома много места. Следовательно, дома он должен быть маленький или его вообще быть не должно. Соответственно выбираем свойство ФП – чемодан маленький или его вообще нет. Как осуществить другое требование ИКР – размещает все необходимые вещи для переезда?

Сначала нужно выяснить для чего нужен чемодан – для перевозки вещей во время переезда.

Способы разрешения ФП

Разрешим описанные противоречивые свойства:

– во времени:

Следовательно, когда нужен чемодан? Только в время перевозки вещей, т. е. во время переезда. Во время перевозки вещей чемодан *большой (он должен быть)*, а во время хранения *маленький (его не должно быть)*.

– в структуре:

Такое противоречие можно разрешить путем изменения **структуры** чемодана в нужное **время**, по необходимому **условию**.

Решение 1: Чемодан делается складной.

Решение 2: Чемодан в виде матрешки. Меньший чемодан вкладывается в больший.

– по условию:

Решение 3: Чемодан дома используется по другому назначению – в нем хранится что-то необходимое дома. Его можно задрапировать под какой-то предмет, например, тумбочку, или любой предмет интерьера.

– **в пространстве**:

Решение 4: Чемодан берется напрокат у друзей или знакомых.

– **использование ресурсов**:

Решение 5: Чемодан не берется с собой, а все необходимые вещи покупаются на месте.

Использование принципа **дешевой недолговечности – одноразовости**:

Решение 6: Одноразовый чемодан и вещи, которые не жалко оставить на месте.

Задача 4. Рыцарские доспехи

Условие задачи

Рыцарские доспехи (латы) тяжелые и в них ограничена подвижность, поэтому неудобно вести бой. Как быть?

Анализ задачи

АП: анти-Б.

АП: Как улучшить подвижность рыцаря и облегчить доспехи?

Вид АП – Нежелательный эффект (НЭ).

Плохой параметр «анти-Б» – тяжелые и неудобные доспехи.

ТП: А – анти-Б.

ТП: Противоречие между защитными свойствами (**А**) *доспехов*, их весом и удобством движения (**анти-Б**).

ИКР: А – Б.

ИКР: Доспехи обладают защитными свойствами (**А**), легки и удобны в движении (**Б**).

ФП: С → А; анти-С → Б.

ФП: Доспехи должны быть *легкими* и *гибкими* (**С**), чтобы было удобнее двигаться (**Б**), и должны быть *негибкими* и *тяжелыми* (**анти-С**), чтобы обладать хорошими защитными свойствами (**А**).

Анализ ТП и ФП

Выявим более глубинные свойства ФП.

ФП1: С1 → С; анти-С1 → анти-С.

ФП1: Доспехи должны быть из многих кусков металла (**С1**), чтобы быть *гибкими* (**С**), и из единого куска металла (**анти-С1**), чтобы быть *негибкими* (**анти-С**).

Доспехи должны быть не из сплошного куска металла (**С1**), чтобы быть *легкими* (**С**), и из сплошного куска металла (**анти-С1**), чтобы быть *тяжелыми* (**анти-С**).

И так доспехи должны быть:

– *гибкие* – *не гибкие*;

– *из единого куска металла* – *из многих кусков металла*.

Решение

Разрешим ФП, разделяя противоположные свойства:

– **во времени**

Эти свойства должны быть одновременно, т. е. во времени эти противоречия не разрешаются.

– **в структуре**

Сделать доспехи из многих кусков металла. Каждая из подвижных частей тела человека должна быть сделана из отдельного куска металла, т. е., как минимум, на каждом из суставов должен быть свой кусок металла. Тем самым мы улучшили подвижность. Но доспехи остаются тяжелыми.

Как облегчить доспехи?

Каждый кусок металла должен быть тоже не сплошной. Куски металла с дырками, например, кольцо.

Отдельные куски должны быть соединены так, чтобы вся «одежда» была гибкой.

Придумали кольчугу. Она состоит из отдельных колечек, соединенных вместе. Каждое колечко жесткое, а все вместе гибкие. Кроме того, в середине кольца нет металла, поэтому вес значительно уменьшается.

Чтобы и отверстие в кольце было не проницаемо для оружия, то кольчуга делается многослойной. Слои накладываются один на другой так, чтобы отверстие в кольце было полностью закрыто.

Задача 5. Диверсии на торговых судах

Условие задачи

Перед началом второй мировой войны в 1941 году начались диверсии на советских торговых судах. Они проходили в портах Германии. При погрузке судна немцы устанавливали мины.

Капитан одного из судов заподозрил, что груз заминировали. Заявить об этом немецким властям было нельзя, так как могли сказать, что это провокация. Искать мину своими силами опасно и долго. Груз имел много ящиков. Как быть?

Анализ задачи

АП: анти-Б.

АП: Как определить наличие мин?

Тип АП: нежелательный эффект (НЭ) – *невозможность заявить властям о заминированных судах.*

ТП: А – анти-Б.

ТП: Противоречие между предотвращением взрыва, т. е. **необходимостью заявить властям о заминированных судах** и возможностью объявления это действие провокацией.

ИКР: А – Б.

ИКР: Немцы сами разминируют судно.

ФП: С → А; анти-С → Б.

ФП: Заявление о минирование судна *должно быть*, чтобы предотвратить взрыв, и *не должно быть*, чтобы не было обвинение в провокации.

Анализ ТП и ФП

Сначала выявим какое из требования ТП обязательное (его невозможно менять), а какое необязательное (его можно менять).

Обязательное требование ТП – это предотвращение взрыва – судно не должно взорваться. Этому требованию соответствует свойство ФП – заявление о минировании, что невозможно, как как оно будет объявлено как провокация.

Как достичь ИКР? Как вынудить немцев самостоятельно разминировать судно?

Когда обычно разминируют мины? Ответ очевиден – если грозит опасность взорваться. Следовательно, необходимо создать условия опасные для немцев. Взрыв Советского судна для немцев не опасен, а желателен.

Когда он будет опасен? Например, если на судне будет важный для немцев объект (предмет или человек) или, когда такой взрыв причинит другой вред для немцев.

В первом случае значит нужно доставить на судно очень важный для немцев объект и заявить об этом. Это может тоже вызвать скандал или немцы могут пожертвовать этим объектом. Значит нужно воспользоваться второй возможностью. Взрыв судна должен причинить вред немцам. Как, где и когда взрыв судна может причинить вред немцам?

В нейтральных водах взрыв судна не причинит вред немцам. Значит взрыв или опасность взрыва должны быть в порту. Такой взрыв причинит вред не только порту, но и рядом стоящим суднам.

Безусловно, немцы поставили часовой механизм, который должен сработать во время пребывания судна в нейтральных водах. Значит необходимо создать условия, при которых в это время судно еще будет в порту. Как добиться этого?

Способы разрешения ФП. Разделение противоположных свойств.

Уже мы разрешили противоречие:

– **в пространстве** – взрыв (вернее угроза взрыва) должна быть в порту;

– **во времени** – во время намеченного взрыва судно должно быть в порту.

Осталось только выявить условия, при которых возможно это сделать. Для этого лучше воспользоваться **ресурсами**.

Решение

Капитан корабля сообщил начальнику порта, что корабль не может выйти из порта из-за неполадок в двигателе, и корабль остался у причала. Через два дня немцы забеспокоились, а еще через день заявили, что часть груза оказалась

бракованной, и заменили 4 ящика, что позволило после этого Советскому судну покинуть порт.

Задача 6. Уолт Дисней

Условие задачи

Уолт Дисней, многократно шлифовал работу фильмов. На создание аналогичных по объему лент конкуренты тратили денег в 12 (!) раз меньше.

Во время съемок «Белоснежки и семи гномов» все деньги были израсходованы. Дисней и его студия задолжали всем. Это был первый полнометражный анимационный фильм.

Как заставить банкиров дать дополнительные деньги?

Анализ задачи

АП: анти-Б.

АП: Необходимо получить дополнительные деньги от банкиров на дальнейшие съемки фильма.

Тип АП: нежелательный эффект (НЭ) – *не хватает денег для продолжения съемок.*

ТП: А – анти-Б.

ТП: Необходимо продолжить съемки фильма, но банкиры не дают дополнительных денег.

ИКР: А – Б.

ИКР: Банкиры сами дают дополнительные деньги на создание фильма.

ФП: С → А; анти-С → Б.

ФП: Банкиры должны дать дополнительные деньги, чтобы продолжить съемки фильма, и не должна дать деньги, так как Диксон уже истратил слишком большие деньги, а фильм не закончил.

Анализ ТП и ФП

Обязательное требование ТП – это продолжить съемку фильма. Следовательно, нужно найти условия достижения ИКР. Как убедить банкиров дать дополнительные деньги?

Способы разрешения ФП.

Разделение противоположных свойств:

Использование ресурсов.

Банкиры должны сами захотеть дать еще деньги. Для этого необходимо использовать ресурсы.

Какие ресурсы имеются у Диснея? Прежде всего – это уже отснятые куски фильма.

Решение

Кредиторам показывали готовые кусочки будущего фильма. Финансовые воротилы смотрели на экран, надрывали животики от хохота — и давали деньги. Работа продолжалась.

Задача 7. Переезд библиотеки

Условие задачи

Библиотеке предстояло переехать в новое помещение. Муниципалитет выделил на это мало средств. Как дешево, а еще лучше – бесплатно переехать?

Анализ задачи

АП: анти-Б.

АП: Как перевести книги без затраты денег?

Тип АП: нежелательный эффект (НЭ) – *не хватает денег для перевозки книг.*

ТП: А – анти-Б.

ТП: Противоречие между необходимыми затратами на переезд и отсутствием денег в бюджете.

ИКР: А – Б.

ИКР: Библиотека переезжает сама без затрат средств.

ФП: С → А; анти-С → Б.

ФП: Библиотека должна тратить деньги на переезд и не должна тратить, чтобы уложиться в бюджет.

Анализ ТП и ФП

Требование ТП, которое невозможно изменить – это переезд библиотеки – он должен осуществиться в любом случае. Соответственно, переезд не должен стоить ничего. В таких случаях в первую очередь нужно использовать ресурсы.

Способы разрешения ФП

Разделение противоположных свойств:

– **во времени** и использование **ресурсов.**

Ресурсы библиотеки. Книги, полки, компьютеры, персонал библиотеки и читатели.

Какие ресурсы можно использовать для переезда? Книги, полки и компьютеры не могут помочь переезду. Остаются персонал и читатели. Персонал может часть книг перевести на собственном транспорте, но не оправдаются расходы на бензин и персонал может заболеть от таких перегрузок. Следовательно, нужно использовать читателей.

Решение

Предложили каждому жителю городка взять в библиотеке несколько книг для чтения и вернуть не раньше, чем через две недели в новое здание.

Задача 8. Золотые монеты

Условие задачи

На оптовой ярмарке в Нью-Йорке в рекламных целях в открытом стеклянном сосуде с водой были выставлены золотые монеты.

Никто и не пытался украсть такую легкую добычу, хотя возможность такая была! Почему?

Анализ задачи

Анализ задачи

АП: А.

АП: Как сделать, чтобы посетители выставки не хотели украсть монеты?

Тип АП: улучшение – *нежелание красть*.

ТП: анти-Б – А.

ТП: Противоречие между рекламными целями (доступности взять монеты) и нежеланием посетителей делать это.

ИКР: А – Б.

ИКР: Никого не желает украсть золотые монеты.

ФП: С → А; анти-С → Б.

ФП: Стекланный сосуд с золотыми монетами в воде должен быть *доступен* для проникновения в него, в рекламных целях, и *не доступен*, чтобы у посетителей ярмарки не возникало желание проникнуть в стекланный бак.

Анализ ТП и ФП

Обязательное требование ТП – это у посетителей не должно появиться желание украсть монеты. Более того, посетители должны бояться опускать руку в стекланный сосуд.

Для разрешения таких противоречивых свойств необходимо использовать ресурсы. Какие ресурсы должны применяться, чтобы человек боялся опустить руку в стекланный сосуд?

Способы разрешения ФП

Разделение противоположных свойств:

– использованием **ресурсов**.

Решение

Руки в воду никто не совал, так как в воде рыскали голодные пираньи (хищные рыбы).

Безусловно, злоумышленники могут проникнуть на ярмарку в не рабочее время, когда около этого сосуда нет людей и воспользоваться для преступных целей специальными инструментами (манипуляторами). Тогда им пираньи не будут страшны.

Поэтому устроители ярмарки могли бы в стекланный сосуд налить концентрированную кислоту.

Золотым монетам это не причинит вреда, а манипуляторы разрушаться.

Можно сделать надпись: «Опустишь руку в сосуд – потеряешь ее!»

Задача 9. Печать на мясе

Условие задачи

Чернильная печать на мясных тушах удостоверяет пригодность мяса в пищу и обозначает категорию упитанности. Но фиолетовые "чернила" небезвредны - печать необходимо срезать. Так безвозвратно теряется не менее 0,1 % мяса. Как избежать потерь?

Анализ задачи

АП: анти-Б.

АП: Как избежать потери мяса?

Тип АП: нежелательный эффект (НЭ) – *потери мяса*.

ТП: А – анти-Б.

ТП: Противоречие между необходимостью ставить печать на мясе и его порча (потеря части мяса).

ИКР: А – Б.

ИКР: Печать не портит мясо – нет его потерь.

ФП: С → А; анти-С → Б.

ФП: Печать должна быть, чтобы удостоверить пригодность мяса в пищу и обозначает ее категорию, и не должна быть, чтобы не портить мясо.

Анализ ТП и ФП

Обязательное требование ТП – это наличие печати на мясе. Следовательно, печать не должна портить мясо.

Способы разрешения ФП

Разделение противоположных свойств:

– **в структуре.**

Остается подобрать природную съедобную краску – ресурсы.

Решение

Предложено ставить печать свекольным соком. Такая печать и съедобна, и безвредна.

Задача 10. Заговор против Елизаветы

Условие задачи

Глава секретной службы английской королевы Елизаветы Роберт Сесил готовил заговор против королевы. Для связи с другими заговорщиками Сесил использовал королевскую почту, т. е. все письма вручались только ему в руки.

Однажды он проезжал с королевой в карете и навстречу попался гонец с почтой. Королева заставила остановить гонца и потребовала дать ей письмо, хотела знать, что ей пишут. А в письме были все нити заговора.

Как поступил Сесил?

Анализ задачи

АП: анти-Б.

АП: Как не допустить, чтобы Елизавета прочитала письма?

Тип АП: нежелательный эффект (НЭ) – *вероятность прочтения письма Елизаветой*.

ТП: А – анти-Б.

ТП: Противоречие между желанием Елизаветы и возможностью раскрытия заговора.

ИКР: А – Б.

ИКР: Елизавета сама не хочет читать письмо.

ФП: С → А; анти-С → Б.

ФП: Письмо должно попасть в руки королевы, так как она этого пожелала, и не должно попасть в ее руки, так как могут быть раскрыт заговор.

Анализ ТП и ФП

Обязательное требование ТП – это нельзя допустить прочтение письма Елизаветой, так как это приведет к раскрытию заговора. Значит нужно создать условия удовлетворения ИКР – Елизавета сама не хочет читать письмо.

Способы разрешения ФП

Разделение противоположных свойств:

– **во времени:**

Елизавета не хочет читать письмо в данный момент. Необходимо создать условия почему она не должна хотеть читать письмо в данный момент.

– **в пространстве:**

Она не хочет читать письмо в данном пространстве. Необходимо создать условия почему она не должна хотеть читать письмо в данном месте.

– **в структуре:**

Она не хочет читать это письмо в этом состоянии. Необходимо создать условия почему она не должна хотеть читать письмо в данном виде (в данной структуре).

Решение

Сесил сказал королеве, что письмо пропиталось лошадиным потом и недостойно королевских благородных рук, пусть проветрится сначала. С этими словами он отдал письма лакею. Получив отсрочку, Сесил без труда смог подменить опасные письма на нейтральную корреспонденцию.

Задача 11. Плеер (Walkman)

Условие задачи

В конце 70-х годов XX века переносной стереофонический магнитофон представлял собой громоздкий ящик, который таскали на плече, и он очень громко играл.

Фирма Sony выпустила маленький переносной монофонический магнитофон со встроенным микрофоном и динамиком под названием «Pressman» (репортер). Этот магнитофон стал неременной принадлежностью журналистов, которые попросили «Sony» создать стереомодель, имевшую

такие же небольшие размеры. В конце 1978 года конструкторы разработали модель, где были: блок воспроизведения и два маленьких динамика с прекрасным качеством звука, а вот блок записи – не помещался. Разработчики потерпели фиаско при первой же попытке. Как быть?

Анализ задачи

АП: А.

АП: Необходимо создать стереофонический малогабаритный магнитофон.

Тип АП: улучшение – *разработка малогабаритного магнитофона.*

ТП: анти-Б – А.

ТП: Противоречие между возможностью создания **стереофонического магнитофона** и отведенным **объемом на магнитофон.**

ИКР: А – Б.

ИКР: Стереофонический магнитофон помещается в **отведенный объем.**

Напомним, что для создания стереофонического магнитофона необходимо много частей: блоки воспроизведения и записи, два динамика, блок питания, магнитофонная кассета, а это требует больших габаритов.

ФП: С → А; анти-С → Б.

ФП: Для создания стереофонического магнитофона необходимо в корпусе разместить *все части* и, чтобы не увеличивать отведенный объем, должны быть размещены *не все части.*

Анализ ТП и ФП

Обязательное требование ТП – это магнитофон должен быть малогабаритным. Следовательно, необходимо в корпусе размещать не все части.

Способы разрешения ФП

Разделение противоположных свойств:

– **в пространстве и структуре.**

Используется прием 2. Принцип вынесения.

Какая-то часть магнитофона должна быть вынесена.

Проще всего вынести динамики.

Решение

Один из основателей компании Sony Масару Ибука (Masaru Ibuka) предложил избавиться от динамиков и укомплектовать «стерео» наушники. Наушники потребляют меньше мощности и улучшают качество звука.

Тем самым, габариты магнитофона были уменьшены не только за счет отсутствия динамиков в корпусе, а и за счет уменьшения размера блока питания. Так был создан малогабаритный стереомагнитофон.

Кроме того, Масару Ибука выдвинул идею продать эту аппаратуру и без блока записи, только для прослушивания стереозаписей с прекрасным звуком

Задача 12. Реклама на автобусах

Условие задачи

На автобусах часто делают рекламы, которые закрывают окна и пассажирам автобуса ничего не видят из окна.

Как быть?

Анализ задачи

АП: анти-Б.

АП: Как сделать, чтобы пассажиры могли видеть из окна?

Тип АП: нежелательный эффект (НЭ) – *не видно из окна*.

ТП: А – анти-Б.

ТП: Противоречие между необходимостью размещения рекламы на окне, т. е. *закрытием* окна и тем, что через закрытое окно мешает – пассажиры ничего не видят.

ИКР: А – Б.

ИКР: Реклама на окне автобуса не мешает пассажирам видеть через окно.

ФП: С → А; анти-С → Б.

ФП: Окно *должно быть закрыто*, чтобы разместить рекламу, и *не должно быть закрыто*, чтобы пассажиры могли наблюдать через него.

Анализ ТП и ФП

Обязательное требование ТП – это наличие рекламы на автобусе – это приносит прибыль автобусной компании. Следовательно, необходимо удовлетворить другому требованию ИКР – реклама не мешает пассажирам смотреть через окно.

Способы разрешения ФП

Разделение противоположных свойств:

– **в пространстве и структуре.**

Решение

Часть рекламы закрывает окно, а часть не закрывает. Реклама делается с дырочками. Дырочки маленькие и частые, поэтому они внешнему наблюдателю незаметны, а пассажир хорошо видит через эти дырочки. Такое же решение используется для занавесок на окнах – солнце не проходит, находящийся в помещении видит все через занавеску, что делается наружи.

5. Заключение

Предложенный способ анализа ТП и ФИ для разрешения противоречий позволяет, на наш взгляд, облегчить и более формализовать этот процесс.

Бывают, что такой анализ не дает положительные результаты, но тем не менее поможет глубже разобраться в причинно-следственных связях и упростит процедуру разделения противоречивых свойств для удовлетворения требованиям ИКР.

6. Список литературы

1. Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач. – М.: Сов. радио, 1979. – 184 с. – Кибернетика.
2. Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения. 2-е изд. – М.: Московский рабочий, 1973. – 296 с.
3. Фликштейн И. М. Исследование основных приемов устранения технических противоречий при решении изобретательских задач. – Баку, 1973 (рукопись) и Петров В. М. Парные приемы. – Ленинград, 1974. – 24 с. (рукопись) <http://www.trizminsk.org/e/212002.htm>.
4. Литвин С. С. Приемы разрешения физических противоречий. – Л., февраль 1981. – 11 с. (рукопись) и Литвин С. С. Еще раз о приемах разрешения ФП. – Л. – 3 с. (рукопись).
5. Голдовский Б. И. О логике работы с противоречиями. – СПб, 2017 <http://triz-summit.ru/ru/confer/TDS-2017/Article/303201/>
6. Правила игры без правил/Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1989. – 280 с. - (Техника - молодежь - творчество).
7. Петров В. М. Логика АРИЗ-77. Справка для слушателей. – Л., 1977. (рукопись) и Петров В. М. АРИЗ-2010. – Тел-Авив, 2009. <http://www.triz-summit.ru/file.php/id/f4626/name/АРИЗ-2010-1.pdf>

Rubin M. S., Rubina N.V. World Evolution: Civilization or Germs

Abstract: Modern civilization faces increasing number of ecological, social, economical problems which are more and more challenging. Unrestricted intraspecific aggression moves the mankind to the edge of self-destruction. In our mind future belongs to highly developed civilizations, however in reality it may be the world of unreasonable creatures or even microorganisms. The article analysis the evolutionary role of TRIZ and how TRIZ should be changed to fulfill this role. Nontechnical systems and among others system of values should became the object of TRIZ. TRIZ should became a subsystem of other systems for its further development. The law of intelligence of systems contained of unintelligent elements and the law of subsystems development stability increase are described in the article. The new term is proposed – zomosphere (from Greek ζωμό σφαίρα) – sphere of “nutrient broth” for simplest organisms. These topics are being considered in the evolutionary system science, which is a further TRIZ development in the invention problems solving in any kind of systems.

Key words: *civilization; TRIZ; biosphere; noosphere; zomosphere; NTW; evolutionary system science, simplest organisms, system of values.*

Рубин М.С., Рубина Н.В. Эволюция мира: цивилизация или микробы

Аннотация: Современная цивилизация сталкивается с растущим количеством все более сложных вызовов и проблем экологического, социального, экономического характера, которые необходимо преодолевать. Ничем не ограниченная внутривидовая агрессия приближает человечество к грани самоуничтожения. В наших представлениях будущее принадлежит высоко развитым цивилизациям, но в действительности оно может оказаться во власти неразумных существ или даже микроорганизмов. В статье анализируется какова эволюционная роль ТРИЗ и как должна измениться ТРИЗ, чтобы эту роль выполнить. Объектом ТРИЗ должны стать нетехнические системы и, в частности, системы ценностей. ТРИЗ для своего развития должна стать подсистемой других систем. Описаны закон разумности систем из неразумных элементов и закон повышения устойчивости развития подсистем. Предлагается новый термин – зомосфера (на греческом ζωμό σφαίρα) – сфера «питательного бульона» для простейших организмов. Эти вопросы рассматриваются в эволюционном системоведении, которое является развитием ТРИЗ в области изобретательских задач в любых системах.

Ключевые слова: *цивилизация; ТРИЗ; биосфера; ноосфера; зомосфера; БТМ; эволюционное системоведение, простейшие организмы, системы ценностей.*

1. Введение

В статье 1987 года [1] была сформулирована проблема неизбежного уничтожения естественной (до цивилизационной) природы и проанализированы возникающие в связи с этим задачи. Прошедшие десятилетия только подтвердили этот прогноз: уменьшаются леса, снижается видовое многообразие животных и растений, загрязняется атмосфера Земли. Мир становится бесприродным, формируется бесприродный технический мир (БТМ). Владея и распоряжаясь искусственными ресурсами с огромным разрушительным потенциалом, человечество обладает очень слабыми механизмами «торможения» в применении этих ресурсов, которые достались нам от природных, биологических систем. Потенциально человечество способно захватить практически всю Землю и ближайший космос, а механизмы торможения агрессии, какие есть у животных, у людей практически отсутствуют [2].

У людей нет от природы такого опасного оружия, какие есть, например, у тигров, львов и других животных. Природа не снабдила людей и природными механизмами торможения агрессии, видимо не предполагая уровень опасности, который может исходить от людей – животных без клыков и когтей – для

других людей и для природы в целом [3]. Концентрация огромных ресурсов и энергии в руках человечества, неспособного сдерживать собственную агрессию, делает самоуничтожение цивилизации абсолютно реальным прогнозом развития событий. В будущем из-за самоуничтожения на месте современных цивилизаций могут оказаться неразумные существа, простейшие и примитивные организмы. Почему это происходит, насколько это неизбежно и можно ли этому что-то противопоставить? Для ответа на эти вопросы кратко рассмотрим законы развития систем.

2. Законы развития систем

В эволюционном системоведении разработана система законов развития, приведенная на рис. 1. Законы 4 (перехода к надсистемам и подсистемам) и 5 (формирования иерархии уровней организации систем) могут быть дополнены еще двумя законами, которые раскрывают важные свойства взаимодействия систем и надсистем.

Закон разумности систем из неразумных элементов: надсистемы из неразумных объектов ведут себя «разумно», а надсистемы разумных объектов ведут себя «неразумно» (закон Рубина-Мисюченко).

Приведем несколько примеров «разумности» систем из неразумных элементов. Довольно известный пример: ячейки Бенара, возникающие в жидком парафине с алюминиевой пудрой при закритическом тепловом потоке [5]. Снежинки, реакция Белоусова – Жаботинского (химические часы), образование ячеистых структур в металлах, климат и другие самоорганизующиеся системы – все это примеры «разумного поведения» не просто не разумных, но и неживых систем. Стая мелких рыб тоже ведет себя как единое разумное существо, уходя от нападения хищников. В своем подавляющем большинстве биологические функциональные системы ведут себя вполне «разумно». По определению Анохина П.К.: «Функциональная система представлялась нам как самоорганизующееся образование, в состав которого входила обратная информация о полученном результате (обратная афферентация)» [6].



Рис. 1. Законы развития систем в эволюционном системоведении [4, 5].



Рис. 2. Аргусы — своеобразные куриные птицы, представляющие собой переходную форму от фазанов к павлинам. Огромные маховые перья крыльев раскрываются подобно вееру. Длина тела до 2,4 метра, летать не могут [7].

Теперь несколько примеров «неразумности» систем, созданных человечеством. К сожалению, их довольно много. Конрад Лоренц, например,

часто упоминал слова Оскара Хейнрота: "После крыльев фазана-аргуса, темп работы людей западной цивилизации - глупейший продукт внутривидового отбора" [2].

Еще цитата: «Человек, наверное, может рассчитывать на жалость, однако кажется, что уже и жалость не в силах на него рассчитывать». Франц Бом [8]. Пример удивительной неразумности: анорексия. Это такой невроз, когда девушка начинает худеть и не может остановиться, достигая степеней тяжелой дистрофии (истощения). Другой пример: на нашей планете есть территории, где из-за природных и техногенных катастроф, падения экономики или наоборот девелоперского бума возникают дома, кварталы и поселки без людей и признаков жизни (<http://loveorium.ru/neobychnoe/mir-bez-lyudej.html>). При избытке продуктов питания на Земле сотни миллионов человек голодают. Своими действиями человечество уничтожает леса, увеличивает площади пустынь, измельчают и высыхают реки и водоемы. Люди желают любви и тепла и для этого ... устраивают истерики и скандалы. Для «укрепления» здоровья люди не редко употребляют «лекарства», которые окончательно это здоровье подрывают или пользуются советами псевдоцелителей. Курение, наркотики, алкоголь – все это характерно именно для разумной части животного мира. Особо изобретательны и успешны люди в создании способов уничтожения друг друга и природной среды.

Закон повышения устойчивости развития подсистем: Формирование и развитие надсистемы приводит к ускорению или более благоприятному развитию сохранившихся систем и подсистем (закон Мисюченко-Рубина).

Примеры. Стекла, объединенные в пакет устойчивее к ударам и поломке, чем каждое стекло в отдельности. Стадо буйволов более защищено, чем каждый из них в отдельности. Планеты устойчивее и стабильнее, если они захвачены в систему звездой, а не «носятся» в космическом пространстве. Потребности в металле и рельсах резко возрастают, если возникает, например, железная дорога.

Физические тела в целом устойчивее химических, биологические объекты менее устойчивы по сравнению с химическими, а социально-культурные системы больше подвержены быстрым изменениям, чем биологические. Грубо говоря, кирпичи и камни устойчивее, как правило, сделанных из них зданий. Нередко из кирпичей одного разобранного здания строят другие здания.

Следствия: чем для большего количества надсистем тот или иной элемент является «строительным материалом», тем стабильнее его развитие и существование. Например, микроорганизмы являются «строительным материалом» для всего живого на Земле, что делает их более устойчивыми к катаклизмам, чем животные и цивилизации. Мы думаем, что строя защитные

сооружения мы защищаем себя, но в действительности это защита множества колоний микроорганизмов, которые живут вместе с нами и внутри нас.

3. Живой мир и цивилизации как инструмент развития простейших и примитивных организмов

В ходе эволюции материи в результате усложнения органических молекул возникли первые примитивные гетеротрофные (использующие готовые органические вещества) организмы (протобионты). Протобионты «научились» поддерживать относительное постоянство внутренней среды. Дальнейшее развитие связано с возникновением следующего фундаментального противоречия: чем сложнее организм, тем более он независим (автономен) от окружающей среды, но приспособлен к меньшему диапазону условий среды. Чем проще (примитивнее) организм, тем шире диапазон условий, в которых он способен существовать, но меньше степень автономности.

Понятие «примитивные организмы» подразумевает чаще всего бактерии (включая сине-зеленые водоросли или цианобактерии) и простейших (одноклеточные организмы с преимущественно гетеротрофным типом питания). Существуют гипотезы происхождения и эволюции живой материи как процесса поэтапного захвата протоклеткой более примитивных структур и превращения их в органоиды, выполняющие определенные недостающие клетке функции. Так процесс образования автотрофных (создающих органические вещества из неорганических) организмов может быть описан как захват клетками с гетеротрофным типом питания сложных веществ (или структур, похожих на цианобактерии), способных использовать солнечную радиацию для синтеза органических молекул. С увеличением массы примитивных гетеротрофов и, соответственно, уменьшением доступных пищевых ресурсов, количество автотрофов возрастает. Процесс эволюции автотрофов привел к появлению фотосинтеза, в результате которого образуется свободный кислород. «Увеличение количества кислорода в атмосфере и его ионизация с образованием озонового слоя уменьшило количество ультрафиолетовой радиации, достигающей Земли. Это привело к замедлению синтеза новых сложных веществ, но одновременно повысило устойчивость преуспевающих форм жизни». [9, стр. 258]

«Примитивные организмы» способны выживать при предельных значениях абиотических (неживая природа) факторах среды. Различные микроорганизмы могут расти при температуре от -6° до $+50-75^{\circ}$. Рекорд выживаемости при повышенной температуре поставили археи, некоторые изученные культуры которых растут на питательных средах свыше 110°C , например, *Methanopyrus kandleri* (штамм 116) растёт при 122°C , рекордно высокой температуре для всех известных организмов (<http://www.pnas.org/content/105/31/10949>). В природе среда обитания с такой

температурой существует под давлением в горячих вулканических источниках на дне океанов (Черные курильщики). Известны микроорганизмы, процветающие при губительных для многоклеточных существ уровнях ионизирующего излучения, в широком интервале значений pH, при 25 % концентрации хлорида натрия, в условиях различного содержания кислорода вплоть до полного его отсутствия (анаэробные микроорганизмы). Известны штаммы бактерий-экстремофилов (*Carnobacterium*), которые способны размножаться даже в условиях Марса.

При этом число видов бактерий, простейших, одноклеточных водорослей и грибов значительно уступает числу видов и разнообразию многоклеточных организмов (Рис. 3).

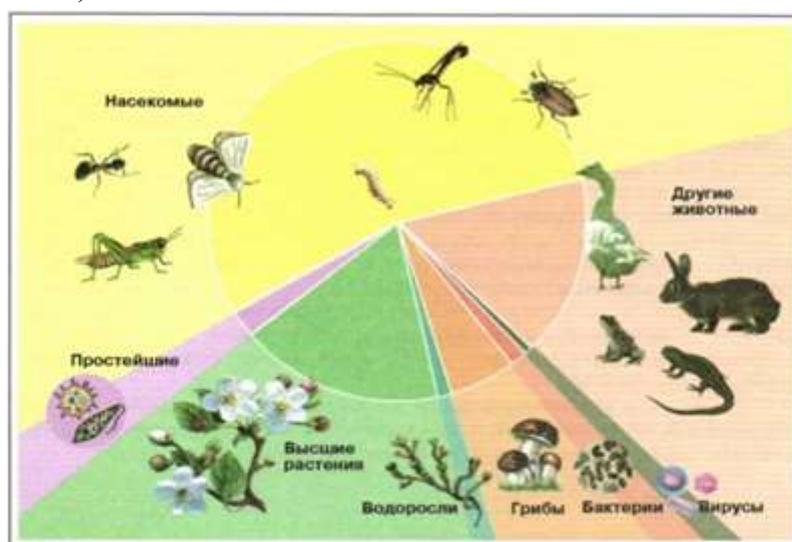


Рис. 3. Соотношение количества видов в разных таксонах живых организмов (<https://ds02.infourok.ru/uploads/ex/0ee3/0007003a->

Интересно, что вирусы, намного более примитивные доклеточные формы (большинство специалистов не относят их к формам жизни), произошли от клеточных форм жизни. «Наиболее правдоподобной и приемлемой является гипотеза о том, что вирусы произошли от «беглой» нуклеиновой кислоты, которая приобрела способность реплицироваться независимо от той клетки, из которой она возникла, хотя при этом подразумевается, что такая ДНК реплицируется с использованием (паразитическим) структур этой или других клеток. Таким образом, вирусы, должно быть, произошли от клеточных организмов, и их не следует рассматривать как примитивных предшественников клеточных организмов» [9, стр. 31]. При этом все примитивные организмы (вирусы, бактерии, простейшие и грибы) могут стать причиной гибели многоклеточного организма - «хозяина», что является сильнейшим механизмом естественного отбора и движущей силой эволюционного процесса сложных многоклеточных организмов и среды их обитания.

Главным условием появления и ускоренной эволюции многоклеточных организмов является уровень содержания кислорода в атмосфере, позволяющий покрывать энергетические расходы на поддержание многоклеточности. При этом многоклеточные организмы становятся средой обитания для бактерий, простейших, грибов, создавая в процессе эволюции все более разнообразные экологические ниши. Таким образом, среда обитания микробов постоянно расширяется. Средой возникновения первых примитивных организмов (протобионтов) стал первичный бульон, возникший в результате «биохимической эволюции» и содержащий сложные органические молекулы. В результате кооперации между такими примитивными клетками и сложными органическими веществами образовались организмы, способные изменять состав окружающей среды (в частности, накапливать кислород) и преобразовывать среду таким образом, чтобы в ней могли развиваться более сложные живые организмы. В ходе эволюции микроорганизмы с одной стороны стали пищей для более сложных (эукариотических, многоклеточных организмов), но одновременно стали использовать многоклеточные организмы с их постоянной внутренней средой как среду для жизни. В дальнейшем сложные многоклеточные организмы в результате своей жизнедеятельности образовали новые среды обитания: коралловые рифы, почва, наземные биоценозы, основой которых стали растения (луга, леса, саванны, джунгли и т.д.). Сами многоклеточные живые организмы стали не только средой обитания микробов, но средством их распространения (пищевые цепочки любой экосистемы являются одновременно цепью распространения микроорганизмов: бактерии циркулируют по цепочке продуценты – консументы – редуценты. Бактерии, живущие на растениях (продуцентах) поедаются вместе с ними консументами (растительноядными животными), а затем редуцентами (копрофагами). На Рис. 4 представлены варианты таких пищевых цепочек.

Самой благоприятной средой для микроорганизмов стала среда, образующаяся в результате процесса преобразования естественной среды обитания живых организмов, в искусственную среду (в процессе цивилизации).

<i>Количество бактерий в 1 м³ воздуха</i>	
В горах – 4-5	280000 – в непроветренной комнате
<i>Количество бактерий в 1 см³ воды</i>	
В реке выше города – 2000	100000 – в реке ниже города
<i>Количество бактерий в 1 см³ почвы</i>	
На поверхности лесной почвы – 600000	1500000 – на поверхности пахотной земли

Можно рассматривать весь процесс цивилизации как создание условий для жизни микроорганизмов в тех средах, где в до цивилизационную эпоху не было условий для жизни (полярные станции, оазисы в пустыне, шахты глубокого залегания, метро, подводные лодки, космические станции и т.д.).



Рис. 4. На всех уровнях пирамиды биомассы есть микроорганизмы.

Кроме того, цивилизация достигла такого уровня развития, что способствует появлению новых видов (самой эволюции) микроорганизмов. Микробы, в частности бактерии, принимают участие во многих процессах, имеющих большое хозяйственное значение для человека:

- увеличивают плодородие почвы (азотфиксирующие, нитрифицирующие бактерии и т.д.);
- участвуют в очистке сточных вод;
- бактерии-симбионты ЖКТ участвуют в пищеварении и биосинтезе витаминов;
- в результате промышленного брожения получают спирт, уксус, молочнокислые продукты;
- грибы наряду с бактериями являются источником природных антибиотиков;
- в результате совершенствования биотехнологий с помощью микроорганизмов синтезируют сложные органические вещества такие, как белки, ферменты, иммуноглобулины и др.

В результате получено огромное количество новых штаммов вирусов, бактерий и других микроорганизмов (класс С12 по международной патентной классификации – МПК), ранее не встречавшихся в природе.

Сфера распространения микробов тем больше, чем больше экологический след цивилизации. Термин «экологический след» в 1992 году ввел профессор коммунального и регионального планирования в университете канадской провинции Британская Колумбия Уильям Риз. Термин трактуется так: «Экологический след — это площадь биологически продуктивной территории и акватории, необходимая для производства потребляемых нами ресурсов и поглощения или хранения отходов» (<http://nature-time.ru/2016/12/otvety-na-voprosy-ekologicheskij-sled/>).

Экологический след формирует еще одну сферу – наравне с биосферой (по гречески βίος – жизнь, σφαίρα – сфера, шар) и ноосферой (νοῦς – ум). Это зомосфера (ζωμό – бульон, питательный бульон). То есть различные формы жизни и цивилизации постоянно создают и расширяют сферу, пригодную для жизни простейших организмов. Считается, например, что границы биосфера в атмосфере – 15-20 км, в литосфере – 3,5-7,5 км, а в гидросфере – 10-11 км. Зомосфера перекрывает эти границы и может достигать космических естественных и искусственных объектов: Луна, Венера, Марс, орбитальные станции и межпланетные аппараты. Зомосфера может рассматриваться как совокупность биосферы и ноосферы.

Основные параметры зомосферы: пространственный объем, наличие ресурсов и условий для жизнедеятельности простейших и микроорганизмов, стабильность условий существования, условия для перемещения, условия для повышения разнообразия. Особенность цивилизации по сравнению с живой природой состоит в том, что вовлеченная в цивилизацию масса вещества примерно в 10^{19} раз больше самой массы людей

(http://www.dopinfo.ru/useful1/publications04/evolution_of_civilization29126.php).

То есть цивилизация во много раз эффективнее живой природы в деле развития и расширения зомосферы.

4. ТРИЗ как инструмент устойчивого развития цивилизации

Из закона повышения устойчивости развития подсистем можно сделать два полезных вывода. Первый состоит в том, что для устойчивого развития ТРИЗ требуется, чтобы она была включена в различные надсистемы, необходимые для развития цивилизации в целом: техника и технологии, наука и искусство, бизнес и управление, культура и системы ценностей. Неустойчивость «цивилизационных систем» требует «разумных» действий от человечества, искусственного поддержания устойчивого развития этих систем и решения множества изобретательских задач в различных областях. Эволюционное системоведение развивает ТРИЗ как теорию, которую можно применять для решения изобретательских задач во всех сферах деятельности человечества.

В БТМ требуются совершенно новые инструменты социального сдерживания агрессии, обеспечивающие устойчивость мира, рациональность использования и распределения ресурсов. Нам потребуются наконец научиться отличать добро от зла. Побеждать человеку придется самого себя, изменять придется ту систему ценностей общества, которая в конечном счете приводит к страданиям людей, войнам и может привести к самоуничтожению цивилизации [3]. Системы ценностей (социальные установки, семейные и корпоративные ценности, религиозные системы и т.д.) могут быть описаны такими же характеристиками, как и любые другие системы: компоненты, функции,

взаимосвязи, требования, свойства, развитие в онтогенезе и филогенезе, возникновение и преодоление противоречий и т.д. Таким образом, нет принципиальных препятствий для применения ТРИЗ в проектировании и развитии систем ценностей.

Второй вывод из закона повышения устойчивости развития подсистем состоит в том, что для устойчивого развития земной цивилизации она сама должна стать частью какой-то надсистемы. Трудно сказать какой именно должна быть эта надсистема (точнее какие это должны быть надсистемы). Это могут быть и реальные и виртуальные надсистемы. Например, религиозные представления о жизни после смерти вполне можно считать такой виртуальной надсистемой человечества, как и представления о внеземных цивилизациях и их взаимодействии.

5. Выводы

1. Развитие цивилизации неизбежно создает условия для развития простейших и примитивных организмов, расширяя пространство и ресурсные возможности зомосферы – объединения биосферы и ноосферы.

2. Для своего устойчивого развития ТРИЗ должна стать частью надсистем: технологий, наук, системы образования и т.д. Эти вопросы рассматриваются в эволюционном системоведении.

3. Одно из важных направлений развития и применения ТРИЗ – область проектирования и развития систем ценностей. Проектирование непротиворечивых систем ценностей должны создать механизмы торможения, так необходимые для устойчивости цивилизации.

4. Для своего устойчивого развития Земная цивилизация должна стать частью какой-то надсистемы: реальной или виртуальной.

Список литературы

1. Г. Альтшуллер, М. Рубин "Что будет после окончательной победы. Восемь мыслей о природе и технике" в книге "Шанс на приключение"/ Сост. А.Б. Селюцкий. - Петрозаводск, изд. "Карелия", 1991
2. Конрад Лоренц. Агрессия (так называемое «зло»), Перевод с немецкого Г. Ф. Швейника, Москва, издательская группа "Прогресс" "Универс», 1994. / Konrad Lorenz, "On Aggression".
<http://www.vixri.ru/d3/Konrad%20Lorenc%20Agressija.pdf>
3. Рубин М.С. Восемь мыслей о природе и технике. 30 лет спустя. Победить себя. Саммит разработчиков ТРИЗ, 2016 г., Санкт-Петербург, <http://triz-summit.ru/file.php/id/f300872-file-original.pdf>
4. Рубин М.С. Этюды об эволюционном системоведении. Эволюциоведение. Санкт-Петербург, Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ, 2015. <http://triz-summit.ru/ru/confer/TDS-2015/paper/science/300497/>

5. Рубин М.С., Мисюченко И.Л., Захват и инерция в развитии систем. Санкт-Петербург, Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ, 2016. <http://triz-summit.ru/file.php/id/f300997-file-original.pdf>
6. Анохин Петр Кузьмич. Идеи и факты в разработке теории функциональных систем, 1973 г., www.galactic.org.ua/Prostranstv/anoxin-8.htm
7. Интернет ресурс. Аргусы. Энциклопедия животных. <http://www.animalsglobe.ru/argusyi/>
8. Курпатов А.В. "Человек Неразумный. Как избавиться от тревоги, депрессии и раздражительности", Издательство: ОлмаМедиаГрупп/Просвещение, 2007 г.
9. Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор. Биология. Москва, «Мир», 1993 г. Том 3.

Taratin N.V., Feygenon N.B. Data science and TRIZ: comparative analysis of development mechanisms

Abstract: A comparative analysis of data science and TRIZ has been carried out. Similarities and differences in the mechanisms of development of these disciplines are considered. A several ways of learning and development of skills in the field of data science could be transferred in TRIZ area.

Keywords: *Data Science; TRIZ; problem solving*

Таратин Н.В., Фейгенсон Н.Б. Наука о данных и ТРИЗ: сравнительный анализ механизмов развития

Аннотация: Проведен сравнительный анализ науки о данных и ТРИЗ. Рассмотрены сходства и различия механизмов развития этих дисциплин. Ряд способов получения и развития навыков в области анализа данных могут быть творчески заимствованы и использованы для популяризации ТРИЗ.

Ключевые слова: *наука о данных; ТРИЗ; инновации*

Введение: что такое “наука о данных” и чем она может быть полезна ТРИЗ

“Информация - нефть 21-го века” [1]. Эта фраза преследует нас с экранов мониторов, заголовков газет и страниц книг. Широкое распространение интернета привело к взрывному росту объема доступных данных и быстрому развитию технологий, позволяющих анализировать эту информацию и извлекать из нее практическую пользу. Наиболее известными примерами результатов такого анализа является “угадывание” поисковыми системами вводимого вами запроса, сервисы автоматического перевода, системы распознавания изображений и контекстная интернет-реклама.

Интеллектуальный анализ данных (data science) назван наиболее привлекательной профессией 21-го века [2]. Термины “наука о данных”, “data

science”, “интеллектуальный анализ данных”, “анализ больших данных”, “машинное обучение” практически синонимично (строго говоря, это некорректно!) используются в повседневной практике, и мы также не будем разделять эти термины.

Одним из популярных инструментов data science [3] является язык программирования R, созданный для проведения статистических исследований. Согласно нашему опыту работы в R&D компании Healbe, использование R и data science подходов позволяет значительно повысить качество и воспроизводимость исследований, связанных с необходимостью анализа данных.

ТРИЗ является эффективной методологией решения творческих задач. В работе [4] высказаны мотивированные опасения о замедлении распространения ТРИЗ в мире. В области анализа данных имеются примеры интенсивного развития инструментов и платформ. При этом развитие осуществляется в формате Open Source; краудсорсинг без привлечения крупных инвестиций от транснациональных корпораций или из государственных источников. Использование удачного опыта развития data science для “перезапуска” распространения ТРИЗ, применение методик расширения творческого потенциала при интеллектуальном анализе данных и/или использование методов data science в инновационно-технологическом консалтинге могли бы стать одним из драйверов развития ТРИЗ в ближайшем будущем.

Вне рамок рассмотрения данной публикации остались вопросы монетизации обеих дисциплин: качественно они сходны, получение количественных сравнительных оценок является самостоятельной работой.

Метод “проб и ошибок” – взгляд со стороны науки о данных

Одним из “антипаттернов” решения проблем, согласно ТРИЗ, является использование метода проб и ошибок. Однако, использование метода проб и ошибок позволяет сформировать набор данных, последующее использование алгоритмов машинного обучения позволяет выделить из этих данных значимые закономерности. Поясним на примере.

Распространенной проблемой при использовании беспилотных летательных аппаратов являются столкновения с препятствиями. Для решения проблемы обычно используются дополнительные датчики, ответственные за распознавание препятствий.

В публикации [5] описывается дрон, который использует фронтальную камеру для распознавания препятствий. Для того, что научить алгоритм анализа изображений отличать свободное пространство от препятствия был использован следующий подход:

- дрон запускался (“проба”) в случайном направлении в 20-ти разных комнатах и записывал видео

- при столкновении с препятствием (“ошибка”) дрон возвращался на исходную точку
- Кадры видео сортировались “не было столкновения”/ “было столкновение” и затем на основании этих данных обучалась нейронная сеть распознавания препятствий.

Использование данного подхода, представляющего собой метод проб и ошибок, позволило за 40 часов и 11500 проб обучить беспилотник, снабженный только фронтальной камерой, огибать как неподвижные, так и движущиеся препятствия. Причем алгоритм распознавания препятствий работал и в новых условиях.

Использование подходов машинного обучения представляет собой новую парадигму для problem-solving области. Ранее критикуемая позиция "применим ЭВМ" теперь приобретает смысл идеального решения. Элементы случайности в мышлении и жизни и технике неизбежны, проявления их контринтуитивны [6]: использование метода “проб и ошибок” и их последующий анализ при помощи инструментов data science позволяет быстро и эффективно найти решение проблемы.

Игнорирование случайностей, присущих методу “проб и ошибок”, порождает специфические виды психологической инерции [6]. Это не умаляет важности ТРИЗ подходов, но пока и не усиливает, и не дополняет их.

Постановка задачи. Сравнение науки о данных и ТРИЗ

Обсудим постановку задачи исследования. Насколько правомерно и эвристично такое сравнение?

Отметим следующие сходные характеристики рассматриваемых дисциплин:

- В глобальном смысле обе дисциплины относятся к области problem-solving methods.
- Практическая направленность исследования – проект направлен на решение конкретной значимой проблемы.
- Сходство в стадиях осуществления рабочего процесса (таблица 1).
- Итеративный ход выполнения анализа: формулировка решаемой задачи может изменяться по результатам проведенного исследования.
- Достаточно высокий барьер вхождения – изучение основ требует большого количества времени.

Таблица 1.

Сопоставление средств, используемых при решении проблем

Стадия процесса	Наука о данных	ТРИЗ
Анализ исходной ситуации	Анализ, «очистка» и преобразование исходного массива данных. Данный этап занимает от 60% и до 90% времени решения проблемы	Информационный, в том числе функционально-ориентированный поиск. Комплекс аналитических процедур – функциональный, потоковый, причинно-следственный анализ
Поиск инсайта	Выбор “типовой” задачи машинного обучения: регрессия, классификация, кластеризация	Решение противоречий, решение вторичных задач, использование стандартов, ЗРТС
Оценка полученного решения	Использование строгих метрик качества, статистических критериев оценки значимости. Оценка практической значимости только на их основе.	По общепринятым или установленным заказчиком инженерным критериям, оценка идеальности, «диверсионный» анализ решения
Постпроектная стадия	Документирование в виде кода, описание в виде блога	Включение в case study (если допустимо)

Между тем можно выделить существенные различия:

- Существенно различные предметные области: ТРИЗ вряд ли можно отнести к количественным дисциплинам, в то время как наука о данных оперирует прежде всего количественными методами, в том числе и при анализе текстов, социологических проблем и пр.
- Различные временные условия возникновения и распространения – ТРИЗ возник в доинтернетную эпоху и приспособливается к ней, развитие науки о данных происходило непосредственно в интернет – среде.
- Различные информационные фонды как базис развития – ТРИЗ базируется на трендах развития и “стандартных” способах формулирования и разрешений противоречий; в то время как наука о

данных использует математические и лингвистические методы обработки данных, «наработанные» заранее в большом количестве.

- Разные отношения к доступности методик и результатов – принципиально открытые (open source) программные продукты и результаты их применения для методов обработки данных и ограниченные условиями конфиденциальности результаты, полученные с помощью ТРИЗ.

Механизмы развития науки о данных и ТРИЗ

В контексте данной публикации механизм развития — это набор процедур, позволяющих новичкам получить первичный опыт, развить навыки и приступить к решению реальных проблем и включиться в ряды активных пользователей. Рассмотрение механизмов развития было бы некорректно без рассмотрения контекста развития дисциплины: как возникла дисциплина, как она распространяется, каковы взаимоотношения с другими дисциплинами, где и как применимы результаты.

Результаты сравнения механизмов развития науки о данных и ТРИЗ приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Сравнение ТРИЗ и науки о данных

Параметр	Наука о данных	ТРИЗ
Определение	Наука о данных - область знаний, определяющая процесс трансформации гипотезы и данных в предсказательные модели, имеющих практическое значение [7].	TRIZ is a problem solving method based on logic and data, not intuition, which accelerates the project team's ability to solve these problems creatively. TRIZ also provides repeatability, predictability, and reliability due to its structure and algorithmic approach [8].

<p>Предпосылки возникновения</p>	<p>Первоначально - обеспечение необходимой части количественных исследований - статистически достоверной и воспроизводимой оценки результатов. Широкое распространение интернета и доступность большого количества данных привело к экспоненциальному росту информации и развитию удобных инструментов анализа.</p>	<p>Исторически - как желание управлять стихийным творческим процессом создания технических изобретений в условиях планового ведения хозяйства. По мере роста интереса к инновациям во многих областях человеческой деятельности ТРИЗ развивалась как регулярная методика поддержки создания инноваций на этапах определения(переформулировки) проблем, решения проблем, выделения закономерностей эволюции систем.</p>
<p>Целевая аудитория</p>	<p>Любая область деятельности, оперирующая информацией и нуждающаяся в автоматизированной обработке данных.</p>	<p>Практически любая область деятельности, которая требует творческой составляющей.</p>
<p>Результат применения продукта деятельности</p>	<p>Результатом является алгоритм - предсказательная модель, преобразующая данные в необходимые результаты с оценкой точности.</p>	<p>В современном варианте - разработка прогнозов развития, концептуальных решений проблем, поддержка внедрения полученных решений за счёт решения неизбежно возникающих вторичных задач.</p>
<p>"Цена входа" в нишу (что надо для успешной работы)</p>	<p>Понимание статистики / математического анализа. Навыки программирования/ использования специальных инструментов.</p>	<p>Навыки, опыт предыдущей профессиональной работы в одной из технических или естественнонаучных специальностей. Обучение с практической стажировкой.</p>

<p style="text-align: center;">Драйверы развития</p>	<p>Необходимость проведение воспроизводимых исследований в научных и прикладных исследованиях. Интерес бизнеса к принятию решений, основанных на результатах обработки данных. Развитие математических теорий, “поддерживающих” интеллектуальный анализ данных.</p>	<p>Интерес к поддержке регулярного процесса создания новых продуктов, сервисов, рекламных идей для успешной конкурентной борьбы. Общенаучные интересы расширения сферы применения разработанных методических инструментов к другим отраслям (архитектура, педагогика, информационные технологии, закономерности развития художественных и бизнес систем).</p>
<p style="text-align: center;">Форматы обучения</p>	<p>Онлайн-курсы (в широком ценовом диапазоне). Meetups, командные хакатоны. Платформы "вопрос-ответ" (StackOverFlow, Crosvalidated). Kaggle (kaggle.com) - платформа с онлайн конкурсами решения реальных задач по заказу бизнеса. Существует ранжирование участников от новичка до kaggle master.</p>	<p>Единичные (на 2017 г.) онлайн-курсы. Краткосрочные семинары с решением практических задач слушателей. Индивидуальные стажировки у лидеров. Сертификационная 5-уровневая система МАТРИЗ (от теста до защиты диссертаций)</p>

Недостатки	<p>Низкая практическая значимость при неплохом “статистическом” результате.</p> <p>Тривиальность выводов: результаты бывают очевидны и без проведения какого-либо анализа.</p>	<p>Недостаточно отчётливое позиционирование "внутри" процесса разработки новых продуктов и среди других "внешних" конкурирующих популярных методов активизации креативности.</p> <p>Недостаточная инструментальность.</p> <p>Медленное обновление состава инструментов решения проблем.</p>
-------------------	--	---

Обсуждение

Что поддерживает интенсивное развитие науки о данных? На наш взгляд следует выделить три основных направления: почему и как люди приходят в науку о данных (спрос), что позволяет решать задачи (инструменты) и за счет чего происходит развитие (коммуникация).

Спрос:

- Востребованность принятия решений на основе данных в бизнесе.
- Различные варианты «входа» – от MATLAB, Excel, SAS, etc. Отметим, что сходные в некотором смысле примеры – ТРИЗ для оружейников, швейников, судостроителей – не показали достаточную эффективность.

Инструменты:

- Поэлементный контроль «хода решения» (то есть написание скрипта): обеспечивает воспроизводимость и доступность проведенного анализа.
- Cheat sheet – инфографическая “шпаргалка” с описанием основных функций пакета: позволяет пользоваться программой как калькулятором. В результате этого можно быстро получить приемлемый результат без погружения в тонкости реализации алгоритма.
- Наличие хороших средства визуализации, позволяющие получить представление о том или ином свойстве системы и хорошо дополняющих математические методы.

Коммуникация:

- Соревновательные платформы типа Kaggle: хорошая возможность для

обмена опытом и наращивания компетенций.

- Meetup – встречи энтузиастов для обмена опытом. Сущность митапа (Meetup) принято описать в четырех словах: делай, учись, делись, меняй (do, learn, share, change). Это не столь официальное мероприятие как конференция, где принято докладывать о достигнутых свершениях. В то же время — это более фрагментарные и тематически разные сообщения, в отличие от семинаров (workshop).
- Открытость сообщества: возможность изучить детали реализации метода, получить прямую консультацию от разработчиков, наличие большого количества опубликованных примеров удачного решения той или иной задачи.

Таким образом, выделены и систематизированы сходства и различия двух дисциплин.

Заключительные замечания

Можно выделить следующие направления взаимодействия науки о данных и ТРИЗ:

- Использование инструментария ТРИЗ для снятия психологической инерции на этапе генерации признаков, использование трендов эволюции систем для выбора оптимального варианта решения
- Использование инструментов ТРИЗ для постановки нетривиальной задачи для машинного обучения. Данная область лежит на стыке ТРИЗ, бизнес-анализа и интеллектуального анализа данных
- Использование методов интеллектуального анализа данных для решения задач/валидации решений в области инновационно-технического и ТРИЗ консалтинга. Например использование статистических подходов в дополнение к TRIZ based анализу позволило бы получить количественные оценки недостатков, выбрать наиболее критичные гипотезы для проверки и тем самым повысить ценность анализа в глазах заказчика.

Эти направления будут являться предметом будущих исследований.

Поскольку основная цель данной работы выявление механизмов развития, то приведем наиболее удачные способы получения/повышения навыков в области анализа данных, которые могут быть использованы для популяризации ТРИЗ.

Представляет интерес применение новых форматов подачи информации:

- Cheat sheets на основании визуализации: противоречия, стандарты, ЗРТС.
- Блоги с ответами на любые вопросы, сохраняемые и удобные для поиска ответов. Отчасти является современным и общедоступным форматом переписки новичка и эксперта.

- Структурированная документация к методикам с возможностью получить консультацию у автора.

Следует осваивать новые форматы обучения:

- Онлайн курсы в формате “learning by doing”: короткое видео, интерактивное задание и совместное обсуждение.
- проведение митапов для обмена опытом и хакатонов для решения практических задач за короткое время.

Список литературы

1. Голубицкий С. Информация – нефть XXI века [Электронный ресурс] // Компьютерра, 2013. URL: <http://www.computerra.ru/72118/informatsiya-neft-xxi-veka/>.
2. Davenport Thomas H., Patil D.J. Data scientist the sexiest job of the 21st century века [Электронный ресурс] // Harvard Business Review, 2012. URL: <https://hbr.org/2012/10/data-scientist-the-sexiest-job-of-the-21st-century>
3. Gloremud G., Wickham H. R for Data Science [Электронный ресурс] // 2017. URL: <http://r4ds.had.co.nz/>.
4. Абрамов О.Ю. Тревожный звонок: ТРИЗ теряет популярность [Электронный ресурс] // Саммит разработчиков ТРИЗ TDS-2016, Санкт-Петербург. URL: <http://triz-summit.ru/file.php/id/f302297-file-original.pdf>
5. Gandhi Dhiraj, Pinto Lerrel and Gupta Abhinav. Learn to Fly by Crashing // arXiv:1704.05588v2 [cs.RO] 27 Apr 2017. URL: <https://arxiv.org/pdf/1704.05588.pdf>
6. Канеман Д., Словик П., Тверски А. Принятие решений в неопределенности: Правила и предубеждения. — Харьков: Гуманитарный центр, 2005. — 632 с.
7. Zume N., Mount J. Practical Data Science with R. Manning, 2016. — 416 p.
8. Barry K., Domb E., Slocum M. S. What is TRIZ? // The TRIZ Journal. URL: <https://triz-journal.com/triz-what-is-triz/>

Feygenson N., Feygenson O. Antifragility – TRIZ based viewpoint

Abstract: New verbalized paradigm of antifragility and its application for technical systems improvement are considered. The need of clarification and adaptation some aspects of the antifragility concept are argued. Opportunities and challenges of TRIZ based toolset applications for the development and design of antifragile systems are discussed.

Keywords: TRIZ, antifragility, technical systems

Фейгенсон Н. Б., Фейгенсон О.Н. Антихрупкость - взгляд с позиций ТРИЗ

Аннотация: Рассматриваются вопросы создания методик практической реализации недавно сформулированной парадигмы антихрупких систем применительно к техническим системам. Проведен краткий обзор публикаций о существующих системах, обладающих свойствами

антихрупкости. Показана необходимость введения уточнений определения понятия «антихрупкость» применительно к техническим системам.

Обсуждаются возможности и обосновывается перспективность применения инструментария ТРИЗ для разработки практически ориентированных методик построения антихрупких систем.

Ключевые слова: ТРИЗ, антихрупкость, технические системы.

Введение

Одним из наиболее важных практически ориентированных направлений в усовершенствовании, создании и эксплуатации современных сложных систем, работающих в условиях неопределённости, является придание им свойств «антихрупкости». Охарактеризуем вкратце недавно вошедшее в обиход понятие «антихрупкость».

Это понятие “antifragility” ввёл в употребление Насим Николас Талеб (Nassim Nicolas Taleb) в книге, впервые изданной в 2012 году и в 2013 году переведённой на русский язык [1].

Антихрупкость - качество свойство систем и/или процессов - определяется как противоположность хрупкости. Но антихрупкость – это совершенно не то же самое, что эластичность, гибкость, устойчивость или неуязвимость. Гибкое (упругое, эластичное) противостоит встряске и остается прежним; неуязвимое не изменяется, а антихрупкое, восприняв дополнительные испытания и стрессовые нагрузки, становится лучше прежнего.

В качестве примеров антихрупких систем Н.Талеб [1] упоминает: некоторые социальные системы, человеческое тело и психику, героев мифологии, процесс создания технических инноваций, некоторые виды финансовых контрактов и др. Как это обычно бывает при введении новых понятий, выясняется, что свойство антихрупкости уже проявлялось и наблюдалось ранее в системах различной природы. Но, не будучи выделенным и описанным как новая сущность, это свойство не интерпретировалось как предмет для специального исследования, целенаправленного изучения, конструирования и применения.

Одно из следствий применения введённого понятия – изменение понимания поведения систем в принципиально непредсказуемых неопределённых условиях. Согласно Н.Талебу, риск возникновения внешних воздействий измерить и достоверно предсказать невозможно, особенно если он связан с редкими событиями. Хрупкость систем вполне измерима и поддаётся улучшению. Н.Талеб предлагает набор рекомендаций, «позволяющий преобразовать наши искусственные системы так, чтобы они развивались простым и естественным образом». Основные средства для осуществления таких улучшений и придания антихрупкости – эвристики. «Эвристика – это упрощенные практические правила, благодаря которым делать что-то становится проще и легче. Главное преимущество таких правил в том, что применяющий их знает: они далеки от совершенства и всего лишь полезны. Он в меньшей степени одурачен этими правилами. Опасными они становятся, только если мы забываем об их несовершенстве» [1].

Таким образом, введённая Н.Талебом концепция имеет достаточно широкую применимость. Обсуждению соотношений антихрупкости и ТРИЗ посвящена работа [3].

Постановка задач исследования

Различные уровни понимания и использования знаний охарактеризованы в известном афоризме:

«Я услышал и забыл. Я увидел и запомнил. Я сделал и понял.»

(Конфуций, цитируется по <http://setti.biz/aphorism/>)

Образно говоря, в дополнение к разработкам Н. Талеба, которые можно охарактеризовать как «увидел и запомнил» предлагается сделать следующий шаг - «сделал и понял». Именно поэтому при первоначальном исследовании мы фокусируем внимание на технических системах – практически важных, более удобопонятных и интерпретируемых, достаточно подробно изученных в ТРИЗ.

В данной работе рассматриваются вопросы антихрупкости технических систем и связь этой парадигмы с понятийной базой ТРИЗ. Приведены результаты исследования следующих основных вопросов:

- Более широкая интерпретация проявлений антихрупкости как одного из вариантов поведения изменяющихся систем, имеющиеся ограничения в применимости этого понятия
- Каким образом с помощью ТРИЗ конструировать, формировать и обновлять эвристики – методические средства «конструирования» эвристик, предназначенных для проектирования антихрупкости

Второе направление связано с технологией создания и обновления простых эвристик ограниченной применимости, необходимых для действий в неопределённой среде. Справедливо подчеркивая существенную значимость таких эвристик, приводя примеры разработанных им эвристик, Н.Талеб практически ничего не говорит о том, как именно их обнаруживать, формировать, апробировать и постоянно обновлять. В то же время ТРИЗ можно рассматривать как раз как инструмент создания и комбинирования таких эвристических правил. Хотя это относится прежде всего к технической сфере деятельности, но включает в себя также уже выполненные разработки работоспособных эвристик на базе ТРИЗ для бизнеса, менеджмента, маркетинга, педагогики, научных, социальных проблем. Однако в рамках данной работы мы ограничимся рассмотрением только технических систем.

Публикации по теме подходов к созданию антихрупких технических систем немногочисленны [3,5,6] и носят в значительной степени манифестационный характер.

Антихрупкость – динамика проявления в жизненном цикле

Наглядная визуализация соотношения различных вариантов процессов изменения систем предложена в [4] – см. Рис. 1.

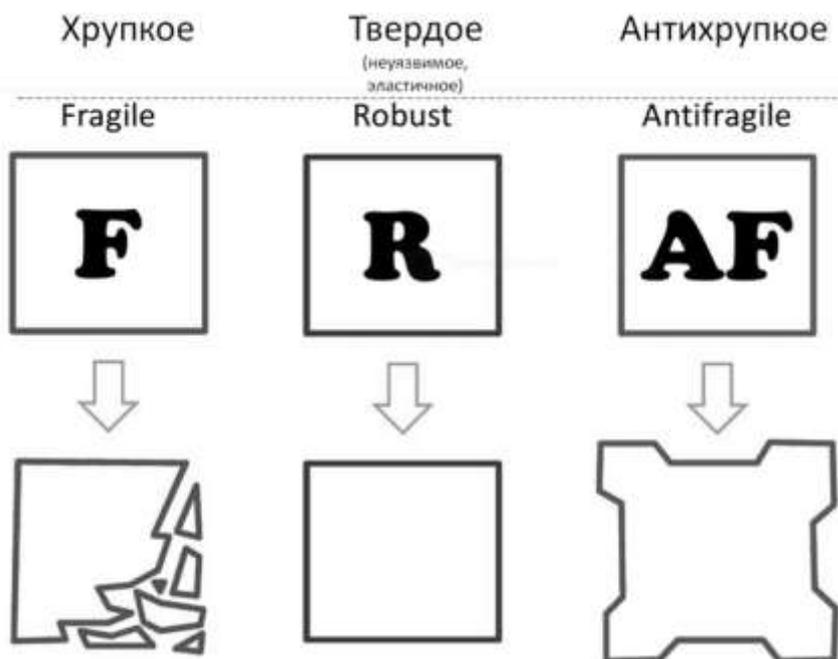


Рис.1. Схематическое изображение характеристик хрупкости и антихрупкости [2].

Покажем, что такое более широкое рассмотрение позволяет обнаружить некоторые немаловажные подробности проявления антихрупкого поведения.

В настоящем разделе мы, не ограничиваясь только техническими системами, сосредоточим внимание на динамических аспектах проявления антихрупкости. Покажем, что рассмотрение полного жизненного цикла систем приносит возможность обнаружить важные особенности механизма антихрупкости.

Пример 1. Согласование во времени и антихрупкость.

Рассмотрим особенности проявления существенного для проявления антихрупкости явления гиперкомпенсации. Всячески подчёркивая вездесущность и важность этого явления, Н.Талеб не учитывает важной особенности – хорошо известного в ТРИЗ тренда согласованности в действиях для увеличения эффективности. Рассматривая изученные в спортивной медицине описания гиперкомпенсации (рис.3), мы не обнаруживаем явной связи с проявлением антихрупкости. В случае повторения этих циклов – причём именно в такой согласованной последовательности, как показано на рис. 4 – условия появления и проявления антихрупкого улучшения становятся понятными. Существенно важно, что отклонение от именно такой согласованности может привести к совершенно иным последствиям – или отсутствию улучшений или к ухудшениям (эффект перетренированности)

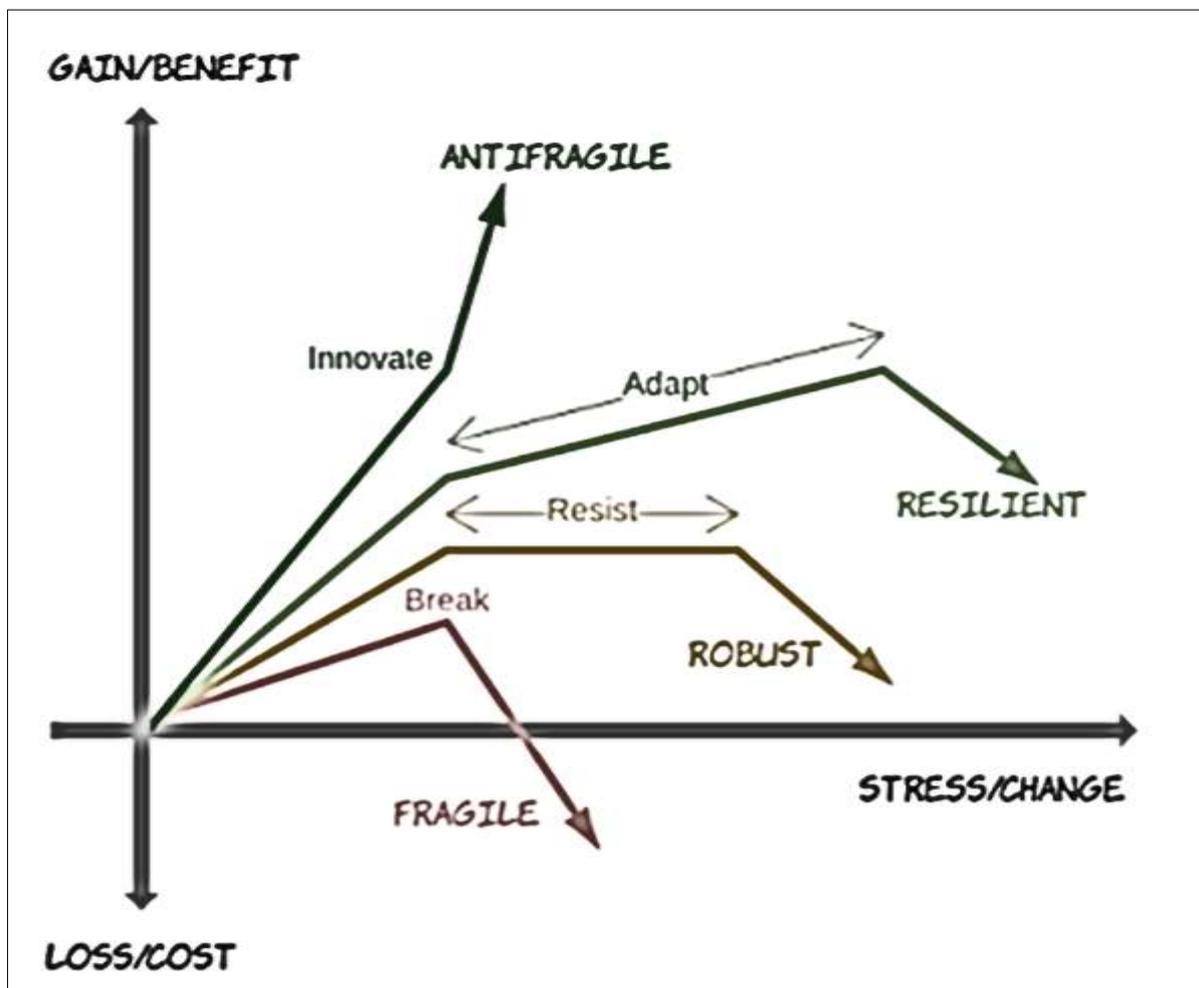


Рис. 2. Антихрупкость в общем контексте процессов восприятия изменений [4].

Пример 2. Адаптивная Инактивность (Adaptive Inactivity) как механизм антихрупкости

Функции сна у живых существ до сих пор являются предметом дискуссий среди специалистов – сомнологов. Одна из версий, предложенных Jerome M. Siegel [8], состоит в трактовке функции сна как несколько необычного механизма адапционной инактивности (Adaptive Inactivity). Эта универсальная для животных функция в значительной мере определяет экологическую нишу их существования [9]. Поскольку адаптация происходит к ещё неопределённым предстоящим возмущениям, мы считаем возможным отнести Adaptive Inactivity к одному из механизмов антихрупкости. Действительно, во время сна происходят универсальные подготовительные процессы к последующим непредсказуемым событиям. Отметим, что сами эти подготовительные процессы отнюдь нетривиальны – см., например [10]. Из обыденного личного опыта известно: перед экзаменом важная часть подготовки – хорошенько выспаться накануне, дабы встретить трудности и неожиданности в хорошей форме. Другой простой пример – вылёживание заготовок перед некоторыми технологическими операциями. При этом не производятся какие-то воздействия, но выделяется ресурс времени для осуществления самопроизвольных процессов. Такой технологический приём применяется

достаточно широко – для релаксации внутренних напряжений в металлических отливках, для гомогенизации теста и керамических смесей. Координация процессов во времени этих процессов подготовки к антихрупкому поведению является существенной.

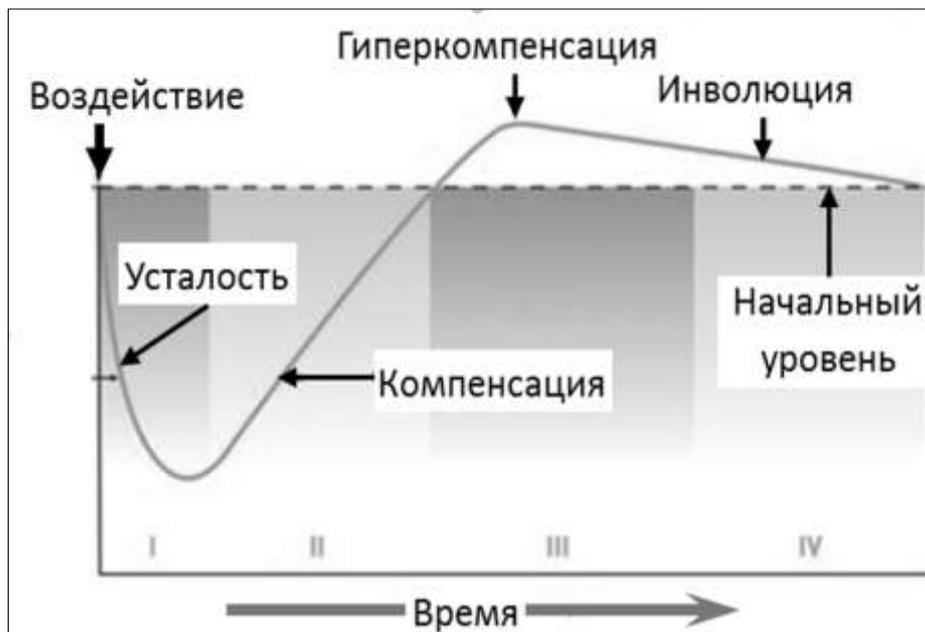


Рис.3. Характерная динамика проявления гиперкомпенсации

Примеры анализа механизмов функционирования антихрупких технических систем

Разберём на нескольких примерах простых технических систем – как подготавливаются и функционируют механизмы антихрупкости.

Пример 3. Сталь Гадфильда (Hadfield steel; Mangalloy; manganese steel)

Разработанная в конце XIX века Робертом Гадфильдом сталь Fe-(12-14) Mn - (1,0-1,4) C, (масс %) нашла широкое применение в промышленности. При относительно невысокой твердости сталь Гадфильда обладает аномально высокой износоустойчивостью при трении с давлением и ударами, высокой вязкостью и пластичностью, склонностью к упрочнению при деформации. Механизм возникновения антихрупкости здесь заключается в следующем - см. рис.5. Из-за легирования марганцем сталь склонна к интенсивному образованию двойников при пластической деформации.

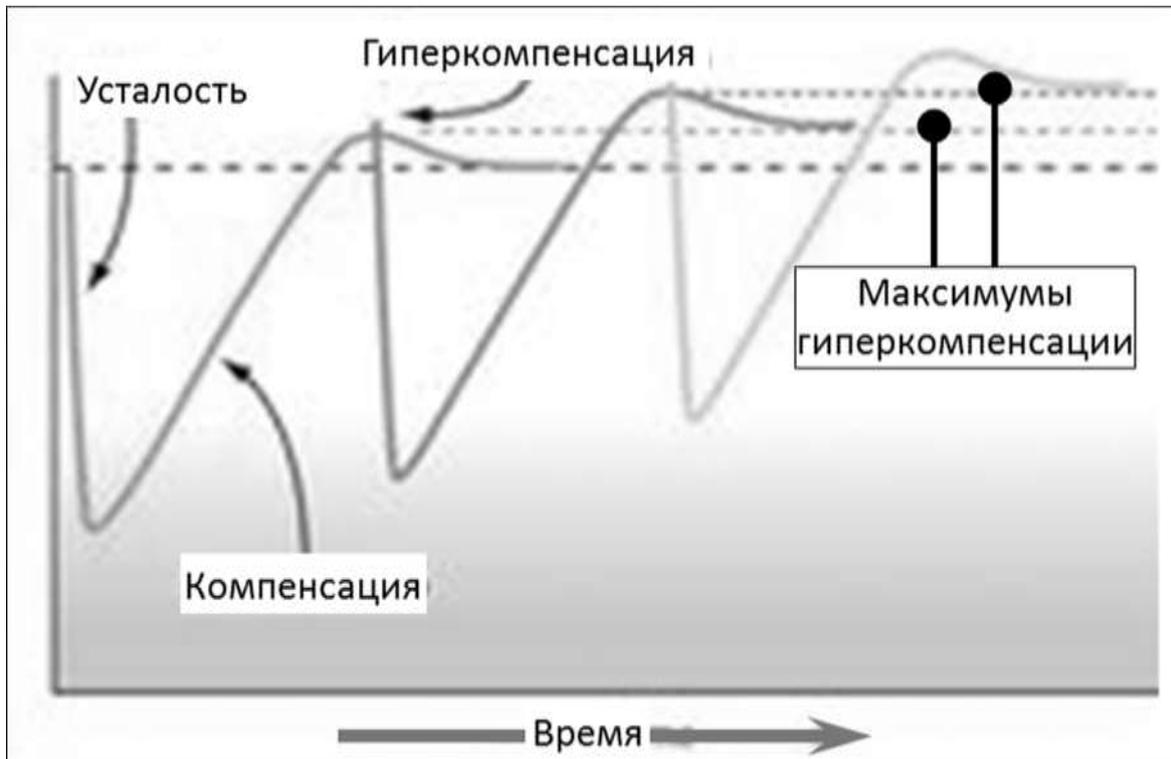


Рис.4. Согласование во времени нагружающих воздействий и динамики гиперкомпенсации приводит к проявлению антихрупкости

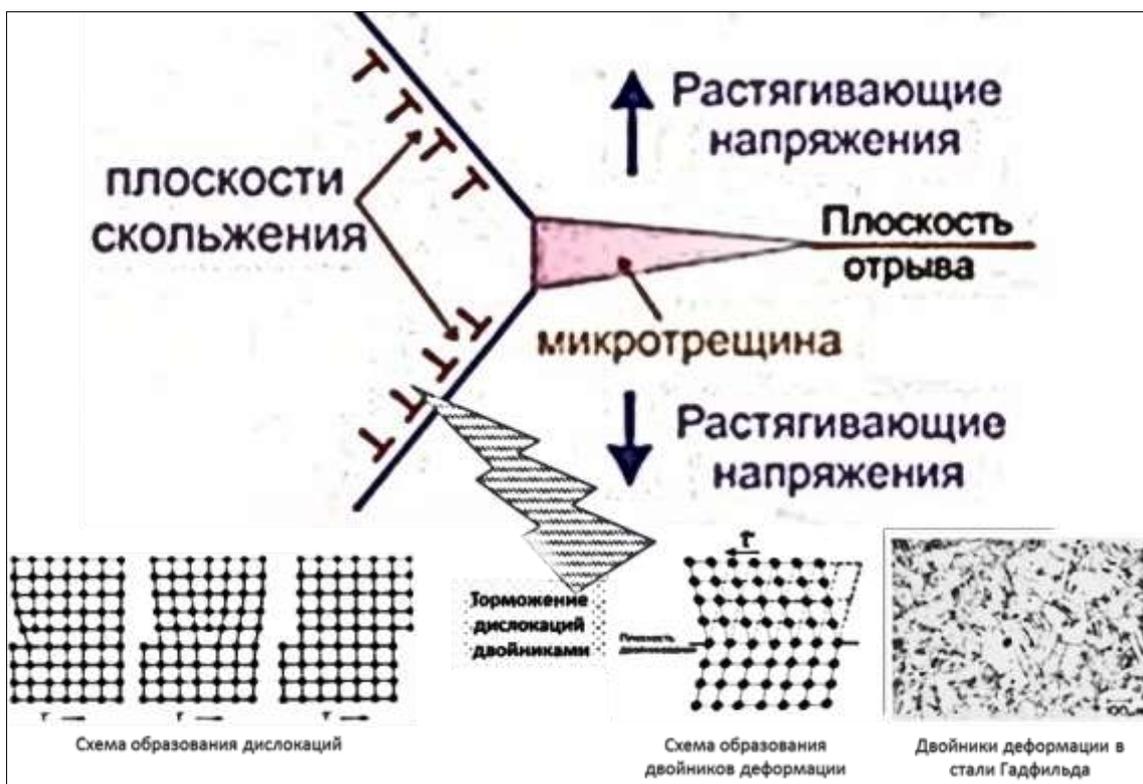


Рис.5. Схема механизма антихрупкости в стали Гатфильда

Образовавшиеся двойники тормозят движение дислокаций, тем самым препятствуя слиянию дислокаций в микротрещины и возникновению разрушения. Итак, «подготовленный заранее» легированием процесс образования двойников деформации инициируется и развивается при

приложении внешних нагрузок, приводя тем самым к возникновению антихрупкости.

Пример 4. Самозатягивающиеся узлы [7]

Подобные узлы издавна и достаточно широко применяются в морском деле, альпинизме, рыболовстве, технике макраме, при хирургических операциях. Чем сильнее впоследствии будет приложена нагрузка к завязанному таким узлом тросу, тем больше будет стягиваться и держаться сам узел. Механика их действия сводится к предварительному расположению троса таким образом, чтобы при последующем воздействии силы тяги увеличивалась площадь контактов и усилие прижатия. При этом увеличиваются силы трения, что и способствует повышенной прочности узлового соединения.

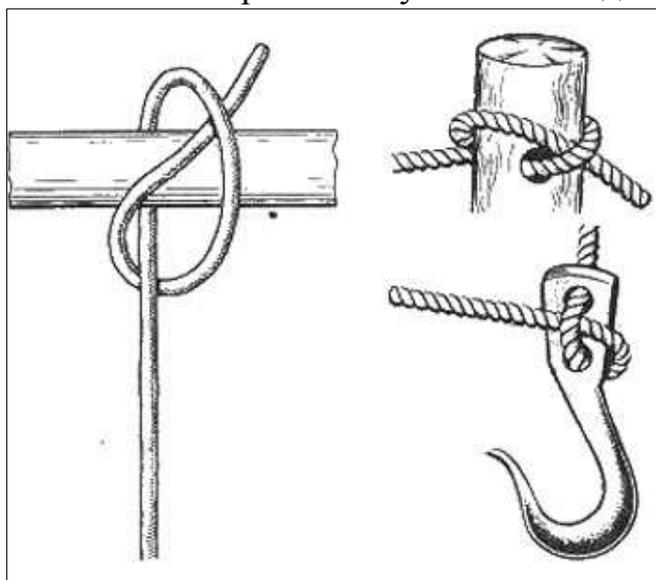


Рис.6.Примеры простейших самозатягивающихся узлов
[источник: http://razuznai.ru/kak_vyazat_morskie_uzly.html]

Пример 5. Антихрупкость древних архитектурных строений

В работе [11] приведены результаты исследования весьма примечательного явления: возрастания прочности стен, возведённых в начале прошлого тысячелетия, подвергаемых воздействию землетрясений и погодных условий. Использование в качестве связующего смеси извести, вулканического пепла и воды привело к долговременным положительным последствиям. Растворяясь в воде, компоненты извести проникают в поры и микротрещины камней – места, куда невозможно проникнуть пастообразной смеси при строительстве и в возникающие при эксплуатации несплошности. Далее начинается самопроизвольный процесс возникновения прочных кристаллов штретлингита (straelingite), армирующих материал стен и укрепляющий его.

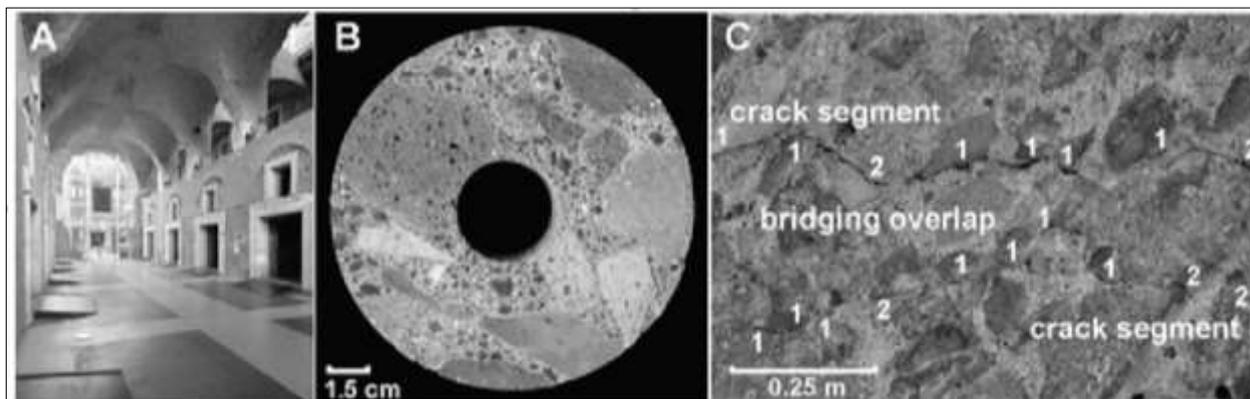


Рис. 7. Иллюстрация к механизму антихрупкости древних сооружений [11].

А – внешний вид Большого Павильона (from Archives, Museo Fori Imperiali); В – макрошлиф с вулканическим пеплом и цементом; С – характерные повреждения: 1 – трещины по периметру цемента, 2 – трещины пересекающие цемент

Хотя материал возведенных древними строителями сооружений не пригоден для использования в современных небоскрёбах из-за недостаточной удельной прочности, его устойчивость к внешним повреждениям гораздо больше, что подтверждается их многовековой эксплуатацией. Расчетный срок службы современных «небоскрёбных» материалов составляет 50 лет.

Даже из беглого анализа приведенных примеров вырисовывается необходимость уточнения понятия «антихрупкость».

- Параметрическая определённость - ведя речь об антихрупкости, следует понимать по какому именно параметру достигается антихрупкое поведение. Например, для ещё более значительного увеличения износостойкости сталей против абразивного износа применяются другие принципы легирования.
- Рабочее окно – диапазон возмущающих воздействий, в пределах которого проявляется антихрупкость. Особые свойства материалов обычно проявляются в определенном диапазоне параметров, мускулатура и прочность костей человека наращивается при «антихрупких» тренировках в определённых пределах.
- Определённый временной диапазон проявления свойства - сталь Гадфильда увеличивает и сохраняет прочность всё же определённое конечное время. Точнее говоря, речь должна вестись не столько о времени как универсальной шкале, сколько об идентификации тех процессов, которые разворачиваются во времени и приводят к потере и/или приобретению свойства антихрупкости.

ТРИЗ инструменты для обеспечения антихрупкости

Начнём с наиболее распространённого инструментария: приёмов разрешения технических противоречий.

Это довольно очевидный путь интеграции ТРИЗ и антихрупкости, своеобразный ЛЕГО набор ТРИЗ – кубиков для описания эвристик, предназначенных для формирования антихрупкости.

Мы не приводим в этой публикации детально разобранных примеров использования нижеперечисленных инструментов. Их применимость достаточно ясна из приведенных в тексте работы описаний механизма функционирования антихрупких систем.

На рис.8 показаны возможные приёмы для достижения антихрупкости. Приёмы расположены таким образом, чтобы наглядно была видна их применимость до, во время и после действия факторов, способных привести к разрушению под действием внешних нагрузок.

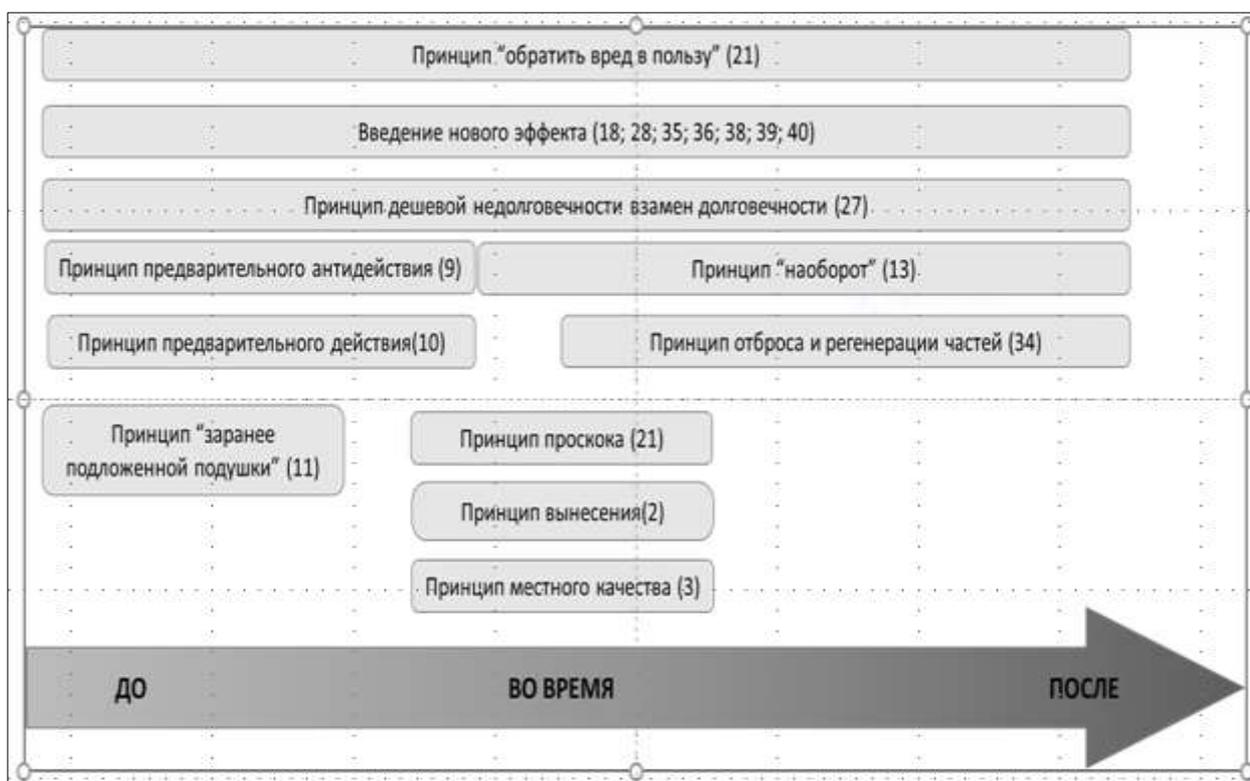


Рис.8. Схема применения приёмов разрешения технических противоречий для построения эвристик, обеспечивающих конструирование антихрупких систем.

Дополнительно можно говорить о применимости другого универсального комплекса инструментов - изобретательских стандартов:

В первую очередь Стандарты Класса 1:

- 1.1.6. Минимальный режим действия на вещество
- 1.1.7. Максимальный режим действия на вещество
- 1.1.8. Избирательно-максимальный режим

- 1.2.1. Устранение вредной связи введением постороннего вещества
- 1.2.2. Устранение вредной связи видоизменением имеющихся веществ
- 1.2.3. Оттягивание вредного действия поля
- 1.2.4. Противодействие вредным связям с помощью поля

Стандарты класса 5 могут быть применены для «усиления воздействия» как приёмов, так и стандартов.

Чем такой подход – комбинирование уже известных ТРИЗ подходов – хорош?

- Позволяет обоснованно предположить, что решение новой проблемы (создания антихрупкости) осуществимо средствами ТРИЗ или их путём их комбинирования
- Достаточно прост и сводит решение проблемы создания эвристик к хорошо известным в ТРИЗ средствам
- Применим в простых ситуациях – как путём применения приёмов/стандартов по одному, так и совместно

Почему же такой подход недостаточен?

- При достаточном количестве потенциально пригодных приёмов неясно – как их комбинировать и использовать:
 - в какой последовательности
 - в каких сочетаниях
 - применительно к какой части системы
- Нет объективных данных или эмпирических наблюдений для выбора и оценки полезности приёмов – ведь ранее в классической ТРИЗ и её последующих модификациях не ставилась задача создания антихрупкости
- Обнаруживается некоторый недостаток рекомендаций – что делать после события. Это представляется понятным, если исходить из логики: лучше предотвратить нежелательное проявление хрупкости, чем затем преодолевать его последствия. Однако, как неоднократно подчёркивает Н.Талеб, антихрупкость систем зачастую достигается за счет хрупкости их отдельных компонентов. Но остаётся неясным вопрос – в каких именно ситуациях такой подход осуществим.
- Не вполне ясна применимость для более сложных, но не менее актуальных ситуаций

Обсуждение результатов

На наш взгляд, слоган Н.Талеба: «...жить счастливо в мире, которого не понимаю» [1] следует отнести к публицистическим преувеличениям. Ведь реально им предложена смена (реконфигурация) понимания: если не «одурачен случайностью», имеем представление о «Чёрном Лебеде» – уже лучше понимание мира. В этой связи становится очевидной возможность существенных дополнений ТРИЗ/РТВ методик преодоления психологической инерции. Ведь в их число не входят методики обращения со случайными величинами, контр-интуитивными вероятностными парадоксами, ловушками

мышления. В настоящее время эта область достаточно подробно разработана [см. 12 - 14].

Отметим другие связи ТРИЗ и концепции антихрупкости систем:

- Идеальный Конечный Результат (ИКР) – одно из важнейших понятий ТРИЗ. Можно считать антихрупкость дополнением к ИКР или идентифицировать как ИКР более высокого, продвинутого уровня. То есть мы не только делаем так, что результат достигается «сам», но закладываем его сохранение и усиление при последующей эксплуатации ТС. То есть это иная задача, которая представляется разрешимой, но она ранее отчётливо не ставилась
- Использование ресурсов – в том числе универсальных (укрепление иммунной системы для противостояния многим болезням вместо использования многообразных, узкоспециализированных и не всегда совместимых лекарств). Возникает задача определения ресурсов и методики их реконфигурации для выполнения непредвиденных ранее функций.
- Применительно к трендам развития систем можно считать антихрупкость полезным дополнением к уже выявленным трендам – по крайней мере как одно из направлений развития в определённых рамках и ситуациях
- Диверсионный анализ (AFD) может быть дополнен новой трактовкой: как определить, что именно и каким образом в технической системе надо снабдить антихрупкими свойствами. При этом следует дополнить основную парадигму AFD - не пытаться предсказать, «изобрести» «Чёрного Лебедя», который по определению не предсказуем), а выделить стратегии и эвристики создания антихрупкости на соответствующих системных уровнях

Всегда ли антихрупкость технических систем является непреложным идеалом? Разумеется, в такой глобалистической постановке сам вопрос, как и ответы на него, не имеют особого смысла. Для ответа на этот вопрос важен «масштаб», границы рассмотрения системы. Например, стеклянный стакан может быть хрупким и разрушаться. Но если имеется отлаженно взаимодействующих пул технологий: технология массового изготовления нового стакана (копирования, да ещё и с инновационными улучшениями); технология хранения; технология доставки в нужное место; технология самовоспроизведения (пресловутый 3D printing) – то тем самым обеспечена антихрупкость процесса «стакано-пользования». Подобным образом устроены системы поддержки работоспособности автомобильных шин и многие другие сервисы - по сути, создаются условия для «бесшовного» или даже улучшенного восстановления после «аварийной» ситуации. Иными словами, этот подход зачастую называют переходом бизнес-модели от продукта к сервису. При осуществлении такого перехода возникают иные задачи, чем при обеспечении антихрупкости на уровне одного конкретного компонента системы.

Заключительные замечания

Концепция антихрупкости систем является полезным и вполне операциональным дополнительным инструментом к имеющимся в арсенале ТРИЗ методикам усовершенствования технических систем. При этом необходимо сделать ряд уточнений по параметрам, системному уровню, временным рамкам и координации проектируемого свойства антихрупкости. Имеющиеся и апробированные в ТРИЗ инструменты вполне пригодны как для дескриптивного объяснения обнаруженных механизмов антихрупкости, так и создания эвристик для проектирования таких систем. Практическое применение ТРИЗ инструментария с последующей корректировкой методик для целенаправленного создания антихрупких технических систем – задача следующих исследований.

Список литературы

1. Талеб Н. Антихрупкость. Как извлечь выгоду из хаоса. Изд-во КоЛибри, 2013 г. 768 сс.
2. Swenson K. Designing for an Innovative Learning Organization; 2013
http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=6658281&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D6658281
3. Фейгенсон Н.Б. Антихрупкость систем и ТРИЗ – существующие вызовы и потенциальные возможности. В сборнике докладов международной конференции «Инструменты создания инноваций для развития предпринимательства». Москва; 14-15 ноября 2014 года.», стр. 164-170
4. Bilgin Ibryam From Fragile to Antifragile Software. THURSDAY, JULY 21, 2016
http://www.ofbizian.com/2016_07_01_archive.html
5. Jones, K. H. Engineering Antifragile Systems: A Change In Design Philosophy. Procedia Computer Science, 2014. 32, 870-875. (доступно :
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050914007042>)
6. M. Lichtman, M. Vondal, T. Charles Clancy et.al. Antifragile Communications Mar 2016; IEEE Systems Journal;
https://www.researchgate.net/publication/289828406_Antifragile_Communications
7. ИСТОРИЯ И ВИДЫ УЗЛОВ. Автор: penrosa: 21 сентября 2014
<http://ucrazy.ru/other/1411232772-istoriya-i-vidy-uzlov.html>
8. Siegel JM Sleep viewed as a state of adaptive inactivity. Nat Rev Neurosci. 2009 Oct;10(10):747-53. doi: 10.1038/nrn2697.
9. <https://www.britannica.com/science/sleep/Functional-theories#ref1061301>
10. Пигарёв И. Висцеральная теория сна. Журнал высшей нервной деятельности, 2013, том 63, № 1, с. 86–104
11. Jackson M.D., Landis E.N., Brune P.F. et al. Mechanical resilience and cementitious processes in Imperial Roman architectural mortar. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2014;111(52):18484-18489. doi:10.1073/pnas.1417456111
12. Канеман Д., Словик П., Тверски А. Принятие решений в неопределенности: Правила и предубеждения. — Харьков: Гуманитарный центр, 2005. — 632 с.
13. Канеман Д. Думай медленно... решай быстро. — М.: АСТ, 2013. — 625 с.

14. Талей Н. Н. Одураченные случайностью. О скрытой роли шанса в бизнесе и в жизни /пер. с англ. С. Филина. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2010.— 320 с.

РАЗДЕЛ 3. Инновации и бизнес **SECTION 3. Innovations and business**

Markov A.M. Inventors, applicants, holders of a patent

Abstract: The article deals with the problems connected with the correct indication of authors in the patent application, the choice of the applicant for obtaining a patent.

Keywords: *inventor, applicant, holder of a patent*

Марков А.М. Авторы, заявители, патентообладатели

Аннотация: В статье рассмотрены проблемы, связанные с правильным указанием авторов в патентной заявке, выбором заявителя на получение патента.

Ключевые слова: *автор, заявитель, патентообладатель*

В процедуре получения патентов, например, патентов на изобретения, часто не придают серьезного значения, кого указать в качестве автора (соавторов), кто должен быть указан заявителем в заявлении на получение патента. Иногда невнимание к этим вопросам может привести к печальным последствиям.

Исключительные права, которые предоставляются патентообладателю (простым языком – владельцу патента) настолько важны, что необходимо приложить все усилия, чтобы патент был надежен, права на него не могли быть оспорены, и чтобы не возникало рисков, связанных с аннулированием патента.

Автор (Авторы)

«Автором изобретения, полезной модели или промышленного образца признается гражданин, творческим трудом которого создан соответствующий результат интеллектуальной деятельности.» Статья 1347 [1]

«Граждане, создавшие изобретение, полезную модель или промышленный образец совместным творческим трудом, признаются соавторами. Каждый из соавторов вправе использовать изобретение, полезную модель или промышленный образец по своему усмотрению, если соглашением между ними не предусмотрено иное.» Статья 1348 [1]

Кто же должен быть указан в качестве автора. Только те лица, кто внес творческий вклад в создание изобретения. Люди, оказавшие автору

техническую, юридическую и финансовую помощь в создании и оформлении прав на изобретение, не являются авторами. Следует понимать, что автором (коллективным автором) считаются все соавторы изобретения (полезной модели, промышленного образца).

Плохо включить лишних людей в качестве автора, но значительно хуже не включить автора, имеющего это право по закону. Такая оплошность, и тем более преднамеренное действие, приведет к тому, что патент может быть аннулирован и после его выдачи. Конечно, никто не будет аннулировать ненужный патент. Но, если изобретение востребовано, приносит серьезный доход, такие действия против него обиженных авторов или конкурентов вполне предсказуемы. Патентные ведомства не проверяют правильность указания авторов и заявителей. Все эти проблемы придется решать в суде.

Когда создается изобретение, авторы работают вместе и между ними согласие. Потом, в процессе реализации изобретения, их пути часто расходятся. Поэтому можно рекомендовать закрепить все решения о распределении будущего вознаграждения или дохода на этом этапе, когда понимается вклад каждого в создание изобретения. Такой подход может исключить возможные споры в будущем. Соглашение всегда можно изменить, если авторы (патентообладатели) в будущем придут к другому пониманию распределения.

Заявитель

«Право на получение патента на изобретение, полезную модель или промышленный образец первоначально принадлежит автору изобретения, полезной модели или промышленного образца.

Право на получение патента на изобретение, полезную модель или промышленный образец может перейти к другому лицу (правопреемнику) или быть ему передано в случаях и по основаниям, которые установлены законом, в том числе в порядке универсального правопреемства, или по договору, в том числе по трудовому договору.» Статья 1357 [1]

Заявитель, указанный в материалах заявки, это будущий патентообладатель. Как закреплено в законе, право стать заявителем имеет автор (все соавторы должны принять коллективное решение). Заявителем могут быть все авторы, один из них, или любое лицо, кому автор передаст право на получение патента.

Право на получение патента может перейти по договору, в частности по трудовому договору, это касается, так называемых «служебных изобретений». Кроме этих случаев, право на получение патента от конкретного автора может перейти в порядке правопреемства, например, наследникам.

В процессе консультаций перед подачей заявки всплывает такой вопрос: «Кому лучше быть заявителем?» На него очень трудно ответить даже в конкретной ситуации. Можно рекомендовать такой принцип. Подумайте, как

лучше для судьбы вашего, конкретного изобретения (полезной модели, промышленного образца). Кто лучше распорядится правами, которые предоставляет патент. В каких случаях больше вероятность внедрения и получения дохода. И так далее.

Всегда существуют риски солидарного распоряжения исключительными правами, предоставляемыми патентом, проще распоряжаться этими правами, когда патентообладатель один.

Например, все авторы, а их много, становятся патентообладателями. По закону, каждый патентообладатель может использовать изобретение. Но автор, как физическое лицо, сам не может производить продукцию. Такое право предоставлено юридическим лицам или индивидуальным предпринимателям. Хорошо, автор организует юридическое лицо. Но это юридическое лицо не имеет права производить продукцию по изобретению, оно не патентообладатель. Значит надо от патентообладателя (а он у нас коллективный) передать право на использование изобретения юридическому лицу по лицензионному договору. Представим, что ситуация хорошая, никаких споров между патентообладателями нет. Просто один из них уехал в джунгли Бразилии на год, и связаться невозможно.

Или патентообладателем становится юридическое лицо и автор. Патент может действовать все двадцать лет, и у юридического лица возникло желание передать права по патенту другому лицу. А автор, патентообладатель, умер, а с наследниками трудно разговаривать...

Патентообладатель

«Патентообладателю принадлежит исключительное право использования изобретения, полезной модели или промышленного образца ... любым не противоречащим закону способом (исключительное право) ... Патентообладатель может распоряжаться исключительным правом» Статья 1358) [1]

Именно патентообладателю принадлежит исключительное право распоряжаться правами, предоставляемые патентом. Не авторам.

Оспаривание и аннулирование патента

Никто не будет оспаривать действие патента, который никому не нужен. Но если он нужен, вполне реальны попытки поиска оснований для его аннулирования.

«Патент на изобретение, полезную модель или промышленный образец может быть признан недействительным полностью или частично в случаях: ...

5) выдачи патента с указанием в нем в качестве автора или патентообладателя лица, не являющегося таковым в соответствии с настоящим Кодексом, либо без указания в патенте в качестве автора или

патентообладателя лица, являющегося таковым в соответствии с настоящим Кодексом». Статья 1398 [1]

Из данной статьи Гражданского кодекса понятно, почему не следует халатно относиться к списку авторов в заявлении на патент. Доказать в порядке судебного спора, что конкретное лицо является автором трудно, но иногда возможно, но доказать, что указанный в заявлении автор на самом деле не является автором, на порядок труднее, если вообще возможно.

Если заявитель был указан неправоммерно, то патент также может быть аннулирован. Например, в случаях, когда изобретение не было служебным, но работодатель подал заявку от своего имени. Вариантов таких неправоммерных действий может быть немало.

Из российской практики уже известны судебные дела, касающиеся рассматриваемых в докладе вопросов. И некоторые из них привели к тому, что патенты были аннулированы.

Список литературы

1. Гражданский кодекс Российской Федерации

Pevzner L. Biological metallurgy

Abstract: The article deals with the development of a new direction in metallurgy - biometallurgy, as the step of the law of transition to a micro-level.

Певзнер Л. Биологическая металлургия

Аннотация: В статье рассмотрено развитие нового направления в металлургии - биометаллургии, как реализации закона перехода на микроуровень.

Известно, что все месторождения железа формируются работой бактерий, которые вытягивают из растворов железо и все железорудные месторождения – останки этих бактерий. Аналогично могут создаваться месторождения других металлов. Исследования и практический опыт показали, что бактерии могут быть эффективно использованы для добычи металлов.

1. Конкреции

В 1878 году британский научный парусник «Челленджер» вернулся из путешествий с загадочными металлическими шишками, которые были подняты с морского дна. Химический анализ показал, что состоят они из марганца и железа. Их так и назвали - железомарганцевые конкреции. Исследования показали, что их месторождения очень велики и находятся на океанском дне в разных

регионах разных океанов. Однако с ростом потребности в качественных сталях выросла и потребность в марганце. Именно поэтому и начались работы по созданию технологий использования конкреций.



Рис. 1. Железомарганцевые конкреции

Анализ районов, в которых были обнаружены конкреции дали ошеломляющие результаты. На дне Тихого океана скопилось около 100 миллиардов тонн железомарганцевой руды. Аналогичны запасы Атлантического и Индийского океанов.

Но как появились эти «месторождения»? Их возникновение связано с продуктами жизнедеятельности морских бактерий «микрообогатителей». Это металлогенные бактерии, способные извлекать из воды и концентрировать марганец.

В лабораторных условиях эти бактерии показали высокую работоспособность: за две-три недели они создавали марганцевые конкреции величиной 2-3 мм. Казалось бы это очень медленно. Зато за многие годы можно получить вполне значительные урожаи.

Вы скажете – это медленно! Но ведь и сады высаживаются с расчетом на десятилетия, и лес высаживают, понимая, что «урожай» будет через 60-80 лет. Люди учатся мыслить на большие перспективы.

2. Бактерии для добычи меди

В начале XXI века В штате Юта (США) были выработаны и закрыты медные рудники. В целях безопасности их затопили. Каково же было удивление хозяев, когда они через два года начали откачивать воду, и в ней оказалось много меди. Из нее извлекли 12 тысяч тон меди. Вскоре аналогичные технологии применили в Мексике и тоже успешно. Исследования показали, что причиной этого явления стали бактерии. Они с удовольствием поедают нерастворимые сульфиды меди, переводя их в растворимые

соединения. Более того, эксперименты показали, что если при обычном химическом окислении за 24 дня из медьсодержащей руды халькопирита выщелачивается только 5% меди, то при наличии бактерий за 4 дня извлекается 80% меди. Разумеется, это при оптимальных условиях – 30-35 С и тщательно измельченная руда. Но все равно, результаты впечатляют. А главное, бактерии могут работать прямо в почве, без грунтовых работ, да еще при малых содержаниях металла в руде. Достаточно просто орошать почву водой с бактериями, а потом в шахте под месторождение собирать воду с растворенной медью.

Промышленные эксперименты в разных странах показали эффективность этого метода при разработке отвалов рудных месторождений, повторном использовании выработанных месторождений и разработке месторождений с низким содержанием металла.



Рис. 2. Фото медных шахт Асио (Хонсю, Япония)

Например, в Мексике на месторождении Кананеа отвалы составляли около 40 миллионов тонн. Содержание меди в них было всего 0,2%. То есть обычное обогащение было нерентабельным. Тогда попробовали орошать их шахтной водой, стекающей в подземные резервуары. И о чудо! Всего за месяц из стоков было добыто 650 тонн металла.

В России промышленная установка по бактериальному выщелачиванию меди из отвалов и отработанных карьеров начала действовать на Урало-Дегтярском руднике еще 1964 году.

Исследования показали, что разные микроорганизмы способны извлекать и другие металлы – уран, золото, германий, рений, галлий, индий, таллий, цинк, никель, кобальт, титан, алюминий. Пока есть достаточно значительные месторождения металлов, которые можно интенсивно использовать в традиционной металлургии, биологическая

металлургия экономически не оправдана. Но с выработкой богатых месторождений этих ископаемых, методы биологической добычи могут стать актуальными. Тем более что у такого метода добычи есть большие преимущества:

- не нужно держать под землей шахтеров,
- отпадает необходимость в заводах по обжигу и обогащению медной руды.

3. Бактерии, добывающие литий

Американские химики из Университета Южной Флориды разработали технологию использования плесени для получения лития из отслуживших свой срок аккумуляторов. С учетом того объема литиевых аккумуляторов, которые используются в настоящее время, такая технология крайне актуальна. Более того, анализ показал, что аналогично может быть организована добыча кобальта из старых аккумуляторов.

В своих разработках ученые использовали три штамма грибов: *Aspergillus niger*, *Penicillium simplicissimum* и *Penicillium chrysogenum*. Эти бактерии были выбраны, как доказавшие свою эффективность в области извлечения металлов из других видов отходов.

Технология извлечения металлов выглядит достаточно просто. Катоды старых аккумуляторов измельчались, а в измельченный концентрат помещались плесневые грибы. Эти грибы вырабатывали щавелевую и лимонную кислоты, которые и "извлекали" из катода кобальт и литий.

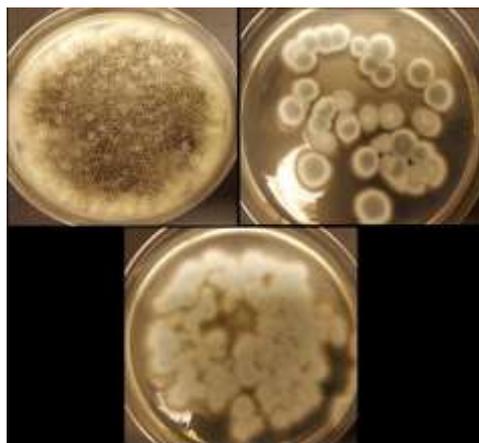


Рис. 7. Колонии бактерий при добыче лития

В настоящее время применение грибов позволяет извлечь из концентрата до 85% лития и до 48% кобальта. Но это только часть технологии. Металлы находятся в жидкой кислотной среде, и необходимо разработать технологию их от кислоты.

То, что бактерии способны извлекать литий и кобальт из отходов – большой шаг в создании бактериальной металлургии.

4. Тенденции к освоению все более и более бедных месторождений.

По мере истощения богатых месторождений, начинается использование более бедных месторождений, которых гораздо больше. Но при этом приходится привлекать другие технологии добычи. Проследим эту тенденцию на нескольких примерах.

4.1. Железо.

Сначала железо выплавлялась из богатых руд. В России это были гора Высокая и Благодать (Урал), а также другие месторождения, где были чистые железные руды. Аналогичны были месторождения в средневековой Англии и Германии. Но скоро богатые месторождения были исчерпаны. Теперь руда добывается на Качканарском, Соколовско-Сарбайском месторождениях, Курской магнитной аномалии. Но руды там более бедные, поэтому добытая руда поступает на обогатительные комбинаты, где получается железорудный концентрат. Аналогичны месторождения в Австралии, Индии, Пакистане, Бразилии, Китае и других странах.

4.2. Нефть.

Первые месторождения нефти выходили на поверхность самостоятельно или при неглубоком бурении под собственным давлением. Постепенно эти месторождения были исчерпаны, и добывать стали из более глубоких месторождений и с морского дна. Но и они стали недостаточными. Тогда появилась технология добычи сланцевой нефти из бедных месторождений.

Итак, с развитием технологий проявляется тенденция постепенного перехода добычи от использования богатых полезными ископаемыми месторождений к более бедным, зато более обширным по масштабам.

5. Тенденция перехода к более длительным по срокам инвестициям и более значительным инвестициям

С развитием общества, в обществе с одной стороны исчерпываются богатые доступные материальные природные ресурсы, с другой стороны

возрастают материальные ресурсы, которые можно вкладывать в долгосрочные проекты.

Долгое время человек хищнически вырубал леса, считая, что они вполне самовосстанавливаются. Но с ростом объемов вырубок, самовосстановления стало невозможным. И тогда законодательно были установлены правила лесовосстановления. Теперь в Канаде и США лесовосстановление по площади выравнивается с лесозаготовками. То есть, создан цикл производства древесины, когда возврат инвестиций осуществляются через десятилетия.

Добыча газа и нефти все больше удаляется от мест переработки (Западно-Сибирские болота, Ямал). Значительные и долголетние инвестиции приходится делать в систему газо- и нефтеперекачки.

Получения электроэнергии из возобновляемых источников требует больших инвестиций, которые требуют больших сроков возврата.

С учетом сказанного, можно предположить, что большие инвестиции в биометаллургию, как перспективное направление, вполне возможны, хотя и будут возвращаться через длительное время.

Выводы

1. Биометаллургия – новая технология, являющаяся шагом в законе перехода на микроуровень в металлургии.
2. Бактерии способны активно разрушать нерастворимые соединения металлов, переводя их в растворимое состояние. Это и используется в биометаллургии.
3. Использование бактерий позволяет перевести процесс подготовки месторождений и технологию добычи ценных ископаемых на микроуровень, что соответствует законам развития технических систем.
4. Пока есть богатые месторождения металлов, руду которых выгодно использовать в традиционных промышленных процессах – выплавление, выщелачивание и других, промышленное использование биометаллургии оказывается экономически оправданным только при извлечении металлов из брошенных выработок и отвалов. Это связано с наличием готового ресурса – под землей уже есть коммуникации, из которых можно откачивать обогащенную металлом воду. Но с развитием сланцевых технологий, аналогичные методы создания дешевых подземных трубопроводов, могут быть созданы и при добыче металлов. При этом для бедных месторождений они могут стать экономически оправданными.
5. Можно уверенно предсказывать, что с течением времени, с выработкой богатых месторождений, значение биометаллургии будет возрастать. Это соответствует тенденция сразу двум законам развития техники:
 - закону перехода на микроуровень - работают бактерии вместо механической добычи;

- закон вытеснения человека из системы – практически добыча может осуществляться без участия людей чисто автоматизированным производством.

б. Человечество уже научилось работать с долгосрочными инвестициями в экологически значимые процессы и использование природной среды без нанесения ущерба для природы. Биометаллургия может занять достойное место среди промышленности будущего.

Rubin M. S., Kuryan A. G. TRIZ-Navigator for Business Models

Abstract: The article provides a brief overview of research of 150+ existing business models, including inventive problems solved by them. The article also contains a definition of the business system model and the key drivers and lines of business system evolution. The article describes the concept of TRIZ-navigator for business models.

Keywords: *business model, business system, contradiction in property, contradiction TRIZ-navigator for business models*

Рубин М.С., Курьян А.Г. ТРИЗ-навигатор по бизнес-моделям

Аннотация: В статье представлен краткий обзор исследования 150+ существующих бизнес-моделей, в том числе, изобретательские задачи, решенные с их помощью. Статья содержит описание обобщенной модели бизнес-системы и основных драйверов, и линий ее эволюции. В статье также приведено описание концепции ТРИЗ-навигатора бизнес-моделей.

Ключевые слова: *бизнес-модель, бизнес-система, противоречие свойства, противоречие требований, ТРИЗ-навигатор бизнес-моделей.*

1. Введение

Нас окружают разнообразные технические системы, которые постоянно влияют на нашу повседневную жизнь: здания формируют для нас комфортную среду для обитания, одежда защищает наше тело от окружающей среды, транспортные системы позволяют нам быстро перемещаться по суше (автомобили, поезда), морю (корабли), воздуху (воздушные шары, самолеты, вертолеты) и даже существовать и перемещаться в космосе (космические ракеты и станции). Информационные и коммуникационные системы позволяют нам мгновенно связываться и общаться с людьми, находящимися на значительных расстояниях от нас, обмениваться с ними информацией.

Развитие техники является одним из ключевых факторов развития нашей цивилизации. В авангарде развития техники находятся инженеры, которые

занимаются постоянным совершенствованием существующих и изобретением новых технических систем.

Недостаточно придумать и сделать новую техническую систему. Человечество почувствует эффект от нее лишь тогда, когда большое количество людей сможет воспользоваться этой технической системой в своей жизни. Мы здесь имеем дело с задачей тиражирования технических систем, обеспечения доступа к ним большому количеству людей. На заре развития цивилизации задачу тиражирования решали ремесленники, производящие товары, и торговцы, которые доставляли товары из одних регионов в другие. Сегодня задачу тиражирования решает бизнес: от индивидуальных предпринимателей и маленьких компаний, ведущих свой бизнес на какой-то небольшой территории (на улице или в городе), до транснациональных корпораций, таких как Amazon, Google, Tesla Motors, которые работают глобально и постоянно находятся в контакте со своими потребителями во всем мире.

Традиционный взгляд на бизнес сегодня состоит в том, что предприниматели и бизнесмены создают компании для того, чтобы заработать много денег. Часто в литературе по бизнесу основная цель компании или бизнеса [1] формулируется как получение дохода или прибыли. При этом упускается из вида та полезная функция, которую выполняет бизнес для человечества – создание и тиражирование продуктов (товаров и услуг) для большого количества людей. С этой точки зрения бизнес решает важную общественную задачу – улучшение жизни людей, удовлетворение их потребностей.

Важной особенностью современного состояния бизнеса в мире является большое количество изменений: способов создания и ведения бизнеса, методов привлечения покупателей и создания отношений с партнерами по бизнесу и т.п. Открываются новые компании, разоряются и закрываются существующие компании, некоторые компании демонстрируют стабильный рост в течение длительных периодов времени, другие компании теряют свои позиции в рейтингах и биржевых списках. Согласно текущим данным Управления по делам малых бизнесов (United States Small Business Administration – SBA), в среднем, около 570 тысяч малых бизнесов открываются и около 600 тысяч закрываются каждые двенадцать месяцев [2]. По данным Всемирного банка, за первый год закрывается половина новых предприятий, а спустя 3 года – 92-93%, а 5 лет могут отпраздновать только 3%. Все эти факты свидетельствуют о том, что бизнес представляет собой быстро и сильно изменяющуюся среду с большими рисками. В связи с этим обостряется потребность в создании правильных решений в бизнесе.

Аналогично тому, как Генрих Альтшуллер сформулировал в ТРИЗ [3] принципы развития технических систем, мы сформулировали гипотезу о том,

что развитие бизнеса происходит в соответствии с некоторыми объективными законами, а также о том, что отдельные шаги эволюции бизнеса происходят через возникновение, обострение и устранение противоречий требований. В случае подтверждения этой гипотезы мы видим предпосылки для расширения области применения ТРИЗ на сферу бизнеса и оснащения предпринимателей и бизнесменов инструментом для решения изобретательских задач.

В своих исследованиях мы рассматриваем бизнес с точки зрения создания и тиражирования продуктов (товаров и услуг). В том числе, нас интересуют вопросы, касающиеся того, как устроен бизнес, который решает указанную задачу, как он рождается, развивается и совершенствуется.

В качестве объекта исследования мы выбрали бизнес-модели, которые, с одной стороны, описывают, как устроена компания (или организация), делающая бизнес, а с другой стороны, как они используются для разработки изменений, которые должны быть внесены в компанию для совершенствования ее деятельности.

В рамках наших исследований мы собираем и анализируем различные бизнес-модели, а также восстанавливаем исходные изобретательские задачи, которые решались посредством той или иной бизнес-модели. Важной особенностью бизнес-моделей, отобранных нами для анализа, является то, что они были применены на практике в одной или нескольких компаниях, часто относящихся к различным сферам бизнеса.

В данной статье мы представляем краткий обзор существующих подходов к бизнес-моделям, результаты анализа 150+ известных бизнес-моделей, анализ изобретательских задач в них, предварительные выводы, сделанные по результатам нашего анализа, а также концепцию ТРИЗ-навигатора бизнес-моделей.

2. Обзор существующих подходов к бизнес-моделям

Сегодня бизнес существует в самых разнообразных формах. Это может быть индивидуальный предприниматель, малая компания, состоящая из нескольких сотрудников, огромная транснациональная корпорация, имеющая подразделения по всему миру, краткосрочное или долгосрочное объединение людей и компаний, собирающихся вместе для решения какой-то задачи.

В качестве основного строительного блока в бизнесе выступает компания. Отдельные компании формируют общую бизнес-экосистему для того, чтобы совместно разрабатывать, производить и доставлять продукты (товары и/или сервисы) конечным потребителям. При этом отдельная компания может располагаться в разных местах единой цепочки создания ценности. Некоторые компании находятся в конце цепочки и непосредственно взаимодействуют с конечными потребителями (B2C), другие компании находятся в середине

цепочки создания ценности и поставляют свою продукцию другим компаниям (B2B).

Бизнес-модель описывает, как компания создает, доставляет и удерживает ценность в экономическом, социальном, культурном или ином контексте [4]. Другими словами, бизнес-модель описывает как компания должна быть устроена и вписана в соответствующую бизнес-экосистему, какое место она занимает в единой цепочке создания ценности, как она должна функционировать, чтобы создавать продукты (товары и услуги), приносящие пользу потребителям.

Известно несколько подходов к описанию бизнес-модели компании.

2.1. Шаблон бизнес-модели Гассмана

Бизнес-модель Гассмана состоит из четырех элементов (измерений), и автор [5] представляет ее в форме «волшебного треугольника» (рис. 1):

1. Клиент — кто наши целевые клиенты? Важно точно понимать, на какие потребительские сегменты нужно нацеливаться, и какие из них будут или не будут охвачены бизнес-моделью.
2. Ценностное предложение — что мы предлагаем клиентам? Это измерение включает в себя определение предложения вашей компании (товаров и услуг) и описание того, как вы удовлетворяете потребности целевых покупателей.
3. Цепочка создания стоимости — как мы создаем свои продукты? Чтобы реализовать ценностное предложение, необходимо выполнить ряд процессов и действий. Указанные процессы и действия в сочетании с соответствующими ресурсами и средствами, а также их распределение по цепочке создания стоимости составляют это измерение бизнес-модели.



Рис. 1. Бизнес-модель Гассмана

4. Механизм извлечения прибыли — почему компания генерирует прибыль? Это измерение, включающее такие аспекты, как структуры затрат и механизмы генерирования выручки, раскрывает, что именно делает бизнес-модель финансово жизнеспособной. Оно дает ответ на главный вопрос, который следует задать любой компании: каким образом мы создаем стоимость для акционеров и заинтересованных лиц? Или говоря проще: почему бизнес-модель эффективна с коммерческой точки зрения?

Авторы следующим образом формулируют цель данной схемы: помочь составить максимально четкое представление о потребительских сегментах, ценностном предложении, цепочке создания стоимости и механизме извлечения прибыли, формирующих бизнес-модель, и в то же время заложить основу для будущих инноваций [5].

Бизнес-модель Гассмана позволяет описать, каким образом отдельная компания ведет свой бизнес.

2.2. Шаблон бизнес-модели Остервальдера

Шаблон бизнес-модели Остервальдера [6] также предназначен для описания компании и включает 9 компонентов (см. рис. 2).

Шаблон бизнес-модели Остервальдера имеет несколько существенных отличий от бизнес-модели Гассмана:

1. В шаблоне Остервальдера потребители включены в состав бизнес-модели. Для описания потребителей используется 2 компонента: потребительские сегменты и взаимоотношения с клиентами.



Рис. 2. Шаблон бизнес-модели Остервальдера

2. Механизм извлечения прибыли из модели Гассмана в шаблоне Остервальдера разделен на 2 компонента: потоки поступления доходов и структура издержек.

3. Цепочка создания ценности бизнес-модели Гассмана в шаблоне Остервальдера также разбита на несколько отдельных компонентов: ключевые партнеры, ключевые процессы, ключевые ресурсы, каналы сбыта. Важной отличительной особенностью шаблона бизнес-модели Остервальдера является то обстоятельство, что ее рамки распространяются за границы компании; составными компонентами шаблона Остервальдера являются ключевые партнеры, т.е., другие компании, у которых данная компания приобретает ресурсы для производства своих продуктов (товаров и услуг), а также клиенты.

2.3. Шаблон бизнес-модели 8К

Шаблон бизнес-модели 8К предложен Александром Паньковым и Дмитрием Хохловым [7] в качестве инструмента для разработки стратегии компаний. По своему компонентному составу он очень похож на шаблон бизнес-модели Остервальдера. Непринципиальные отличия от шаблона Остервальдера состоят в следующем:

- 1) Вместо потребительских сегментов в шаблоне Остервальдера, которых может быть более одного, в шаблоне 8К рассматриваются только ключевые клиенты;
- 2) Вместо ценностного предложения в шаблоне Остервальдера в шаблоне 8К рассматривается конкурентное преимущество, т.е. по сути, отличие ценностного предложения компании от ценностных предложений конкурентов;
- 3) В шаблоне 8К отсутствует компонент «взаимоотношения с клиентами», который отвечает за повторные продажи товаров потребителям.

Все авторы представленных бизнес-моделей выделяют 2 сферы применения бизнес-моделей: с одной стороны, бизнес-модель позволяет понять, каким образом сейчас устроена и функционирует компания (КАК ЕСТЬ); с другой стороны, бизнес-модель применяется для проектирования изменений в компании с целью совершенствования ее деятельности (КАК НАДО). Такое изменение компании (КАК ЕСТЬ -> КАК НАДО) можно рассматривать как отдельный шаг эволюции как самой компании, так и всей бизнес-экосистемы, в которую входит рассматриваемая компания.

3. Изобретательская задача в бизнес-модели

С точки зрения ТРИЗ изменение, описываемое посредством бизнес-модели КАК НАДО, можно рассматривать как решение некоторой изобретательской задачи. Исследуя бизнес-модель КАК НАДО, мы можем восстановить исходное противоречие требований и противоречие свойства, которое было устранено в рамках этой бизнес-модели. Для восстановления противоречия мы применяли методы реверсивного анализа требований [8] и Value-Conflict Mapping Plus [9].

Например, бизнес-модель «Краудфандинг» связана с финансированием того или иного проекта большим количеством частных лиц. Сбор средств начинается с объявления, знакомящего общественность с проектом, который нуждается в финансовых вливаниях. Большинство так называемых «краудфандеров» - это частные лица или частные группы, которые по собственному усмотрению выбирают суммы для инвестирования в тот или иной проект. В обмен на финансовую поддержку жертвователи получают определенное вознаграждение, так или иначе с ним связанное: готовый продукт, полученный в результате реализации проекта, или специальные дополнительные преимущества, например, бонусные материалы [5].

Традиционный способ сбора денег (бизнес-модель КАК ЕСТЬ) состоит в том, что сначала компания производит продукт и доставляет его потребителям, а потребители производят оплату при получении продукта. В бизнес-модели «Краудфандинг» (КАК НАДО) предлагается способ, по которому частные лица собирают деньги заранее, а продукт (или какое-то другое вознаграждение, например, скидку на продукт) люди получают после того, как продукт будет произведен. Соответственно, проблема, которую решает бизнес-модель КАК НАДО, связана со способом оплаты, точнее, с моментом времени, когда компания получает оплату за продукт. В бизнес-модели «Краудфандинг» предлагается сначала получить оплату за продукт, и использовать полученные средства для производства продукта и поставки ее потребителям.

Отталкиваясь от этого, мы можем восстановить противоречие свойства, которое присутствовало в бизнес-модели КАК ЕСТЬ:

Нужно получить оплату после того, как продукт произведен и доставлен потребителю, чтобы потребитель при покупке осуществлял оплату привычным способом; но нужно получать оплату за продукт заранее, чтобы иметь средства для производства продукта.

Мы собрали коллекцию из 150+ различных бизнес-моделей, содержащих описание предлагаемых изменений в каких-то компонентах, и восстановили исходную изобретательскую задачу и, соответственно, исходное противоречие, которое было устранено посредством предложенных изменений. Ряд бизнес-моделей содержит изменения, которые касаются нескольких разных компонентов бизнес-модели.

Например, бизнес-модель «Магазин в магазине» предполагает, что розничные продавцы или поставщики услуг открывают свой независимый магазин в магазине другой компании. Интегрированный бизнес, как правило, имеет полное право выбирать собственный ассортимент и дизайн торгового места в соответствии со своими предпочтениями, так что бренд никак не страдает. Существование подобных комбинаций отличается возросшей эффективностью, благотворно сказывающейся на обеих сторонах. Заведение-

хозяин выигрывает от притока покупателей, привлеченных товарами или услугами мелкого магазина, и от получения арендной платы. Мелкий магазин выигрывает от того, что его бренд представлен в активной торговой или рабочей зоне, а также от относительно дешевых ресурсов вроде площади и персонала [5].

В бизнес-модели «Магазин-в-магазине» изменения затрагивают ассортимент предлагаемых потребителям продуктов, а также место контакта компании с потребителями. Соответственно, при анализе данной бизнес-модели мы можем восстановить 2 исходных противоречия и соответствующие изобретательские задачи:

Противоречие свойства 1. Ассортимент должен быть узким, чтобы максимизировать доход на единицу; ассортимент должен быть широким, чтобы удовлетворять потребностям большего количества потребителей.

Противоречие свойства 2. Нужно иметь много магазинов в разных местах, чтобы привлекать большее количество потребителей; нужно иметь мало магазинов (вообще не иметь собственных магазинов), чтобы уменьшить расходы на создание и содержание системы продаж.

Вот несколько примеров использования бизнес-модели «магазин в магазине»:

Deutsche Post, немецкая почтовая служба является одним из новаторов концепции «Магазин в магазине». Содержание почтовых отделений обходится в копейчку. Возникающие, как грибы после дождя, частные курьерские службы и логистические компании плюс все более частое использование электронной почты представляют серьезную угрозу, и владение почтовым отделением зачастую совершенно неоправданно. В связи с чем Deutsche Post решила размещать стойки в некоторых супермаркетах и торговых центрах. Там можно без проблем получить или отправить посылки и письма, поэтому клиенты только выигрывают от большого числа пунктов почтовых услуг. Прибегая к партнерству с магазинами и различными заведениями, Deutsche Post увеличивает охват и доступность своих услуг вместе с клиентской базой и доходом за счет удобных и многочисленных «магазинов в магазине».

Основные компоненты бизнес-модели, в которых мы обнаружили и восстановили изобретательские задачи и противоречия, это:

- Продукт и его характеристики, которые включают не только характеристики технической системы или процесса, лежащего в основе продукта, но и ассортимент, цену продукта;
- Способ получения оплаты за продукт;
- Потребительский рынок и его структура (сегменты, группы потребителей и т.п.);

- Бизнес-экосистема (цепочка создания ценности, структура компаний и организаций, составляющих бизнес-экосистему).

3.1. Бизнес-экосистема и противоречия в ней

Бизнес-экосистема представляет собой сеть организаций, включая поставщиков, дистрибьюторов, клиентов, конкурентов, правительственные учреждения и т. д., участвующих в создании, производстве и поставке конкретного продукта или услуги через конкуренцию и сотрудничество. Идея заключается в том, что каждый бизнес (компания или организация) в экосистеме влияет и подвергается воздействию других, создавая постоянно меняющиеся отношения, в которых каждый бизнес должен быть гибким и адаптируемым для выживания, подобно тому как это происходит в биологической экосистеме.

В бизнес-экосистеме участники (акторы) взаимодействуют друг с другом, формируя потоки материальных и нематериальных объектов: потоки товаров и сервисов, денег и кредитов, данных и знаний, материальных и нематериальных активов. Один из основных потоков в бизнес-экосистеме – это поток товаров и сервисов, который также называется цепочка создания ценности.

Основным драйвером эволюции бизнес-экосистемы является снижение (минимизация) совокупных общественных затрат на создание и тиражирование продуктов и/или услуг. Соответственно, перестройка отношений между акторами бизнес-экосистемы, прежде всего, цепочки создания ценности, происходит в соответствии с действием указанного драйвера.

Распространенными изобретательскими задачами, связанными с развитием цепочки создания ценности в бизнес-экосистеме, являются следующие:

Противоречие свойства 1.

В рамках компании необходимо выполнять максимальное количество процессов и операций цепочки создания ценности, чтобы создавать, производить и доставлять продукты потребителям;

необходимо выполнять минимальное количество процессов и операций, чтобы сократить затраты и время на создание, производство и доставку продуктов потребителям.

Противоречие свойства 2.

Компания должна иметь много ресурсов (например, сотрудников) и систем (в, т.ч. систему разработки продукта, систему производства, систему сбыта, логистику и т.п.), чтобы производить и доставлять продукт большому количеству потребителей по всему миру; компания должна иметь малое количество ресурсов и систем, чтобы снизить затраты и время на их создание.

Противоречие свойства 3.

Компания должна производить большое количество единиц продукта (большой объем производства), чтобы удовлетворить потребности как можно большего количества потребителей;

Компания должна производить малое количество единиц продукта (малый объем производства), чтобы снизить количество денежных средств, «замораживаемых» в производстве.

В прошлом такие противоречия устранялись путем создания больших и сложных в управлении организаций от крупных транснациональных корпораций до концернов, производственных объединений, синдикатов, трестов [10] и т.п. Современные бизнес-модели позволяют формировать бизнес-экосистему более динамично и быстро.

Так, бизнес-модель «Франчайзинг» [6] позволяет компании очень быстро расширить свой бизнес в географическом плане путем продажи другим компаниям (франчайзи) право использовать свою бизнес-модель, и при этом у нее не возникает необходимости задействовать собственные ресурсы или брать на себя все риски.

Множество известных ресторанных сетей, включая McDonalds, Subway, Pizza Hut и KFC, применяют бизнес-модель «Франчайзинг» для своего роста. Функционируя более чем в ста странах, Subway на сегодняшний день является одной из самых быстрорастущих франчайзинговых сетей в мире. Франчайзи перенимают бизнес-концепцию Subway и воплощают ее в жизнь в ресторанах в самых разных местах по всему миру. Меню варьируется от страны к стране, что позволяет компании учитывать местные вкусы и традиции и охватывать больше клиентов.

Бизнес-модель «Дирижер» [5] предполагает, что компания сосредотачиваются на своих ключевых аспектах специализации. Любая деятельность в рамках цепочки создания ценности, не относящаяся к этим аспектам, передается на аутсорсинг профессиональным поставщикам услуг, которые обладают требуемыми навыками для ее успешного осуществления.

Компания China's Li & Fung получает заказы от таких солидных клиентов, как Toys R Us, Abercrombie & Fitch и Walmart, на производство и разработку самых разнообразных товаров, от игрушек до модных аксессуаров и одежды. Сама Li & Fung не занимается производством, но зато управляет всемирной сетью из более чем 10 000 поставщиков, которые выполняют ее заказы. Не владея ни единой фабрикой, Li & Fung каждый год получает миллиардные доходы.

Бизнес-модель «Открытый бизнес» [5] зачастую означает фундаментальный сдвиг парадигмы в бизнес-логике компании. Открытость означает участие внешних партнеров в обычно закрытых процессах создания стоимости, таких как исследования и разработки. Подобное сотрудничество не

выливается в какую-то одну конкретную форму, но, основываясь на концепции совместной работы, разительно отличается от классических отношений «клиент — поставщик». Компании, руководствующиеся шаблоном «Открытый бизнес», стараются оставлять в рамках своей модели рентабельные ниши для потенциальных партнеров, предоставляя тем возможность самостоятельно заниматься доходным бизнесом.

В 2001 г. фармацевтическая компания Eli Lilly, хоть и принадлежащая к традиционно закрытой сфере, открыла платформу InnoCentive. Это площадка для исследователей со всего мира, где они могут предлагать способы решения текущих задач компании и получать за это финансовое вознаграждение. В 2005 г. InnoCentive обрела самостоятельность и сегодня открыта для любых компаний, нуждающихся в разрешении проблем, связанных с инновационной деятельностью. С момента основания InnoCentive более 300 000 зарегистрированных пользователей предложили свои решения, а общая сумма выплаченных им вознаграждений превысила \$40 млн.

Компания IBM трансформировалась из поставщика товаров в поставщика услуг. Она прекратила разработку собственной операционной системы и стала активно участвовать в продвижении открытой операционной системы Linux. Благодаря такому ходу IBM на 80% сократила расходы на разработку, в то время как продажи серверов, на которых весьма благоприятно сказалась идеальная совместимость с бесплатной операционной системой Linux, заметно выросли. Глубокие знания IBM системы Linux помогли процветанию ее нового направления – оказания услуг, и смена вектора компании, пришедшаяся на конец 1990-х, во многом была обусловлена бизнес-моделью «Открытый бизнес».

4. Бизнес-система. Эволюция и линии развития

На основе анализа изобретательских задач, решенных посредством бизнес-моделей, мы разработали модель бизнес-системы, которая отличается от бизнес-моделей, предложенных в [5,6,7] тем, что включает в свой состав не только отдельную компанию, но и всю бизнес-экосистему, т.е., все компании, формирующие цепочку создания ценности вплоть до конечных потребителей продукта.

Бизнес-система – это система, состоящая из производящих и продающих продукты (товары и сервисы) компаний и организаций, из покупателей, приобретающих и использующих эти продукты и рыночных отношений между организациями и покупателями, построенных на свободном обмене ценностями (см. рис. 3).

Бизнес-система взаимодействует с внешней средой (материальной и нематериальной). Из внешней среды бизнес-система потребляет ресурсы для формирования и функционирования компаний и организаций, а также

покупателей и рыночные отношения. В свою очередь бизнес-система сама изменяет внешнюю среду.

Ключевой операцией в бизнес-системе является операция обмена ценностями – купля-продажа товара или услуги. Покупатель от продавца получает ценность товара/услуги, а продавец – деньги или иную ценность. Товары/услуги характеризуются двойственной природой: они одновременно являются носителями и каких-то полезных функций для покупателя, и финансово-экономической ценностью для продавца (производителя). Подробнее об операции обмена в бизнес-системе см. [11]. Важная особенность деятельности бизнес-системы состоит в том, что бизнес-система совершает данную операцию с большим количеством покупателей: чем больше таких покупателей, тем выше эффективность каждой отдельной операции обмена в бизнес-системе.

Мы рассматриваем в качестве главной полезной функции бизнес-системы функцию тиражирования операций обмена в бизнес-системе, что приводит к тиражированию пользы. При этом функции передачи продуктов потребителям и получения оплаты от покупателей относятся к основным функциям бизнес-системы, необходимым для выполнения главной функции.

Бизнес-система включает следующие основные компоненты:

- Потребительские рынки, покупателей и конечных потребителей продукта. Этот компонент позволяет получить ответ на вопрос: зачем существует данная бизнес-система?
- Ценностное предложение, которое рассматриваемая бизнес-система предоставляет покупателям и потребителям.
- Ценностные предложения, которые предоставляют этим же потребителям конкуренты.
- Продукт, который лежит в основе ценностного предложения бизнес-системы. Продукт может существовать в виде материальных объектов (товары, технические системы) и/или в виде сервисов (процессы). Продукт отвечает на вопрос: что предлагает бизнес-система конечным потребителям?
- Бизнес-экосистема, включающая компании и организации, которые формируют цепочку создания ценности для создания и доставки продуктов конечным потребителям. Бизнес-экосистема отвечает на вопрос: как бизнес-система удовлетворяет потребности потребителей?
- Схема оплаты относится к бизнес-экосистеме и определяет, каким образом потребители приобретают продукты.
- Схема тиражирования также относится к бизнес-экосистеме и определяет объемы и способы тиражирования продуктов в бизнес-системе.



Рис. 3. Модель бизнес-системы

К бизнес-экосистеме также относятся взаимодействия между компаниями и организациями, которые ее формируют. Речь идет о взаимодействиях, связанных с созданием продукта, а также взаиморасчетами (схемой затрат) между участниками бизнес-экосистемы.

Если мы посмотрим на эволюцию бизнес-системы в контексте ее главной полезной функции, то мы можем увидеть, что направление этой эволюции – это увеличение суммарной пользы, которую приносит бизнес-система людям как за счет увеличения пользы для отдельного человека, так и за счет количества людей, которые получают такую пользу.

Анализ бизнес-моделей с точки зрения решения изобретательских задач позволил нам выделить некоторые линии развития бизнес-системы. Мы рассматривали, каким образом при решении изобретательских задач в бизнес-системах происходило изменение компонентов бизнес-системы. Для тех компонентов бизнес-системы, которые изменяются в нескольких бизнес-моделях, мы сформировали коллекции таких бизнес-моделей и объединили их в линии развития.

В настоящее время выделены следующие линии развития бизнес-системы:

- Линии развития бизнес-экосистемы
 - BUS.4.1. Линии формирования цепочек создания ценностей (ЦСЦ) в бизнес-экосистеме
 - BUS.4.2. Линия формирования структуры организации
- Линии развития продукта
 - BUS.4.3. Линия объектов бизнеса.
 - BUS.4.4. Линия цены и оплаты
 - BUS.4.5. Линия ассортимента
- Линии развития потребительского рынка

BUS.4.6. Линия развития потребительского рынка

BUS.4.7. Линия развития покупателя.

BUS.4.1. Линии формирования цепочек создания ценности (ЦСЦ) в бизнес-экосистеме

Бизнес-экосистема формируется вокруг цепочки создания ценности, которая заканчивается на конечных потребителях. Типовая изобретательская задача, с которой сталкивается бизнес при формировании ЦСЦ – это задача, связанная с большим количеством процессов и операций в рамках ЦСЦ: если все процессы и операции ЦСЦ создавать своими силами, то это требует много денег и времени; если привлекать ресурсы других компаний, то это приводит к потере контроля, созданию благоприятных условий для копирования и, соответственно, появлению конкурентов, и другим нежелательным эффектам. Эта общая задача разбивается на частные задачи для различных компонентов и подсистем ЦСЦ: разработка продукта, производство, логистика, система продаж, система сервисного обслуживания потребителей и т.п.

Так, с разработкой продукта связан ряд задач, которые решаются посредством соответствующих бизнес-моделей: копирование известного продукта; внесение небольших изменений в известный продукт; разработка продукта с противоположными характеристиками; разработка дополняющих продуктов; защита интеллектуальной собственности (ИС) и продажа лицензий; открытые инновации – заказ идей на стороне; формирование открытых сообществ для придумывания идеи новых продуктов; выполнение разработки и модернизации продукта после оплаты покупателем; краудсорсинг; приобретение лицензий сторонних организаций; разработка новых продуктов как отдельный вид бизнеса для компании.

В производстве продукта и логистике применяются следующие бизнес-модели: формирование технологии тиражирования; производство собственными силами с заказом комплектующих у партнеров; себе оставляют только ключевые операции и общую координацию ЦСЦ, а остальные производственные и логистические операции передаются партнерам; контроль качества выполняется при помощи сообществ пользователей; вместо создания собственного бренда используется уже имеющийся бренд производителя каких-либо компонентов продукта; массовая кастомизация; размещение производств ближе к потребителям, ресурсам и дешевой рабочей силе; часть производственных и логистических операций выполняется покупателями самостоятельно.

В системе продаж и организации контактов с покупателями и потребителями четко просматривается следующая линия развития: потенциальные клиенты – клиенты – постоянные клиенты – клиент-продавец – клиенты партнеров. Здесь широко применяются следующие бизнес-модели:

повышение среднего чека и объема покупок; специальные предложения (конверсии); эмоциональные и денежные бонусы; индивидуальный подход и кастомизация продукта; удобство оплаты; продажи без посредников; использование интернет-технологий; франчайзинг.

В системе обслуживания потребителей используются следующие бизнес-модели: _совмещение товара и услуги; обеспечение постоянной и надежной работоспособности продукта; обмен и обновление продукта; утилизация продукта; возвращение «потерянного» клиента.

BUS.4.2. Линия формирования структуры бизнес-экосистемы

Новый вид бизнеса зарождается, как правило, в рамках одной компании. Рост бизнеса предполагает увеличение количества ресурсов, которые необходимы для его ведения. Для удовлетворения потребностей роста бизнеса можно увеличивать размеры компании, либо привлекать партнеров, т.е., расширять бизнес-экосистему. Таким образом, для компании в растущем бизнесе решаются следующие противоречия:

Противоречие свойства 1.

Объединяться необходимо, чтобы экономить ресурсы для реализации той или иной функции; и объединяться нельзя, чтобы а) сохранить индивидуальность и собственную выгоду; б) не тратить ресурсы на создание и поддержание сообщества.

Противоречие свойства 2.

Бизнес должен быть индивидуальным, чтобы формировать выгоду участникам; и бизнес должен быть общественным, чтобы формировать культурную и социальную среду для реализации своей миссии.

Противоречие свойства 3.

Объединения должны быть постоянными и надежными, чтобы можно было реализовывать необходимые функции; и объединения должны быть динамичными, изменчивыми, чтобы быстро приспосабливаться к новым условиям и задачам.

Устранение таких противоречий происходит за счет изменения структуры отдельной компании, а также развития бизнес-экосистемы путем формирования партнерских связей с другими компаниями. Ниже представлены основные пути развития бизнес-экосистемы:

- Рост количества элементов и связей между ними. Увеличивается количество сотрудников, офисов, подразделений, география присутствия, внештатных сотрудников, партнерских организаций.
- Рост структуризации и динамизации связей между элементами организации: информационная, коммуникационная и почтовая связь, переезды и командировки, изменения в структурах и функциях.

- Развитие структуры управления организацией: без структуры; линейная иерархическая структура (вначале с нарушениями иерархии, а затем переход к строгой иерархии); функциональная структура; линейно-функциональная (штабная с горизонтальными связями); дивизионная структура крупных корпораций с определенной самостоятельностью подразделений; проектная; матричная. Формирование организационной культуры организации (ценности, убеждения, образ поведения).
- Развитие ключевой ориентации в структуре: на функции, на продукт, на потребителя, на регион.
- Стадии развития организации: Становление; Рост; Зрелость; Упадок.
- Унитарные компании. Малые и микро компании, индивидуальные предприниматели, домашний бизнес.
- Объединение компаний. Временные или постоянные объединения для выполнения различных бизнес-задач коммерческого, социального или производственного характера. Сети. Франчайзинг.
- Сообщества. Открытость, свобода, гибкость, динамичность связей и социализация. Объединения сообществ. Краудсорсинг. Краудфандинг.

BUS.4.3. Линия продукта (объектов купли-продажи)

В основе продукта (товара или сервиса) лежит определенная техническая система и/или процесс со своими характеристиками. По аналогии с тем, как в ТРИЗ выявляются противоречия в ТС, аналогичные противоречия свойства имеют место в продукте:

Характеристики продукта должны быть стандартными/неизменными, чтобы проще было тиражирование и надежнее его восприятие; и должны быть персональными/изменяемыми для учета пожеланий покупателя.

Продукт должен быть готовым, легкодоступным; и продукт должен быть уникальным, труднодоступным.

Ниже представлены примеры бизнес-моделей, в которых изменяется продукт и его характеристики:

- Готовый природный или искусственный объект, или деятельность превращаются в продукцию для обмена или продаж; в бизнес-деятельности участвуют 1-3 человека.
- К сервисам добавляется товар; к товарам добавляются сервисы.
- Расширение продуктов: сопутствующие товары, упаковка, доставка, дизайн, хранение, гарантийное качество и ремонт, один товар делает необходимым приобретение другого и т.п.
- Повышение качества продукта: надежность, удобство, точность, долговечность. Снижение качества до минимально допустимого уровня для снижения себестоимости.

- Повышение стандартизации для тиражирования. Кастомизация и персонафикация без ухудшения возможностей тиражирования.
- Изменение характеристик продуктов на противоположные для отстройки от конкурентов.
- Повышение ценности продуктов путем добавления к ним опыта использования, эмоциональных переживаний, связанных с использованиями, добавление легенд и историй о продукте.
- Дигитализация (оцифровка) продуктов. Данные, информация и знания становятся новыми видами продуктов.

BUS.4.4. Линия цены и оплаты

Помимо собственных характеристик ТС и процессов, продукт обладает специфическими атрибутами, в том числе, ценой и его способом оплаты. Здесь возникают следующие противоречия свойства:

Цена должна быть высокая и должна быть низкая; стабильная и переменная.

Оплата должна производиться до продажи (для производителя и продавца) и после продажи (для покупателя).

Ниже представлены примеры бизнес-моделей, в которых решаются противоречия, связанные с ценой и формой оплаты продукта:

- Вместо оплаты – помощь, обмен продуктами, общественная собственность.
- Постоянная цена, минимально покрывающая необходимые затраты с оплатой покупателем в момент продажи.
- Рыночное или искусственное повышение цены, повышение цены за счет отсрочки платежа.
- Оплата товара или услуги производится не целиком, а по частям.
- Цена формируется не продавцом, а покупателями, сообществами, на аукционе.
- Оплата по реально полученной пользе, аренда, аренда с правом выкупа.
- Очень низкая или отсутствующая цена (для бедных, для старых товаров и без излишеств).
- Бартер вместо продажи.
- Очень высокая цена, для богатых, эксклюзив.
- Динамизация цены: по времени, от объема сделки, от качества покупателя ...
- Базовая опция дешево или бесплатно, остальные модули и функции дорогие.
- Оплата до начала проектирования, производства и продажи. Оплата третьим лицом.

- Фиксированная цена (на любой товар; для любого количества), постоянная цена для региона или на время.
- Изменение цены, характеристик оплаты на противоположные для отстройки от конкурентов.
- Дигитализация (оцифровка) цены и способов оплаты. Использование и введение нематериальных ценностей, криптовалют.
- Будущая цена становится объектом купли-продажи (фьючерсы).

BUS.4.5. Линия ассортимента продукта

Еще одна характеристика продукта – ассортимент, также является источником противоречий свойства, которые возникают в бизнес-системах:

Ассортимент должен быть широким, чтобы обеспечить и подсказать желания покупателя; и ассортимент должен быть узким, чтобы не отвлекать большие ресурсы производителя и продавца.

Ниже представлены примеры бизнес-моделей, в которых решаются противоречия, связанные с ассортиментом продукта, и выстраиваются в линию развития:

- Одиночный продукт, ассортимента нет.
- Продукты со «сдвигом» характеристик и цены. Взаимодополняющие товары. Формирование ассортиментных групп.
- Расширение ассортимента: увеличение количества ассортиментных групп и их ценового диапазона: либо более дешевый, чем обычно, для менее обеспеченных слоев населения, либо в более высокой ценовой категории.
- Повышение глубины ассортимента - количество ассортиментных позиций в ассортиментной группе.
- Насыщение ассортимента - выпуск новых товаров в тех же ценовых рамках, что и старые, ориентированных на те же группы потребителей.
- Развитие ассортимента: совершенствование (более полное удовлетворение известных потребностей), обновление (удовлетворение изменившихся потребностей), специализация. Полное покрытие выбранной ниши.
- Партнерство поставщиков и производителей для регулирования ассортимента и для продажи продуктов друг друга.
- Формирование, структурирование и динамизация ассортиментной политики в зависимости от территории, места в магазине, сезонного периода и времени суток.
- Использование интернет-технологий для самостоятельного формирования пользователем необходимого набора ассортимента.

BUS.4.6. Линия развития потребительского рынка

Еще один компонент бизнес-системы, в котором возникают и устраняются противоречия: *рынок должен быть свободным и регулируемым, локальным и глобальным, стабильным и изменяющимся.*

Ниже представлены примеры бизнес-моделей, в которых решаются противоречия, связанные с размерами и регулированием рынка, а также линия развития рынка:

- Несформировавшийся рынок: ограничены либо поставщики, либо покупатели, либо то и другое.
- Формирование локальных рынков, увеличение их количества и конкуренции между собой.
- Специализация локальных рынков. От товаров к услугам. Государственное регулирование торговли. Формирование инфраструктуры национальных рынков и их специализация.
- Переход от доминирования продавца к доминированию покупателя. Формирование функций регулятора.
- Государственное регулирование рынком. Вмешательство на право торговли и получения прибыли.
- Структура рынка: потребительский; производства, труда, финансов; информации, инноваций, недвижимости.
- Формирование региональных межгосударственных рынков. Развитие систем коммуникации.
- Формирование мирового рынка и регулирование его международным законодательством и договорами. Специализация мировых рынков.
- Динамизация и сегментация рынков. От формирования товаров к формированию рынков. Рынок рынков.
- Усиление зависимости рынков от интересов государств и крупного капитала, крупных монополий и транснациональных компаний. Введение мифологических факторов для управления рынком.
- Свертывание конкурентного производства и свободного рынка под давлением монополистов.
- Развитие рынка кадров и рабочей силы. Международная миграция рабочей силы и кадров.
- Формирование антимонопольных институтов регулирования рынков.
- Переход от рынков материальных продуктов к рынку нематериальных продуктов, от реальных – к виртуальным. Рынок знаний и инноваций. Внедрение информационных технологий в рыночные механизмы.
- Формирование мирового валютного рынка.

- Усиление противоречий, поляризация возможностей и интересов на мировом рынке. Глобализация экологических проблем. Формирование тенденций антиглобализма.
- Повторение филогенеза развития рынков в онтогенезе при формировании новых рынков.

BUS.4.7. Линия развития покупателя

В рамках развития рынка можно также выделить развитие покупателей:

- Люди с потребностями как потенциальные покупатели еще не существующего продукта.
- Развитие потребностей человека по Маслоу: физиологические, безопасность, социальные, уважение и признание, творческие, эстетические, духовные.
- Линия мотивации покупки: потенциальные покупатели, испытатели, шопперы, потенциальные заказчики, постоянные покупатели, «адвокаты».
- Разделение образа покупателя и образа пользователя.
- Разделение ролей пользователя и покупателя.
- Вместо модели пользователя – модель проблемы, которую он хочет решить при помощи товара/услуги.
- Расширение образа пользователей: по возрасту, по географии, животные, неживые объекты как пользователи товаров/услуг ...
- Системы сбора информации о покупателе и его потребностях.
- Динамизация (во времени и в пространстве) и структуризация образа пользователя и покупателя.
- Развитие и производство новых потребностей человека. Искусственное формирование покупателя с навязанными потребностями и мифическими (абстрактными) свойствами продукта.
- Формирование рынка покупателей: «продажа покупателей», продажа «записной книжки», списка клиентов...
- Формирование объединений покупателей, создание условий для их самообъединения.
- Покупатели сами берут на себя функции продавцов, инвесторов, исполнителей ЦСЦ, производства, проектировщиков продукта.

5. ТРИЗ-навигатор бизнес-моделей

Результаты анализа бизнес-моделей мы оформили в виде ТРИЗ-навигатора бизнес-моделей. Данный навигатор включает описание 150+ бизнес-моделей, описание изобретательских задач, в т.ч. противоречий, которые решались в данных бизнес-моделях, а также классификацию бизнес-моделей в соответствии со структурой бизнес-системы.

Критерий, по которому мы относили ту или иную бизнес-модель к соответствующему классу в классификаторе – это изменение в бизнес-модели соответствующего компонента бизнес-системы с целью устранения некоторого исходного противоречия. По своей структуре классификатор соответствует линиям развития бизнес-системы, которые описаны в предыдущем разделе.

Прототип ТРИЗ-навигатора бизнес-моделей представлен в виде сайта. Адрес сайта будет опубликован на TRIZ Development Summit – 2017 (<http://triz-summit.ru>).

6. Заключение

Проведенный анализ 150+ существующих бизнес-моделей и изобретательских задач, которые были решены в этих бизнес-моделях, позволяет сделать следующие выводы:

1. Рассмотрение бизнес-системы с точки зрения тиражирования пользы для максимально большого количества людей позволяет выделить в качестве основного драйвера эволюции бизнес-систем снижение общественно необходимых затрат на создание пользы.
2. Сегодня развитие бизнес-систем описывается через последовательность смен бизнес-моделей в компаниях, составляющих эти бизнес-системы. Изменение бизнес-модели в компании мы можем описать как процесс возникновения и устранения противоречия. Анализ противоречий позволяет обнаружить основные линии развития бизнес-моделей, что открывает возможности для ускорения процессов разработки новых бизнес-моделей. В свою очередь, эти знания позволят быстрее совершенствовать бизнес-системы и увеличивать совокупную общественную пользу, которую они создают.
3. В рамках проведенных исследований спроектирован и реализован ТРИЗ-навигатор бизнес-моделей, основанный на общности противоречий, которые необходимо решать в бизнес-системе. Этот подход принципиально отличается от простого перебора вариантов бизнес-моделей, который существовал раньше.
4. Исследование бизнес-моделей находится в самом начале. Для его продолжения и ускорения требуются усилия большего количества ТРИЗ-исследователей. Мы планируем в ближайшее время трансформировать ТРИЗ-навигатор бизнес-моделей в открытую платформу для поддержки данного исследования и широкого круга ТРИЗ-исследователей, и призываем присоединиться к данному исследованию заинтересованных участников.

Список литературы

1. Business Dictionary. «Business» term definition. <http://www.businessdictionary.com/definition/business.html>
2. United States Small Business Administration. <https://www.sba.gov/>

3. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в Теорию решения изобретательских задач. М: Альпина паблишерб 2013.
4. Wikipedia. «Business model» term definition.
https://en.wikipedia.org/wiki/Business_model
5. Гасман О. и др. Бизнес-модели. 55 шаблонов. М: Альпина паблишер, 2017
6. Остервальдер А., Пинье И. Построение бизнес-моделей. М: Альпина паблишер, 2017
7. Паньков А., Хохлов Д. Лабиринты стратегии. 8К. М: Манн, Иванов и Фербер, 2016.
8. Курьян А.Г. Реверсивный анализ требований.
<http://analyst.by/articles/reversivnyi-analiz-trebovaniy>
9. Курьян А., Сушков В. Value-Conflict Mapping Plus (VCM+): дополнительные измерения. TRIZfest-2014 conference proceedings.
10. Иванова Т., Приходько В. Теория организации. М: Кнорус, 2010.
11. Рубин М.С., Курьян А.Г. Противоречия и элепольный анализ в бизнес-системах. Сборник материалов TDS-2017, Санкт-Петербург, 2017.

Rubin M. S., Kuryan A. G. Contradictions and element-field analysis in business systems

Abstract: The article outlines the concept “contradiction in business system” as a generalization of contradiction concept in TRIZ. We developed and described the pattern and application that helps to define contradiction in requirements and in property. The article contains description of verification procedure that enables to verify and prioritize contradiction definitions. The article also includes applications of element-field analysis to analyze product, service or business system and solve inventive problems for business.

Keywords: *business system; contradiction in requirements; contradiction in property; element-field model; evolutionary systemology.*

Рубин М.С., Курьян А.Г. Противоречия и элепольный анализ в бизнес-системах

Аннотация: Рассмотрены особенности формулирования противоречий в бизнес-системах и разработан электронный шаблон для автоматизации формирования системы противоречий требований и свойства. Показана необходимость проведения верификации сформулированных противоречий для определения их объективного существования и приоритезации. Описаны особенности применения элепольного анализа для моделей товара, услуги и бизнес-систем. Продемонстрировано применение стандартов на решение изобретательских задач в бизнесе.

Ключевые слова: бизнес-система; противоречия требований; противоречие свойства; элеполь; эволюционное системоведение.

1. Введение

В настоящее время мы являемся наблюдателями и участниками постоянного увеличения скорости изменений в бизнес-системах. Увеличивается сложность этих систем, резко снижается период их обновлений. Изобретательские задачи, возникающие в бизнес-системах, усложняются, а время на их решение сокращается. Методы ТРИЗ должны стать важным конкурентным преимуществом при решении бизнес-задач и развитии бизнес-систем. Это делает актуальным проблему адаптации и применения методов ТРИЗ для анализа и решения изобретательских задач в бизнес-системах. В данной работе мы рассмотрим особенности формулировки противоречий в бизнес-системах и применения элепольного (вепольного) анализа. При этом будут использоваться подходы и понятия ТРИЗ, сформулированные в эволюционном системоведении [1].

Мы благодарны за помощь и поддержку при проведении настоящих исследований Фейгенсону Н.Б., Сысоеву С.С., Соболеву С.П. и другим нашим коллегам.

2. Особенности противоречий в бизнес-системах

В технических системах, для которых в первую очередь и создавалась ТРИЗ, для формулировки технических противоречий имеется определенный набор правил, направленных на корректную формулировку этих противоречий. В частности, объекты, для которых формулируется техническое противоречие (инструмент и изделие) должны входить в оперативную зону конфликта, то есть находиться в определенном физическом пространстве, в котором происходит конфликт требований. Сами требования должны носить вполне материальный, физический характер: вес, физические размеры, форма, скорость изменений, сила, энергия, температура и т.д. Объекты и требования экономических и бизнес системы выходят за рамки этих ограничений. Например, такие понятия как цена, рентабельность, прибыль, доход и т.д. не имеют определенное физическое пространство, в котором они находятся. Это приводит к возможности формулировать «противоречия требований», которые в парадигме классической ТРИЗ не имеют продуктивного начала.

Пример 1. *Примеры некорректных формулировок противоречий требований и свойства из работ слушателей.*

«Надо сделать работу, которую сделать не можем. Надо сделать качественно, но качественно без помощи сделать не можем.»

«Противоречие заключается в следующем: в условиях ограниченного количества ресурсов, мы не можем делать много работы. В то же время, малое количество работы может породить скептическое отношение к проекту».

«Компании нужно учитывать расходный материал – сотрудникам нужно не учитывать. Система учета работает – система учета не работает».

В приведенных примерах не выдерживаются даже формальные требования к формулировкам противоречий. Но даже формально правильные формулировки еще не гарантируют их продуктивность для анализа и решения задачи.

Пример 2а.

Возьмем в качестве примера такую условную формулировку «противоречия требований» для известной задачи о доменном шлаке и ковше на рельсовом ходу [2]:

- «ПТ-1»: если допускать большие финансовые затраты, то (требование 1) потеря ковша на рельсовом ходу перестает быть проблемой, но цена конечного изделия становится недопустимо большой.

- «ПТ-2»: если не допускать большие финансовые затраты, то (требование 2) цена конечного изделия становится допустимой, но потеря ковша на рельсовом ходу становится проблемой.

Несмотря на то, что по форме это противоречие сформулировано в целом корректно, в реальности оно в лучшем случае носит характер административного противоречия и не продвигает нас к выделению оперативной зоны, оперативного времени, физического противоречия, необходимых ВПР и т.д. В технических задачах мы избегаем такие объекты, как цена, рентабельность и экономические требования в формулировках технических противоречий. В бизнес-системах мы не можем отказаться от объектов экономического и финансового характера, так как именно это и составляет их суть [3, 4]. Возникает вопрос: как в бизнес-системах, в системах экономического характера формулировать противоречия требований, чтобы они оставались корректными и вели к способам решения этих противоречий?

Сформулируем набор условий к формулировке противоречий требований для нематериальных систем в целом и бизнес-систем в частности:

- в формулировке должна быть какая-то система, объект, к которой предъявляются как минимум два требования (требование 1 и требование 2)

- эти требования должны исходить от надсистемы или надсистем, в которые входит рассматриваемый объект (система)

- в объекте (системе) должен быть элемент (подсистема), свойства/характеристики которого должны иметь одно состояние для

выполнения требования 1 и противоположное (другое) состояние для выполнения требования 2.



Рис. 1. Схема формирования противоречий требований и свойства [5, 6].

Требование 1 связано причинно-следственной цепочкой с необходимым свойством элемента рассматриваемого объекта, как и Требование 2 связано причинно-следственной цепочкой с необходимым противоположным свойством этого объекта. Схематически это показано на рисунке 1. Таким образом, можно говорить о том, что формулировка противоречий требований и противоречия свойства строятся на основе формальной логики. Для получения корректных, продуктивных формулировок противоречий требований и противоречия свойства необходимо не разделять эти формулировки (в начале противоречия требований, а потом на их основе – противоречие свойства), а попытаться формулировать их одновременно, сразу оба типа противоречий как единая система. То есть мы будем рассматривать противоречия требований и свойства как единую и неразрывную систему формулировок, в которой без одной части не может быть другой.

Пример 2б (продолжение).

Проверим для примера 2а условия корректной формулировки противоречий требований. В этих формулировках получается, что объектом Требования 1 является ковш (допустимость его потери), а объектом Требования 2 является цена конечной продукции. То есть эти требования относятся к разным объектам и не соответствуют схеме на рис. 1. Попробуем переформулировать эти «противоречия». Требования должны относиться к одному объекту и еще конкретнее – к одному из свойств (характеристик) этого элемента этого объекта:

- «ПТ-1»: если допустить большие финансовые вложения, то (требование 1) не потребуется изменять ковш и технологию разлива шлака, но затраты на цепочку утилизации шлака недопустимо возрастут.

- «ПТ-2»: если не допускать большие финансовые вложения, то (требование 2) затраты на утилизацию шлака не возрастут, но потребуются изменять технологию утилизации шлака.

В этой формулировке схема на рис. 1 складывается логично: есть требование 1 и 2 от надсистемы (от организации), есть один объект – это вся цепочка утилизации шлака, и есть свойства этого объекта, которые конфликтуют с требованиями:

Противоречие свойства (ПС-1): Себестоимость цепочки утилизации шлака должна быть низкой, чтобы затраты на потери были не значительными, и должна быть высокой, чтобы обеспечить надежность функционирования этой цепочки.

Другая формулировка ПС-2 (для другого свойства): Надежность цепочки утилизации шлака должна быть высокой, чтобы обеспечить функционирование этой цепочки, и должна быть низкой, чтобы уменьшить затраты.

Можно сформулировать и ИКР свойства объекта ПС-1: цепочка утилизации шлака с низкой себестоимостью должна САМА обеспечивать надежную функциональность утилизации.

ИКР свойства объекта ПС-2: цепочка утилизации шлака с высокой надежностью должна САМА обеспечивать низкие затраты или доход.

Эти формулировки подсказывают идеи возможного решения противоречия: одноразовый ковш, вместо утилизации использовать шлак на продажу и т.д.

3. Электронный шаблон противоречий требований и противоречия свойства.

Мы уже отмечали выше, что противоречия требований и противоречие свойства связаны цепочками формальной логики. Это позволяет часть работы по формулировке противоречий перенести в компьютерную программу или электронный шаблон, в котором формулировки будут создаваться автоматически правильно и системно. Пример реализации электронного шаблона приведен на рис. 2. Для работы с таким шаблоном пользователь должен заполнить следующие ячейки шаблона:

1. Объект (система).
2. Элемент системы (объекта).
3. Требование 1 от надсистемы к объекту или его элементу.
4. Требование 2 от надсистемы к тому же объекту или его элементу.
5. Что можно предпринять (действие, изменение) для выполнения Требования 1.
6. Противоположное для п.5 действие или альтернативная реализация Требования 1.

7. Название свойства элемента из п. 2.

8. Каким должно быть свойства из п. 7, чтобы выполнялось Требование 1.

9. Назвать противоположное состояние свойства из п. 8 (можно использовать приставку НЕ, антоним и т.д.).

Заполнять ячейки шаблона можно в разном порядке – как удобно решающему задачу. На основе заполненной в ячейках информации шаблон сам создает следующие формулировки:

- противоречия требований ПТ-1 и ПТ-2

- противоречие свойства (ПС)

- функциональный ИКР (ИКР-1)

- ИКР свойства (ИКР-2)

- формулировки принципов решения противоречия: во времени, в пространстве, в отношениях, системным переходом.

mpinno-TRIZ Об объединении с сильным конкурентом АРИЗ-У-2014 Стандарты Принципы РФП Физ. эффекты Идеи

АРИЗ-У-2014
Описание
Компоненты
Функции
Модели решения
ИКР-Противоречия
Принципы
Матрица
Приемы
Элеполи
ИКР 2
Ресурсы
Задачи
Идеи
Назад Далее

Противоречия. Экспресс-анализ Сохранить

Требование 1	Требование 2
Агентство не поглощается	Реализовать указание комиссии об объединении
Что можно предпринять для выполнения Требования 1	Противоположное действие или альтернативная реализация
Агентство отказывается от объединения	Агентство соглашается на объединение
Элемент системы	Свойство элемента
Договор	взаимодействие
Для выполнения T1 свойство должно быть:	Для выполнения T2 свойство должно быть:
не объединять	объединять

ПТ-1 ЕСЛИ Агентство отказывается от объединения ТО выполняется требование Агентство не поглощается, НО НЕ выполняются требование Реализовать указание комиссии об объединении.

ПТ-2 ЕСЛИ Агентство соглашается на объединение ТО выполняется требование Реализовать указание комиссии об объединении, НО НЕ выполняются требование Агентство не поглощается.

ПС СВОЙСТВО взаимодействие должно быть не объединять, чтобы Агентство не поглощается и должно быть объединять, чтобы Реализовать указание комиссии об объединении.

ИКР-1 Договор со свойством объединять взаимодействие САМ(А) позволяет Агентство не поглощается.

ИКР-2 Договор со свойством не объединять взаимодействие САМ(А) позволяет Реализовать указание комиссии об объединении.

Принципы разрешения противоречий

Во времени	В одно время обладает свойством не объединять, в другое время обладает свойством объединять
В пространстве	В одном месте обладает свойством не объединять, в другом месте обладает свойством объединять
В отношениях	По отношению к одному объекту обладает свойством не объединять, по отношению к другому объекту обладает свойством объединять
Системным переходом	В надсистеме или подсистеме обладает свойством объединять, в подсистеме или надсистеме обладает свойством не объединять

Рис. 2. Пример электронного шаблона формулирования системы противоречий требований и свойства. Адрес в Интернете <http://ariz-2010.appspot.com/>

Пример 3. Автоматические формулировки противоречий из электронного шаблона для задачи «Об объединении с более сильным конкурентом» [5] (рис. 2).

Функциональный ИКР: X-элемент САМ выполняет требование "Агентство не поглощается"

ПТ-1: Если Агентство отказывается от объединения, ТО выполняется требование "Агентство не поглощается» НО НЕ выполняется требование "Реализовать указание комиссии об объединении"

ПТ-2: Если Агентство соглашается на объединение, ТО выполняется требование "Реализовать указание комиссии об объединении" НО НЕ выполняется требование "Агентство не поглощается"

ПС: Противоречие свойства: свойство "взаимодействие" должно быть "не объединять" чтобы "Агентство не поглощается" и должно быть "объединять" чтобы "Реализовать указание комиссии об объединении"

ИКР свойства: Договор со свойством "объединять" "взаимодействие" САМ(А) позволяет "Агентство не поглощается"

Применение принципов разрешения противоречий:

<i>Во времени</i>	<i>В одно время обладает свойством "не объединять"</i>	<i>В другое время обладает свойством "объединять"</i>
<i>В пространстве</i>	<i>В одном месте обладает свойством "не объединять"</i>	<i>В другом месте обладает свойством "объединять"</i>
<i>В отношениях</i>	<i>По отношению с одним объектом обладает свойством "не объединять"</i>	<i>По отношению к другому объекту обладает свойством "объединять"</i>
<i>Системным переходом</i>	<i>В надсистеме или в подсистеме обладает свойством "не объединять"</i>	<i>В подсистеме или в надсистеме обладает свойством "объединять"</i>

Контрольное решение: во время подписания соглашение обладало свойством «объединять компании на таких-то условиях», а через некоторое время оно потеряло это свойство.

Электронный шаблон формулировки системы противоречий требований и свойства помогает избежать ошибки формулировок даже при небольшой практике применения ТРИЗ, он может быть использован для обучения инструментам ТРИЗ. Его можно рекомендовать использовать не только для решения задач в бизнесе, но и в других областях.

4. Способы верификации системы противоречий требований и свойства.

Формально правильная формулировка системы противоречий требований и свойства еще не гарантирует правильность этой системы противоречий и необходимость решать эти противоречия. Для это можно назвать как минимум две причины. Первая причина состоит в том, что противоречия требований и свойства связаны формальными причинно-следственными цепочками. Как бы

мы не старались рассуждать строго и точно, ошибка в рассуждениях всегда может быть. Вторая причина связана с актуальностью, важностью, злободневностью сформулированных противоречий. Противоречий может быть много, но если оно не мешает или есть более важные, злободневные, то его можно пока не решать.

Все это делает актуальным верификацию, проверку актуальности и адекватности сформулированной системы противоречий требований и свойства. Можно выделить несколько способов верификации системы противоречий:

1. Устойчиво наблюдаются реальные факты, подтверждающие проблемы, связанные со сформулированными противоречиями (например, себестоимость узла, для которого сформулировано противоречие, постоянно растет).

2. Сформулированные проблемы являются причиной не одного, а целого ряда (комплекса) реально наблюдаемых проблем (например, наблюдается рост не только различных технических, функциональных проблем, но и социально-психологических конфликтов)

3. Необходимо убедиться, что полная реализация сформулированных свойств не приводит к повторному нарушению сформулированных или иных существующих требований: не допустить очевидное (например, очень сильное повышение зарплат и премий менеджерам инновационных компаний может привести к тому, что они могут уйти из компании со своими идеями и готовыми инвестициями для создания конкурирующей фирмы)

4. Допустить недопустимое: при выполнении одного из требований причинно-следственные цепочки сами приведут к последовательному снятию имеющихся ограничений [7].

5. Экстраполяция наблюдаемых параметров развития системы говорит об обострении сформулированных требований или наоборот о потере их актуальности (например, в телекоммуникациях в 2012 году инвестиции в цифровые технологии приводили к снижению доходов из-за снижения основной статьи доходов (голосовая связь) и прогнозы говорили только об обострении этого противоречия)

6. Метод системного многоуровневого прогнозирования (анализ противоречий в надсистеме и во времени) [8] (сформулированные противоречия в системе должны согласовываться со связанными противоречиями в подсистеме и в надсистеме и историческими тенденциями).

7. Еще один прием – поиск или реализация противоположного эксперимента: может быть где-то уже пробовали реализовать то, что Вы еще только хотите сделать.

5. Элеполю как развитие веполей и моделей функций

Понятие «веполь» (от слов вещество и поле) было введено в [9] в 1973 г. и развивалось в [10, 2] и в других работах для технических систем. Для нетехнических и нематериальных систем, включая бизнес-системы, был введен термин «элеполь» (от слов элемент и поле взаимодействия). Их схематическое обозначение приведено на рис. 3 и 4. Основные отличия элеполей от веполей:

- в элеполе элементы и поля взаимодействия могут быть материальные физические, химические, биологические и нематериальные, например, информационными, финансовыми, социально-культурные и т.д.

- в веполях допускается непосредственное воздействие одного вещества на другое вещество (например, «вещество В1 действует на вещество В2 – несет его с собой» [10, стр. 110], а в элеполях – только через поле взаимодействия (например, элемент Э1 через поле П перемещает элемент Э2).

- в элеполях любой объект может рассматриваться и как поле и как элемент, то есть допускается двойственное рассмотрение элементно-полевых компонент.

- веполи и функции обычно рассматриваются как разные модели: веполи описывают структуру, а функции соответственно изменение параметров объектов функции. Элеполю описывают и структуру, и функцию.

В ТРИЗ используется следующая модель функции:

Э1 – субъект функции → изменяет параметр → Э2 – объекта функции

Элеполь – это та же модель функции, но с дополнением поля (полей) взаимодействия, при помощи которого эта функция выполняется [11]. Одна и та же функция может быть реализована разными полями взаимодействия и разными элепольными структурами. В отличие от модели функции элеполь отвечает и на вопрос: «Как», при помощи чего выполняется эта функция, и на вопрос «Что» изменяется в объекте функции? Модель элеполя-функции можно описать по схеме:

- Элемент, субъект функции
- «Как», при помощи какого поля выполняется действие
- Действие, глагол или направление изменения параметра объекта
- Элемент, объект функции, «Что» изменяется.



Рис. 3. Внутренний элеполь.



Рис. 4. Внешний элеполь.



Рис. 5. Элеполь с двойственными свойствами элемента и поля.

Некоторые особенности элеполей:

- Внутренний элеполь содержит два элемента и поле (рис. 3). Внешний элеполь содержит два поля и элемент (рис. 4).
- Элементы могут взаимодействовать между собой только через поле. Поля могут взаимодействовать между собой только через элемент.
- Один и тот же объект может проявлять и свойства элемента, и свойства поля (поток воды, электрон, фотон, человек-посредник и т.д.) – рис. 5.
- Поля и элементы в элеполе могут иметь свою внутреннюю структуру (подсистемы, составляющие части – рис. 6).

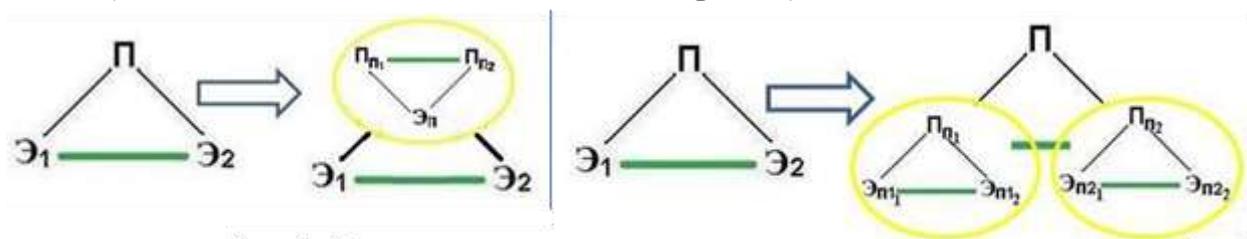


Рис. 6. Элепольные подсистемы.

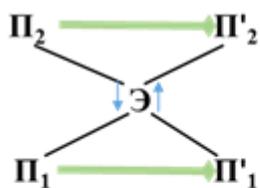


Рис. 7. Элеполь обмена: реализация одной функции возможна только одновременно с другой. В результате обменных процессов Элемент преобразует Поле 1 и Поле 2. При этом П2 влияет на П'1,

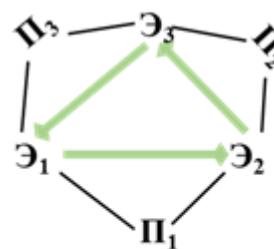


Рис. 8. Циклический Элеполь, характерный для обменных процессов.

Для описания обменных взаимодействий в элепольном анализе используется элеполь обмена (рис. 7). Таким элеполем описываются, например, обмен веществ в организме животных (с выделением или поглощением энергии), симбиоз растений и животных, ионный обмен частицами вещества, процессы купли-продажи в бизнесе и т.д. Объект обмена (для бизнеса это продукт) – это, как правило, система, которая может описываться более сложными элепольными моделями, включая двойные, цепные, циклические (рис. 8 – цепные элеполю, соединенные в цикл), подсистемные.

6. Модели товара, услуги и бизнес-системы

Различные трактовки и определения товара и услуги отличаются и даже противоречат друг другу [12]. Не вступая в заочную дискуссию, мы просто охарактеризуем эти понятия с наших позиций и предложим модель, которой и будем пользоваться.

На языке элепольного анализа товар – это элемент (или внутренний элеполь), а услуга – это поле взаимодействия (или внешний элеполь).

И товар, и услуга производятся людьми/организациями и предназначены для продажи, то есть являются рыночным продуктом. Они могут быть материальными или нематериальными.

Товар, как и любой элемент, имеет конкретные координаты в пространстве, всегда можно указать где именно он находится. Товар может быть материальным (стол, компьютер, очки, автомобиль, квартира, мебель и т.д.) и нематериальным (музыка, фильмы, видеокурсы на пластинке, диске или ином материальном носителе). Товар можно складировать, хранить, перемещать в пространстве, передавать в собственность. Он может быть отчужден от производителя и продавца. Пользователь может воспользоваться товаром в удобное для него время и в удобном месте без вмешательства продавца.

Материальные услуги связаны с изменением или созданием материальных объектов: транспортировка объектов и людей, ремонт мебели и квартир, установка счетчиков и сантехники, проведение хирургических операций, косметические услуги и т.д. Нематериальные услуги: информационные, включая постановку диагноза и назначение курса лечения, обучение, аудит и бухгалтерские услуги, услуги центрального отопления и т.д. Как и любое поле взаимодействия, услуги всегда связаны с каким-то носителем -элементом, в данном случае с поставщиком/производителем услуг. В отличии от товара услуга не доставляется в готовом виде на дом по почте, как товар. Она «приходит» только вместе с тем, кто эту услугу поставляет, производит. Цепочка создания ценностей непосредственно объединена с поставкой услуг в отличии от товара, для которого цепочка создания ценности может быть как угодно далеко удалена от покупателя и пользователя во времени и в пространстве. Косметологические операции, например, невозможно сделать без клиента, обучать невозможно без ученика и т.д. Зато Ваш компьютер (товар) делали и хранили в самых разных местах Земли и в самое разное время и только потом поставили всю эту ценность Вам.

Во многих случаях одну и ту же ценность (пользу) пользователь может получить, приобретя товар или приобретя услугу. Например, баллон с сжиженным газом – это товар, а поставка газа по трубам – услуга. Отверстия в стене можно сделать, приобретя дрель (товар), а можно заказать такую услугу. Можно приобрести пакет программного обеспечения (товар), а можно воспользоваться услугой доступа к этому ПО через Интернет. Можно купить готовый костюм (товар), а можно воспользоваться услугой портного на дому. Довольно часто товар и услуга приобретаются покупателем вместе, например,

товар-цветы и услуга по их доставке, автомобиль и услуга по его страховки и т.д.

Ключевой особенностью бизнес-систем является операция обмена ценностями – купля-продажа товара или услуги. Покупатель от продавца получает ценность товара/услуги, а продавец – деньги или иную ценность. Товары/услуги характеризуются двойственной природой: они одновременно являются носителями и каких-то полезных функций для покупателя, и финансово-экономической ценностью для продавца (производителя). В теории захвата [13] это соответствует модели захвата с обменом (в частности, симбиоз):

$$S_s + S_o = (S's + S'o) (r\downarrow\uparrow), \text{ где}$$

S_s – субъект захвата; S_o – объект захвата; $S's$ – субъект захвата в новом качестве после захвата; $S'o$ – объект захвата в новом качестве после захвата; $(r\downarrow\uparrow)$ – баланс ресурса (resource) при реакции захвата (с поглощением или выделением ресурса, с прибылью или убытком).

Можно выделить несколько типов обменных процессов захвата:

- бесполезное для S_s полезно для S_o , а бесполезное для S_o является полезным для S_s ;
- бесполезное для S_s полезно для S_o , а полезное от S_o частично переходит к S_s ;
- полезное для S_s частично переходит к S_o , а полезное для S_o частично переходит к S_s .

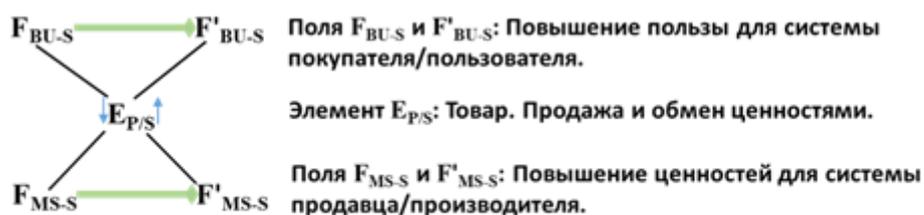


Рис. 9. Элеполю обмена в бизнесе. Элементарная модель бизнес-системы.

На рис. 9 E_{MS-S} – это поле, характеризующее ценности (включая финансовые) системы производителя и продавца товара (manufacturer seller system). F_{BU-S} – это поле, характеризующее ценности (включая функциональные) системы покупателя и пользователя (buyer user system). В систему покупателя входит все его окружение: семья, родственники, знакомые, дом, дача, мебель, одежда, продукты питания и т.д. Если, например, в системе покупателя нет автомобиля, то бензин, например, не станет ценностью для этой системы. Аналогично система продавца/производителя включает в себя все окружение и всю цепочку создания ценности. Каждый из объектов (элемент или поле) элементарной модели бизнес-системы может быть описан детальнее: двойными, цепными или

подсистемными элеполями. В этой модели бизнес-системы могут быть выделены:

- система продавца/производителя,
- продукт (товар или услуга),
- система покупателя/пользователя,
- рынок, который создает условия для взаимодействия этих систем.

В этой модели могут быть определены типовые недостатки и конфликты: недостаточное выполнение функций, возникновение вредных связей и т.д.

7. Применение стандартов на решение изобретательских задач в бизнес-системах

В таблице 1 показана общая структура универсальной системы стандартов на решение изобретательских задач. Она состоит из 10 обобщенных стандартов и четырех групп линий развития:

- Общесистемные линии развития
- Линии развития в технике
- Линии развития в информационных технологиях
- Линии развития в бизнесе.

Для расширения возможностей универсальной системы стандартов на решение изобретательских задач, разработанной в 2010 году [14], она была дополнена линиями развития бизнес-систем:

- BUS-4.1. Линия цепочек создания ценностей (ЦСЦ) в организации
- BUS-4.2. Линия формирования структуры организации
- BUS-4.3. Линия развития объектов бизнеса
- BUS-4.4. Линия развития цены и схем оплаты продукта
- BUS-4.5. Линия развития ассортимента продуктов
- BUS-4.6. Линия развития рынка
- BUS-4.7. Линия развития покупателя.

Эти линии развития описаны в [15]. Например, покажем, как можно пользоваться универсальной системой стандартов для решения типовых задач в бизнесе.

Пример 4а. Сложная вакансия.

В качестве примера мы разберем действительно типовую задачу: как найти и принять на работу специалиста на вакансию со сложными, противоречивыми требованиями? Например, компании необходимо, принять на работу специалиста, умеющего и разрабатывать новые датчики и конструкции, и проводить научно-исследовательские работы, и разрабатывать алгоритмы для программного обеспечения и приложений, и имеющего опыт в создании биотехнических систем, и имеющего опыт изобретательской деятельности, и естественно со знанием английского

языка, с опытом работы в зарубежных инновационных компаниях, молодого специалиста (до 30 лет). Разумеется, инициативного, с хорошей коммуникацией и т.д.

С помощью электронного шаблона (рис. 2) можно формулировать противоречия:

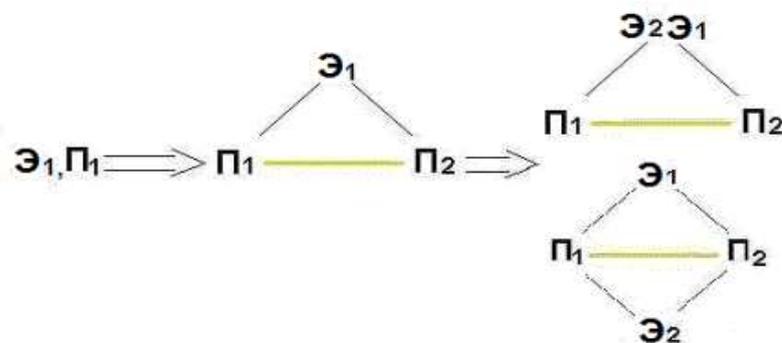
ПТ-1: ЕСЛИ Искать специалиста не в академической среде ТО выполняется требование Должен иметь опыт практической инженерной деятельности, НО НЕ выполняется требование Должен иметь опыт научных исследований и разработки алгоритмов ПО.

ПС: СВОЙСТВО опыт должно быть инженерный, чтобы Должен иметь опыт практической инженерной деятельности и должно быть академический, чтобы Должен иметь опыт научных исследований и разработки алгоритмов ПО.

Академическая среда сейчас, к сожалению, довольно быстро воспитывает у специалистов качества, трудно совместимые с практической деятельностью инженера, и наоборот – инженеры теряют навыки научных исследований.

Какие стандарты подходят для этих противоречий?

Стандарт U3.2 Синтез и повышение эффективности систем на измерение и обнаружение:



Несколько комментариев к этой схеме. Самое простое и понятное – создать некое информационное поле П1, которое при взаимодействии с нужным специалистом Э1 «сгенерирует» поле П2. С учетом сформулированных выше противоречий скорее всего этот элеполь будет не эффективным. Тогда рекомендуется использовать комплексный элеполь и ввести Э2 – тех, кто находится «рядом» с нужным специалистом, знаком с ним или легко может его найти. Двойной элеполь в данном случае – это другой Э2, который «знает» и о нашем поле П1 и о специалисте Э1: специализированные сайты, базы данных, социальные сети, справочники, база патентов, статьи и диссертации на нужную тематику и т.д.

Разделы системы стандартов	Название стандартов	Общесистемные линии развития	Линии в технике	Линии в IT	Линии развития в бизнесе
U1. Синтез элеполей	U1.1. Создание элеполевой структуры (новой системы)	U.4.1. Линия введения элементов	T-1. Линия использования и ухода от земных условий.	IT-1. SaaS (Software as Service), или, EaaS (Everything as a Service).	BUS.4.1. ЛИНИЯ цепочек создания ценностей (ЦЦ)
U1.2. Устранение вредных связей в элеполе	U1.2.1 Устранение вредных связей заменой, изменением или дополнением элементов	U.4.2. Линия введения и развития полей	T-2. Линия развития и применения	IT-2. SOA (Service Oriented Architecture).	BUS.4.2. ЛИНИЯ формирования структуры организации
	U1.2.2 Устранение вредных связей дополнением полей	U.4.3. Линия дробления и динамизации	T-3. Применение физических, химических, геометрических и биологических эффектов	IT-3. Web 2.0 (Web 3.0).	
U2. Развитие элепольных структур.	U2.1.1. Повышение эффективности элеполя введением элемента.	U.4.4. Линии согласования-рассогласования и структуризации		IT-4. RIA (Rich Internet Application).	BUS.4.3. ЛИНИЯ объектов бизнеса
U2.1. Переход к комплексному элеполю	U2.1.2. Установление предельных режимов для полей.	U.4.5. Переход к надсистемам и к подсистемам (на микроуровень)		IT-5. Облачные вычисления (Cloud Computing).	
U2.2. Построение двойного элеполя	U2.2.1. Повышение эффективности элеполя введением поля.	U.4.6. Линии коллективно-индивидуального использования систем		IT-6. Комплексная аналитика.	BUS.4.4. ЛИНИЯ цены и оплаты
	U2.2.2. Установление минимального режима для элемента.	U.4.7. Линия развития систем в соответствии с S-образными кривыми		IT-7. «Зеленые IT».	BUS.4.5. ЛИНИЯ ассортимента
	U2.3. Построение целного элеполя			IT-8. Изменения data-центров.	BUS.4.6. ЛИНИЯ развития рынка
U3. Синтез и повышение эффективности систем на измерение и обнаружение (систем со свойствами полей взаимодействия)	U3.1. Обходные пути			IT-9. Интеграция в социальные структуры.	
	U3.2. Синтез и повышение эффективности систем на измерение и обнаружение			IT-10. Безопасность пользователей.	
				IT-11. Флеш-память для дисков.	BUS.4.7. ЛИНИЯ развития покупателя.
				IT-12. Виртуализация.	
				IT-13. Мобильные приложения.	
				IT-14. Повышение уровня автоматизации (автоматизация автоматизации).	

Таблица 1. Система универсальных стандартов на решение изобретательских задач [14].

Еще некоторые рекомендации стандартов: перейти к поиску производных (произведений специалиста), вместо элемента использовать поле (заказать работу внешней организации, а не брать специалиста в штат), взять на время, модифицировать (доучить), взять двоих специалистов, а не одного, вместо элемента использовать поле. Например, в качества нового поля можно применить проведение специализированного конкурса, конференции, открытой лекции на уникальную тему и т.д. То есть сделать так, чтобы нужный специалист сам пришел на такое мероприятие и смог себя проявить. Подобный подход использовал Алистер Деннистон во времена Второй мировой войны руководитель проекта по раскрытию кодов немецкой шифровальной машины Энигма. Для поиска криптоаналитиков он искал не кадровых разведчиков, а проводил отбор и конкурсы среди математиков, лингвистов, шахматистов, египтологов, чемпионов по решению кроссвордов. Так, например, был найден талантливый математик Алан Тьюринг, которого еще называют первым в мире хакером [16].

Если в результате использования всех этих способов поиска специалиста вакансия так и не будет закрыта, то это подтверждает объективность и сложность сформулированного противоречия и необходимость более радикальных и нестандартных подходов.

Пример 46. Сложная вакансия. Смена задачи.

В универсальной системе стандартов стандарт U3.1 Обходные пути: Если дана задача на обнаружение, целесообразно так изменить систему, чтобы вообще отпала необходимость в решении этой задачи. То есть сделать так, чтобы специалист с такими требованиями стал не нужен. Для этого необходимо рассмотреть технологический процесс, для которого планируется вакансия и изменить его так, чтобы требования перестали быть трудными и противоречивыми.

Так как речь скорее всего идет о разработке информационных продуктов, то логично посмотреть рекомендации линий ИТ-технологий и линий развития бизнес-систем (линия BUS.4.1 в табл. 1). Например, можно воспользоваться концепцией открытые инновации – заказ идей на стороне, формировать сообщества для придумывания идеи продукта. Часть производственных операций можно перенести на самих покупателей. Вместо разработки собственного программного обеспечения, можно воспользоваться готовыми сервисами, которые разрабатываются на различных платформах в рамках разных бизнес-моделей (SaaS, EaaS, SOA). Можно воспользоваться рекомендациями бизнес-моделей Brainsworking (объединение в сетях для создания инноваций) или Platform cooperative (кооперативная платформа для сообществ сотрудников, клиентов и др.).

Интересным примером тут могут служить решения офтальмолога Святослава Федорова. Чтобы создать массовую хирургию глаза необходимо было найти или подготовить очень большое количество уникальных хирургов. Вместо этого Федоров разработал новые технологии проведения операций на основе медицинского хирургического конвейера, в котором несколько хирургов делают строго определенную часть операции и только главный этап выполняется самым опытным хирургом [17].

8. Выводы

1. Предложено формулировать противоречия требований и противоречие свойства как единую систему при помощи электронного шаблона, который можно использовать не только для изобретательских задач для бизнес-систем, но и для других материальных и нематериальных систем.

2. Для определения объективности и актуальности сформулированных противоречий необходимо использовать ряд методов их верификации (проверки).

3. Бизнес-процессы могут быть рассмотрены в соответствии с моделью захвата с обменом ресурсов (в частности, на основе симбиоза).

4. Для моделирования бизнес-систем могут использоваться обычные инструменты элепольного анализа, дополненные элеполями обмена и циклическими элеполями.

5. Для решения изобретательских задач в бизнесе может быть использована Универсальная система применения стандартов, дополненная линиями развития бизнес-систем.

Список литературы

1. Рубин М.С. Этюды об эволюционном системоведении. Эволюциоведение. Санкт-Петербург, Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ, 2015. <http://triz-summit.ru/ru/confer/TDS-2015/paper/science/300497/>
2. Альтшуллер Г.С. «Найти идею», Новосибирск, изд. «Наука», Сибирское отделение, 1986.
3. Курьян А.Г. Об уточнении понятия противоречия в ТРИЗ, 2014 г., <http://triz.by/articles/refinement-of-the-notion-of-contradiction-in-triz.html>
4. Souchkov Valeri, RCA+ to Solve Business Problems, 2007 <https://triz-journal.com/application-of-rca-to-solve-business-problems/>
5. Рубин М.С. О противоречии требований и противоречии свойств в бизнесе // Сборник докладов VIII международной конференции «ТРИЗ: практика применения и проблемы развития». Москва 11-12 ноября 2016 года. С. 241-248. <http://triz-summit.ru/ru/confer/TDS-2016/303275/>.

6. Голдовский Б.И. О противоречиях в технических системах-2 – Нижний Новгород, 1999 – Деп. в ЧОУНБ 28.02.2000 № 2547 - <http://www.metodolog.ru/00001/00001.html>
7. Герасимов В.М. Допустить недопустимое, конференция «ТРИЗ Саммита», С-Петербург, 2005 г. <http://www.metodolog.ru/00436/00436.html>
8. Рубин М.С., "Методы прогнозирования на основе ТРИЗ", 1999 г. "Вестник Академии Прогнозирования", гл. редактор Бестужев Лада И.В., изд. "Нектар Науки", № 1 1999 г., стр. 19. <http://temm.ru/ru/section.php?docId=3602>)
9. Альтшуллер Г., Гаджиев Ч., Фликштейн И. Введение в вепольный анализ. - Баку, ОЛМИ, 1973, 26 с. <http://triz-summit.ru/ru/205253/203840/204767/204769/>
10. Теория и практика решения изобретательских задач ; под ред. Г.С. Альтшуллера - Горький : 1976.
11. Рубин М.С. Элепольный анализ: развитие вепольного и функционального анализа. Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ, Киев, 2013 triz-summit.ru/ru/confer/TDS-2013/205775/
12. Чем товар отличается от услуги? Статья в Интернет <http://thedifference.ru/otlichie-uslugi-ot-tovara/>
13. Рубин М. С. Принцип захвата и многообразия в развитии систем. Введение в теорию захвата. Санкт-Петербург, 2006 г. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3433>
14. Рубин М. С. Основы ТРИЗ. Применение ТРИЗ в программных и информационных системах: Учебное пособие. – СПб: АТМ Книга, 2011. – 226 стр. www.temm.ru/ru/section.php?docId=4597
15. Рубин М.С., Курьян А.Г. ТРИЗ-навигатор по бизнес-моделям, Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ, Санкт-Петербург, 2017
16. О проекте Энигма и Алане Тьюринге: <http://fb.ru/article/228152/tyuring-alan-biografiya-foto-raboty-vklad-v-informatiku>, <http://www.avantyra.com/pervyy-khaker-alan-metison-tyuring-449>
17. Святослав Николаевич Федоров. Краткая биография. Статья в Интернет <http://www.mntk.spb.ru/mntkspb/fedorov/>

РАЗДЕЛ 4. ТРИЗ образование **SECTION 4. TRIZ education.**

Boyarkina V.I. TRIZ – from a village to the Internet and from lyrics to physics

Бояркина В.И. ТРИЗ – от деревни до интернета и от лирики до физики

Приветствую коллеги! 20 лет я преподавала ТРИЗ в одной из школ г. Усть-Илимска, сотрудничала с другими учителями по интеграции ТРИЗ и содержания школьного образования. Главным нашим достижением считаю разработку и применение Алгоритма творческого изучения явления (объекта, процесса, вещества), созданного на основе ТРИЗ. Основные результаты своей работы в школе изложила в электронном сборнике методических материалов по применению ТРИЗ в школе - «Думать – это так интересно!» (статьи, разработки уроков, лучшие работы моих учеников). Выдаю её приложением к моему дистанционному курсу для учителей и родителей «Как учить детей думать»

Несколько лет назад по семейным обстоятельствам пришлось уйти из школы. Но из ТРИЗ уйти невозможно! Я перешла в интернет, стала учиться действовать в новой среде. Завела свою рассылку «Развитие творческого мышления школьников с помощью ТРИЗ». В центре «Равновесие» (ныне Инетпродюс) помогли мне сделать сайт «Салют идей! От взрослых и детей!» <http://salut-idei.ru> и блог <http://boyarkina-treniruem-kreativ.ru>. Проводила вебинары по задачам из сказок, по задачам, которые обнаружила в научно-популярной литературе, в школьных учебниках. Стала преподавателем ТРИЗ в интернет-Школе талантливого мышления. Вела там курсы по ТРИЗ для детей и взрослых.

А потом опять семейные обстоятельства перенесли меня из сибирского города Усть-Илимска в маленькую деревеньку Чик-Елга в Башкирии. Здесь семья моей дочери строит родовое поместье и растит четверых детей.

Я «работаю» бабушкой, и, кроме этого, второй год для местных детей веду занятия Клуба придумщиков. На основе ТРИЗ, конечно! Участвуем в дистанционных конкурсах и олимпиадах. И на конкурсе ТРИЗ-саммита заработали 4 призовых места! И в эвристических олимпиадах центра Эйдос участвовали два моих ученика и заняли два призовых места! Такой у нас урожайный год!

Всё вышенаписанное – это внешняя сторона моей судьбы – как преподавателя ТРИЗ. Счастливая судьба! 35 лет этим делом занимаюсь и до сих пор не могу остановиться! Очень рада, что современные технологии позволяют жить на природе и быть на связи со всем миром!

А теперь о моей работе внутри ТРИЗовского направления, о размышлениях и планах.

Благодарна многим ТРИЗовцам за поддержку и обучение! Но самые яркие впечатления я получила:

- от первой, прочитанной мной, книги Г.С.Альтшуллера «Творчество как точная наука»; моя реакция была такая «Как интересно, а никто не знает! Ни в школах, ни в институтах этому не учат...» Вот с тех пор и стараюсь заполнить этот пробел! ... Работы Альтшуллера открыли для меня мир изобретательства.
- От статьи Мурашковских «От почемучек к потомучкам». Статья просто перевернула моё мировоззрение! Оказывается, можно усомниться в истинах, транслируемых школьными учебниками!!! Последующие работы и курсы Мурашковского открыли для меня мир науки, дали возможность ориентироваться в этом мире и показать его увлекательность детям.

Работая со сказками, выявляя в них изобретательские и исследовательские задачи, и решая их с детьми и взрослыми, я пришла к выводу, что сказки, конечно, с самого раннего возраста воспитывают в нас много хороших качеств: взаимопомощь (Репка), бдительность при встрече с незнакомцами (Колобок), умение сопоставлять нагрузки и несущую способность сооружения (Теремок) и т.д.

НО!!!! Сказки невольно воспитывают и НЕЗЫБЛЕМОСТЬ ВЕРЫ в истинность печатного слова!

«Тянет-потянет, вытянуть не может! Позвал дед бабу...» Нет, чтоб головой подумать и найти другой способ уборки необычного урожая... «Бабка за дедку, дедка за репку, тянут-потянут, вытянуть не могут». Бабка-то могла бы свежим взглядом на ситуацию посмотреть: «Возьми-ка, дед, лопату, да откопай репку со всех сторон!» Нет, бабка зовёт внучку... Та тоже ничего нового не попыталась придумать... И Жучка, и кошка, и мышка – все старательно тянут... Психологическая инерция... Хотя тянуть друг за друга животным уж совсем неудобно... А могли бы они лапами подрывать репку с одной стороны, а мышка перегрызла бы корень. Уже легче было бы отделить репку от земли!

О вариантах решения этой задачи в сказке не говорится. Да она и придумана-то не для того, чтобы дети учились решать проблемы, а для 2-3 летних детей, чтоб они учились говорить, понимать значение слов. Но с пятилетними детьми можно опять к этим знакомым сказкам вернуться и потренироваться на решение проблем:

- Как дед мог САМ вытащить необычную репку? Если проблему с репкой разобрать по системному оператору, или применить приёмы устранения

противоречий, то дети находят множество вариантов, как дед мог бы САМ справиться с этой задачей и не беспокоить никого...

- Как Колобку спастись от лисы, и вообще от всех желающих его съесть... Как организовать свою дальнейшую жизнь? Остаться в лесу? Или вернуться к людям? Чем заняться в жизни? (Ведь ни рук, ни ног нет! Зато умеет катиться, песенки петь, разговаривать! Румяный, симпатичный, общительный – вон сколько ресурсов!)
- Как зверушкам из теремка устроить себе жильё, чтоб всем места хватило. И даже медведю! Вообще-то непонятно, зачем он на крышу полез... Если он хотел с ними вместе жить, то ему надо оказаться ВНУТРИ дома, а не на крыше...

Задачи можно найти в любой сказке. О, сколько изобретательских задач и тайн мы нашли в «Приключениях Буратино»! В «Коньке-горбунке»! В «Маугли»!

Сказки детям читают по несколько раз, но чаще всего – на автомате... И на подсознательном уровне у ребёнка впечатывается, что репку можно ТОЛЬКО тянуть... Колобка Лиса ОБЯЗАТЕЛЬНО съест... Машенька от трёх медведей НЕПРЕМЕННО убежит через окно... И никак иначе она поступить не может! В книжке же написано!!! ...А если бы окно запечатано было?

А потом эта вера в истинность печатного слова плавно переходит на учебники и научно-популярную детскую и взрослую литературу. Тем более, что эти книги написаны тоном «истины в последней инстанции». И измениться эта истина НИКОГДА НЕ СМОЖЕТ!

(Я-то тоже на таких учебниках выросла, поэтому для меня таким «культурным шоком» был подход Мурашковских из статьи «От почемучек к потомучкам»:

«Чем определяется, правильна ли та или иная гипотеза, теория? Прежде всего — удобством. **Правильно то, чем удобнее пользоваться.**

ИСТИНЫ НЕ СУЩЕСТВУЕТ. Есть только суждения, модель, теория, которые УДОБНЫ в данный момент, в данном месте, для данной группы людей.

И эти теории постоянно сменяют друг друга.»)

В массовой школе такого не услышишь. Основной вектор методических разработок – это как сделать, чтобы дети УСВОИЛИ материал... Уже готовый материал...

А как же сомнение - основной двигатель науки? А как же самостоятельность мышления? А как развивать смекалку, сообразительность, креативность? Только на кроссвордах и ребусах?

(это САМЫЕ креативные задания в современной массовой школе...)

И я стала совершенно по-другому смотреть на материал учебников – без священного трепета, без абсолютной веры в непогрешимость авторов... Просто как на материал для выявления задач и проблем исследовательского и изобретательского характера. (Надо же детскую сообразительность на чём-то тренировать!) И наши скушноватые учебники открылись мне совсем с другой стороны...

Пример: Физика, 7 класс, §3 «Наблюдения и опыты». Приводится пример опытов: «Известна легенда об итальянском учёном Г. Галилее. Для того, чтобы изучить, как происходит падение тел, Галилей ронял разные шары с наклонной башни в г. Пизе. Прделав такие опыты, учёный получил подтверждение своей гипотезы и открыл закон падения тел.» Всё... Ну разве вот такой «внешней» информацией можно заинтересовать подростка наукой? Романтикой открытий? Разгадыванием тайн природы? Да и вообще непонятно, зачем было «ронять разные шары»? Почему шары? Почему – разные? Почему с башни? Почему именно с наклонной? В чём заключалась гипотеза Галилея? В чём суть закона падения тел?

Решила я поискать более подробную информацию о Галилее. С чего это вдруг он решил эти шары ронять? Взрослый человек... На виду у всего города?

Нашла в интернете: «Согласно представлению величайшего древнегреческого философа Аристотеля (384-322 до н. э.), тело падает на Землю тем быстрее, чем больше его масса. Это представление являлось результатом примитивного жизненного опыта: наблюдения показывали, например, что яблоки и листья яблони падают с различными скоростями. Понятие ускорения в древнегреческой физике отсутствовало. Впервые выступил против авторитета Аристотеля, утвержденного церковью, великий итальянский ученый Галилео Галилей (1564 — 1642).»

Обратите внимание на даты жизни этих великих людей! 2000 лет никто не сомневался в утверждениях Аристотеля, А Галилей усомнился! И двинул науку вперед! Оказывается, сомнения вещь очень важная!

Но ведь и наблюдения Аристотеля верны! Яблоки с яблони действительно падают быстрее, чем листья. Как это объяснить? Ну, для современных семиклассников это вопрос не самый трудный... Они свойства воздуха ещё в начальной школе проходили. А можно и потруднее вопрос задать. Во времена Галилея нельзя было точно замерить время падения предмета на землю. Не было ещё часов, которые замеряли бы секунды и доли секунды.

Как бы замедлить падение? Как измерить отрезки пути, которые тело проходит за каждую секунду падения? Одинаковые эти отрезки или нет? Меняется ли скорость падающего тела?

И Галилей придумал! Надо не ронять шары с башни, а скатывать их по наклонной плоскости. Это будет «замедленное» падение. А как ещё можно

было замедлить падение? Задайте этот вопрос вашим семиклассникам, пусть посоревнуются с Галилеем!

В последнее время для детей появилось много энциклопедий, познавательной литературы на разные темы. Но это опять только готовая информация, инструкции по проведению опытов... В лучшем случае – с объяснением процесса.

Чего же, на мой взгляд, не хватает в школьных учебниках, детских энциклопедиях и научно-познавательных книгах? В конструкторах и наборах «Юный физик», «Юный химик» и т.п.?

Практически отсутствуют задания:

- на формулирование **ВОПРОСОВ** «Почему...?», «Зачем...?», «Какая связь...?», «Как сделать по-другому?».....
- на выдвижение **ГИПОТЕЗ** (предположений), отвечающих на эти **ВОПРОСЫ**;
- на придумывание и проведение **ЭКСПЕРИМЕНТОВ** для доказательства **ГИПОТЕЗ**;
- на **ПРИМЕНЕНИЕ** полученных знаний в новом неожиданном направлении...

Возьмём пример из «Большой книги увлекательных занятий для детей». Раздел «Научные эксперименты». Тема «Оптика и оптические приборы». Микроскоп.

В описании этого «увлекательного занятия» столько непонятностей и лишних действий, что мы с детьми решили **ОБРАТИТЬ ВРЕД В ПОЛЬЗУ**. И использовали этот текст и картинки для поиска недочётов автора и художника, да ещё, наверное, и переводчика! Текст описания привожу дословно. *Наши комментарии, вопросы, предложения написаны курсивом.*

1. Вырежи ножницами из металлической пластинки форму с размерами, указанными на образце.
2. Положи вырезанную форму на деревянную доску толщиной 1 см и выпрями её с помощью молотка.

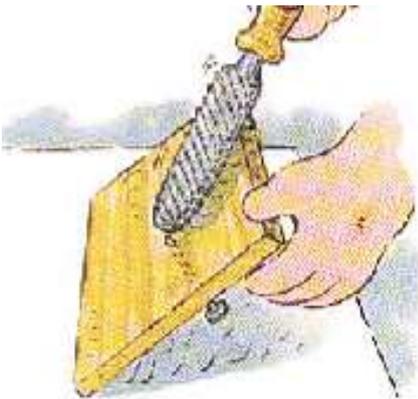


- Обычными ножницами резать даже тонкую жести очень трудно. Ещё и порезаться можно об острые края и углы... Да собственно и непонятно, зачем вырезать именно такую форму? Мы взяли просто жестяную крышку от стеклянной банки с огурцами...
- Почему выпрямлять пластинку молотком надо на доске толщиной именно 1 см?
- Указаны размеры всех элементов. Но, как вы увидите далее, эти размеры на конечный результат практически не влияют... А вот действительно важный размер на чертеже не указан... Если сами не догадаетесь, какой именно размер – в конце будет ответ...

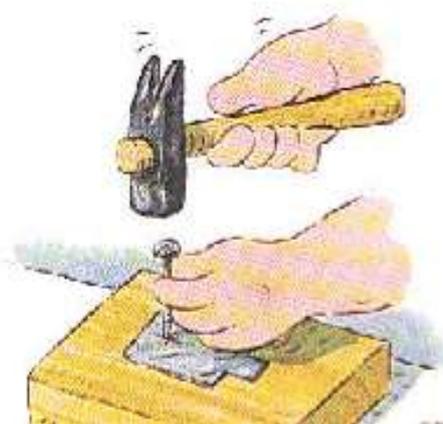
3. Забей гвоздь в доску толщиной 4 см, спилю напильником выступающий кончик гвоздя вровень с доской, а потом вытащи гвоздь.

Непростое дано деткам задание... Ну, забить-то ещё легко гвоздь в такую толстую доску, а вот спилить напильником кончик стального гвоздя? А потом вытащить гвоздь из толстой доски?.. Это, наверное, без папы не получится...

Этим гвоздём потом делаем отверстие в металлической пластинке. Зачем он должен быть тупым, не объясняется...



4. Положи металлическую форму на доску толщиной 4 см и аккуратно сделай отверстие в заранее отмеченном месте, как показано на образце. Мы провели эксперимент: сначала пробili отверстие острым гвоздём, потом сточили острие на наждаке, и пробili другое отверстие тупым гвоздём. Острый гвоздь как бы разрывает жести, отверстие получается с рваными краями, с заусенцами. А тупой гвоздь пробивает отверстие с ровными краями. И опять же непонятно, почему доска должна быть толщиной именно 4 см?



5. Слегка смажь отверстие растительным маслом, а потом возьми каплю воды на кончик карандаша и дай ей упасть на смазанное отверстие.

Зачем смазывать отверстие маслом? (Вернее, смазывать края отверстия) Зачем капать водой? Хоть бы упомянули про смачивание и несмачивание...

6. Поднеси спичку к отверстию и посмотри на неё против света через отверстие. Ты увидишь её с увеличением.

Посмотрите внимательно на картинку внизу. Что вам кажется странным, исходя из описания опыта?

Заметили? Девочка держит пластинку вертикально. Но ведь тогда капля воды просто сползёт вниз... И никакого увеличения не получится.



А теперь вернёмся к вопросу из п.2. Какого важного размера не хватает на чертеже пластинки? Нет диаметра отверстия! Каким гвоздём дырку пробивать? Мы экспериментировали с тремя гвоздями. Совсем тонкий гвоздь даёт такое маленькое отверстие, что через него плохо видно... Слишком толстый гвоздь даёт большое отверстие, но капля на нём не держится, протекает сквозь отверстие. Поэтому пришлось подбирать гвоздь опытным путём...

И в результате пришли к выводу, что получилась у нас лупа, а не микроскоп. Масло нужно для того, чтобы капля воды не растеклась по пластинке, а осталась выпуклой. Поэтому и получается эффект увеличения изображения. Можно ещё и про азы оптики рассказать детям, объяснить, почему через выпуклую каплю объект видим увеличенным.

Подумали с детьми, как тот же эффект получить ещё проще? Решили, что можно взять кусочек плоского стекла (или прозрачную пластмассовую линейку), также смазать маслом и капнуть воды. И эффект небольшого увеличения изображения получится легко и просто! Через эту каплю можно будет прочесть мелкий шрифт.

Проверяли ещё ряд опытов из этой и других книг. Везде находилось, что упростить, или, что объяснить, или, что опровергнуть. Предлагаю учителям и родителям, которые приходят на мои курсы и семинары: попробуйте так заниматься со своими детьми-внуками-учениками! Интересно! И, я думаю, полезно для развития их мышления. Только – не перегнуть палку! Не впадать в критиканство и высокомерие. Подчёркивать, что придумать простое, чаще всего труднее, чем придумать сложное. А если вы систематически занимаетесь изучением и применением ТРИЗ, то, конечно, вам придумывать гораздо легче, чем другим людям, которые с ТРИЗ не знакомы.

Выводы:

- За 30 с лишним лет работы по ТРИЗовскому направлению с детьми и взрослыми я научилась ВИДЕТЬ и РЕШАТЬ с помощью ТРИЗ задачи в разных ситуациях и текстах.
- Готова поделиться этими знаниями с родителями и учителями. По вопросам обучения и сотрудничества обращаться по адресу matchem@mail.ru

Vakhrushev S. Dmitriev V. On the analyses of some aspects of health-keeping in education: approaches to their resolving from the position of TRIZ

Annotation: Authors made an attempt to analyze systematically some of the problems in the school education process, cause-effect analysis of revealed problems was conducted, ways of solution were suggested on the basis of effective technology of obtaining new ideas (TRIZ) introduction into the educational process.

Key words: *healthcare, systematic approach, creative activity, inventive activity, main useful function, development, personal fulfillment, TRIZ.*

Вахрушев С. А., Дмитриев В.А. Анализ некоторых проблем здоровьесбережения в образовательном процессе и подходы к их решению с позиций ТРИЗ

Аннотация: авторами предпринята попытка системного анализа некоторых проблем здоровьесбережения в образовательном процессе школы, проведён причинно-следственный анализ выявленных проблем, предложены варианты решения на основе внедрения в учебно-воспитательный процесс эффективной технологии получения новых идей – Теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Ключевые слова: *здоровьесбережение, системный подход, творческая деятельность, изобретательская деятельность, главная полезная функция, развитие, самореализация, ТРИЗ.*

Для того, чтобы каждому человеку стать востребованным обществом, состояться как личности и быть успешным, нужно обладать необходимым потенциалом здоровья, который, как известно, значительно снижается за период обучения молодых людей в общеобразовательных учреждениях. Суровая статистика свидетельствует о том, что выпускники школ, имеющие 1ю группу по здоровью, составляют не более 8-10% от общего их количества. Не следует забывать, что у нас здоровье контролируется по показателям физиологической

нормы, которые с каждым годом снижаются. Психические показатели здоровья выпускников вообще никак не оцениваются и не контролируются. Столь угрожающая тенденция вот уже на протяжении двух десятилетий, имеет тенденцию к обострению, что свидетельствует о наличии серьезной и неразрешимой проблемы в области здоровьесбережения учащихся в системе образования.

Нельзя сказать, что эта проблема в настоящее время не решается. Предприняты многочисленные попытки обратить на эту проблему внимание. Разработаны научно обоснованные нормы загруженности учащихся в школах и дома, разработаны многочисленные программы, технологии и рекомендации, направленные на поддержание и сохранения необходимого уровня учащихся в школе. Однако все эти подходы часто не приводят к желаемым результатам, и показатели здоровья наших учащихся заставляют задуматься об эффективности предпринятых мер.

Авторы статьи попытались взглянуть на эту проблему со стороны системного подхода, рассматривая человека, как систему, состоящую из двух крупных, взаимодействующих друг с другом подсистем. Речь идет о телесной и духовной составляющих понятия – человек. Как известно, смысл существования любой системы сводится к выполнению ей своей системообразующей функции, иногда ее еще называют главной полезной функцией (ГПФ). ГПФ системы отражает ее сущность, смысл ее существования. В чем заключается главная полезная функция системы – человек? Какова ее роль и связь с телесной субстанцией, обеспечивающей функционирование всех подсистем организма и имеющей прямое отношение с понятием здоровье человека?

Еще древние мыслители (Сократ, Демокрит, Платон и др.) подчеркивали особое значение творчества в жизни человека. К выдающемуся исследованию роли творческой деятельности человека и ее влияния на физиологические процессы организма можно отнести научные труды нашего соотечественника, Нобелевского лауреата И. Мечникова. В своей монографии, написанной на материале докторской диссертации «Этюды оптимизма» автор путем научных экспериментов доказал связь между психическими процессами, связанными с активной творческой деятельностью человека и физиологическими процессами в организме. В исследовании, на примере выдающихся творческих людей, была показана и доказана связь продолжительности жизни человека с его творческой активностью. Показатель продолжительности жизни напрямую зависит от потенциала здоровья человека. Что свидетельствует о неразрывной системной связи между духовной и телесной составляющей системы человека. Собственно именно творческая деятельность человека позволяет выделить его в особый тип биологических систем, наделенных разумом и способных с помощью мыслительной деятельности создавать абстрактные модели, выполнять операции

анализа, синтеза, обобщения и осмысления. Эти высшие психические процессы, дополненные речевой функцией является отличительным признаком человека.

Творческая деятельность человека, как ее высшая форма – изобретательская деятельность - природосообразна, так как напрямую связана и основным инстинктом самосохранения. Человечество не смогло бы выжить в единоборстве с природой, если бы люди не стали изобретать. Поэтому изобретательская деятельность человека отражает ГПФ системы человека его сущность и предназначение.

Для реализации этой функции у человека есть все необходимые ресурсы - врожденная творческая потребность, объективная внешняя информация, природа (носитель объективной информации), мыслительная функция, воображение, фантазия, неисчерпаемый объем накопленных человечеством знаний, потребность в развитии материальной и духовной культуры, с целью экономии энергии, материи и пространства. Немаловажное значение приобретает потребность в получении удовольствия от самоутверждения на высшем интеллектуально-творческом уровне.

Однако перечисленные компоненты «сами по себе» не образуют функциональной, работоспособной системы активного сознания человека, способного эффективно совершенствовать мир. Подавляющее большинство людей не участвует в совершенствовании мира вокруг себя. При этом человек не выполняет свое главное предназначение – поиск новых идей, направленных на решение проблем развития и совершенствования и переходит в состояние замкнутой системы, работающей на себя. Как известно из системного подхода – замкнутые системы не способны к развитию, а потому, в условиях изменяющегося во времени мира, становятся неработоспособны, а применительно к человеку – обречены к деградации и самоуничтожению!

Высказанное неизбежно подводит к мысли о том, что жизнь человека, не выполняющего свою ГПФ бессмысленна, значит и понятие – здоровье для него не ценность. Получается здоровье – ради здоровья. Сколько о нем не говори и не призывай к здоровому образу жизни, все равно в сознании человека оно так и не станет ценностью. В этом видится главная причина негативной тенденции ухудшения здоровья молодого поколения. Часто мы о здоровье вспоминаем тогда, когда оно уже безвозвратно утеряно. В этом случае человек становится зависимым от своей физиологии, процессы в которой рассогласуются с духовной сущностью человека.

Следует вспомнить, что школьное образовательное пространство в подавляющих случаях не стала «фабрикой новых идей» учеников. Школа, хоть и продекларировала целью своей деятельности подготовку молодого поколения к жизни в будущем, но реально она не может достигнуть поставленной цели по причине того, что в школе не учат учеников изобретательской деятельности. Там

учат конкретным фактологическим знаниям, но не учат способам их применения под цели развития. В чем причина? Казалось бы, ресурсы все обучению изобретательской деятельности школьников есть, но этого не происходит.

Здесь мы подошли к пониманию роли и сущности образования. Выполнение человеком своей основной функции, связанной с творческой деятельностью, невозможно без наличия у него качеств созидающей творческой личности. Формирование этих качеств должно происходить еще с раннего детства и здесь наиважнейшая роль отводится системе образования. Подробней о философии образования основанной на включении обучающихся в поисково-изобретательскую деятельность [2. с.8-18]. Однако целевые установки, процесс и результат существующего образования не позволяет сегодня сделать вывод о том, что оно готовит к жизни творческих людей. Здесь существует несколько причин.

Одной из главных причин является сложившийся в массовом сознании устойчивый стереотип о том, что главная функция образования сводится к воспитанию подрастающего поколения путем передачи ему накопленного опыта, в усвоении молодыми людьми культурно-исторического наследия предшествующих поколений. Но только ли к этому должна сводиться деятельность системы образования?

Другой, не менее важной причиной, по которой сегодняшнее образование не может готовить и выпускать в жизнь творцов, является отсутствие эффективных способов формирования таких людей. Эта причина еще усугубляется тем, что в образовании укоренилась точка зрения о том, что развитие личности происходит вследствие «присвоения» культуры в процессе учебной деятельности. Однако практика показывает, что «присвоенная» культура на уровне «прочных знаний» и сложившихся теоретических понятий формирует в сознании обучаемых устойчивые стереотипы, которые представляют собой некие «якоря» сознания, выход за которые невозможен в силу их «прочности». Этому способствует один из основных принципов дидактики – принцип «прочных знаний». Однако, потребление готового (знаний, понятий и т.д.), даже, если это произошло очень эффективно и качественно, вовсе не означает развития. Феномен развития как раз и предполагает разрушение в сознании сложившихся стереотипов, выход за пределы имеющихся знаний и создание новых понятий, представлений и образов. Они не копируют существующие, а разрешают противоречие в изменяемом объекте, тем самым создают объективные условия наращивания основной системообразующей функции (главной полезной функции) совершенствуемых систем.

Основой выживания общества является его постоянное развитие. Общество не может выживать без развития, которое осуществляется за счет эффективной творческой деятельности людей. Для того чтобы творческая деятельность была эффективна, необходимы специально подготовленные люди. У них должен быть

соответствующий опыт успешной творческой самореализации, результатом которой должны стать принципиально новые идеи, обеспечивающие процессы развития систем материальной и духовной культуры.

Мы считаем, что независимо от того, есть у человека творческие способности или нет, каждый человек должен иметь шанс на успех в творчестве. Но для этого нужна хорошая система организации эффективной творческой деятельности, нужна эффективная технология творчества! Такая технология творчества была создана в нашей стране еще в 50-е годы Г.С. Альтшуллером, автором «Теории решения изобретательских задач»[1]. Известный исследователь, изобретатель, писатель и автор многочисленных публикаций по эвристической системе ТРИЗ Г.С. Альтшуллер, рассматривал творчество «как точную науку». Суть основных положений теории сводится к тому, что в основе успешного решения проблемных задач лежат объективные законы развития технических систем, которые познаваемы, их можно изучить, им можно научить и их можно сознательно использовать для конструирования новых знаний.

Секрет успешного поиска идей при решении творческих задач, задач открытого типа, не в каком-то особенном складе ума человека, а в том, что он умеет применять особые методологические знания (приемы, стандарты, алгоритм и т.д.) для переработки внешней информации в проблемные задачи с последующим их решением. В результате такой деятельности, которую учебной уже никак не назовешь, неопределенная информация преобразуется в конкретную задачу с последующей постановкой цели и получения решения в виде концептуально новых знаний, разрешающих противоречия в совершенствуемом объекте. Естественно, что с появлением ТРИЗ у каждого появился шанс стать успешным в творческом поиске. Каждый сможет, не прибегая к чужому опыту проживания различных жизненных ситуаций, иметь реальную возможность обрести свой собственный выход за пределы накопленных знаний, а потому и ценный опыт постижения истины [3].

Выводы

Мы глубоко убеждены в том, что успех в жизни каждого человека начинается с мысли, идеи, являющейся результатом творческой деятельности человека (обучаемого). Которая разрешает противоречия в системах окружающей реальной действительности, совпадающей с объективной потребностью человечества (прежде всего, в развитии) и представляющей собой решение новой, ранее никем не решенной задачи.

В этом случае здоровье человека становится для него ценностью, так как без него становится невозможна эффективная творческая деятельность человека, а, следовательно, удовлетворение его объективно возрастающих потребностей. Из замкнутой системы «Здоровье для здоровья» она преобразуется в разомкнутую

систему, согласованную с интеллектуально-творческой, духовной составляющей и обретает черты «здоровья ради достижения цели в жизни».

Для обеспечения такой успешности, необходимо ответить на основной философский вопрос, который существует на протяжении всей истории существования системы образования, и дидактики в частности – «Чему учить?»

Если исходить из объективной потребности человечества в самосохранении и развитии и учитывать родовые потребности самого человека, то на вопрос «Чему учить?» однозначно возникает ответ – учить надо эффективной творческой (изобретательской) деятельности!

Однако если под развитием понимать количественные и качественные изменения личности и, прежде всего, его сознания, то неизбежно возникает вопрос, а как эти изменения обнаружить? Что является критерием изменения сознания личности обучаемого? Исходя из сказанного ранее, таким критерием может выступать сама мысль человека, ее характерные качественные и количественные параметры. Например, количество зафиксированных в устной или письменной форме идей, их качество, определяемое степенью новизны, ее актуальность, обоснованность и степень реализуемости. Отслеживая динамику появления новых идей, можно в рамках образовательного процесса выявлять, диагностировать и, самое главное, управлять процессами развития обучаемых. Если образовательный процесс будет базироваться на творческой деятельности учащихся, результатом которой будут новые идеи учеников, то в этом случае можно будет говорить о системе образования совершенно нового типа, в котором здоровьесбережение и наращивание его потенциала становится осмысленным, понятным и востребованным.

Список литературы

1. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 225 с.
2. Вахрушев С.А. Инновационное проектирование педагогических технологий: учебное пособие - Красноярск: КГПУ им. В. П. Астафьева, 2009. – 204 с.
3. Дмитриев В.А. Подготовка инженеров и педагогов профессионального образования к творческой деятельности на основе инновационного проектирования: монография. – Томск: STT, 2006. – 260 с.

Ermolov K.A. Manoylov V.V. Educational program “TRIZ in practical electronics” – the shortest way to innovations

Ермолов К. А. Манойлов В. В. Образовательная программа «ТРИЗ в практической электронике» - кратчайший путь к инновациям

Наступивший XXI век можно по праву назвать веком глобальных изобретений в областях электроники и информационных технологий, так как невозможно найти отрасль народного хозяйства, в которой они бы не применялись. В связи с этим особую важность приобретает задача подготовки подрастающего поколения к освоению инженерно-технических компетенций, развития у современных детей инженерного мышления, конструкторских и изобретательских способностей.

Данную задачу успешно решает образовательная программа «ТРИЗ в практической электронике», реализуемая в ГБУ ДО ДДТ Красносельского района.

Специфической особенностью технического творчества является возможность получения ребенком конкретного наглядного результата (продукта) обучения, что создает ситуацию успеха, которая особенно важна для учащегося в подростковом возрасте. В ходе обучения учащиеся вовлекаются в процесс трудовой деятельности, близкой по характеру и содержанию труду взрослых, что позволяет получить удовлетворение результатами своей работы.

Особое значение приобретают занятия детей и подростков техническим творчеством в современном обществе, которое испытывает острую потребность в высококвалифицированных специалистах в области инженерии, конструирования, программирования. Поэтому ориентация программы «ТРИЗ в практической электронике» на раннее развитие у детей и подростков инженерно-конструкторского мышления, реализацию их творческих, познавательных и коммуникативных потребностей обуславливает ее актуальность для системы образования и перспективного социально-экономического развития страны.

Входящий в данную образовательную программу курс ТРИЗ (Теория решения изобретательских задач) позволяет проводить детальный анализ имеющихся схем и систем в области классической электроники и современных цифровых технологий, находить в них недостатки и противоречия, устранять их и создавать новые, усовершенствованные устройства.

С помощью ТРИЗ уже созданы сотни и тысячи высокоэффективных изобретений. Многие положения ТРИЗ не заменяет творческих способностей человека, а только организует и повышает эффективность использования имеющихся знаний.

Структура программы.

Программа состоит из трех больших пересекающихся между собой блоков:

- *Основы электроники.* Этот блок позволяет учащимся приобрести знания в области классической и современной электроники, понять принципы работы различных электронных компонентов и состоящих из них схем.
- *ТРИЗ.* В этом блоке учащиеся изучают основы классической ТРИЗ и решают изобретательские задачи из различных областей техники. Также воспитанники объединения применяют полученные знания их ТРИЗ для усовершенствования собранных ими электронных изделий.
- *Компьютерные информационные технологии.* Благодаря этому блоку учащиеся узнают принципы работы компьютера на уровне микросхем, интерфейсов и команд процессора. Большое внимание уделяется основам программирования на языках высокого и низкого уровней.

Структура проведения занятий по программе:

Структура проведения занятий включает 7 основных частей:

1. Активация творческого воображения с помощью различных методов РТВ.
2. изучение теории и практики ТРИЗ. Проводится в форме беседы с записями основных правил, приемов разрешения технических противоречий, решения изобретательских задач по различным разделам техники.
3. изучение раздела электроники в соответствии с тематическим планом программы. Сначала педагог кратко излагает суть материала, затем учащиеся делают необходимые записи из учебника, рисуют принципиальную схему будущего электронного устройства с перечнем элементов.
4. Сборка устройства с помощью паяльника.
5. Проверка работоспособности.
6. Выявление недостатков устройства.
7. Устранение недостатков с помощью приемов ТРИЗ. На этом этапе учащиеся применяя инструментарий ТРИЗ, находят идеи для усовершенствования изученного и собранного устройства. Часто, для того, чтобы воплотить эти идеи, необходимо изучить новую тему по электронике. В результате на следующем занятии педагог переходит на пункт 2, и процесс повторяется по спирали:



Активация творческого воображения осуществляется с помощью таких методов, как метод фокальных объектов, метод Робинзона Крузо, метод Золотой рыбки, метод Синектики и др.

В качестве примера рассмотрим усовершенствование часов методом фокальных объектов. Учащиеся выбирают три случайных предмета, пишут их свойства и применяют к часам:

Часы		
Дым	Обои	Жидкость
Вонючий	Бумажные	Едкая
Густой	Моющиеся	Вязкая
Едкий	Самоклеящиеся	Прозрачная
Ядовитый	Шумопоглощающие	Горячая

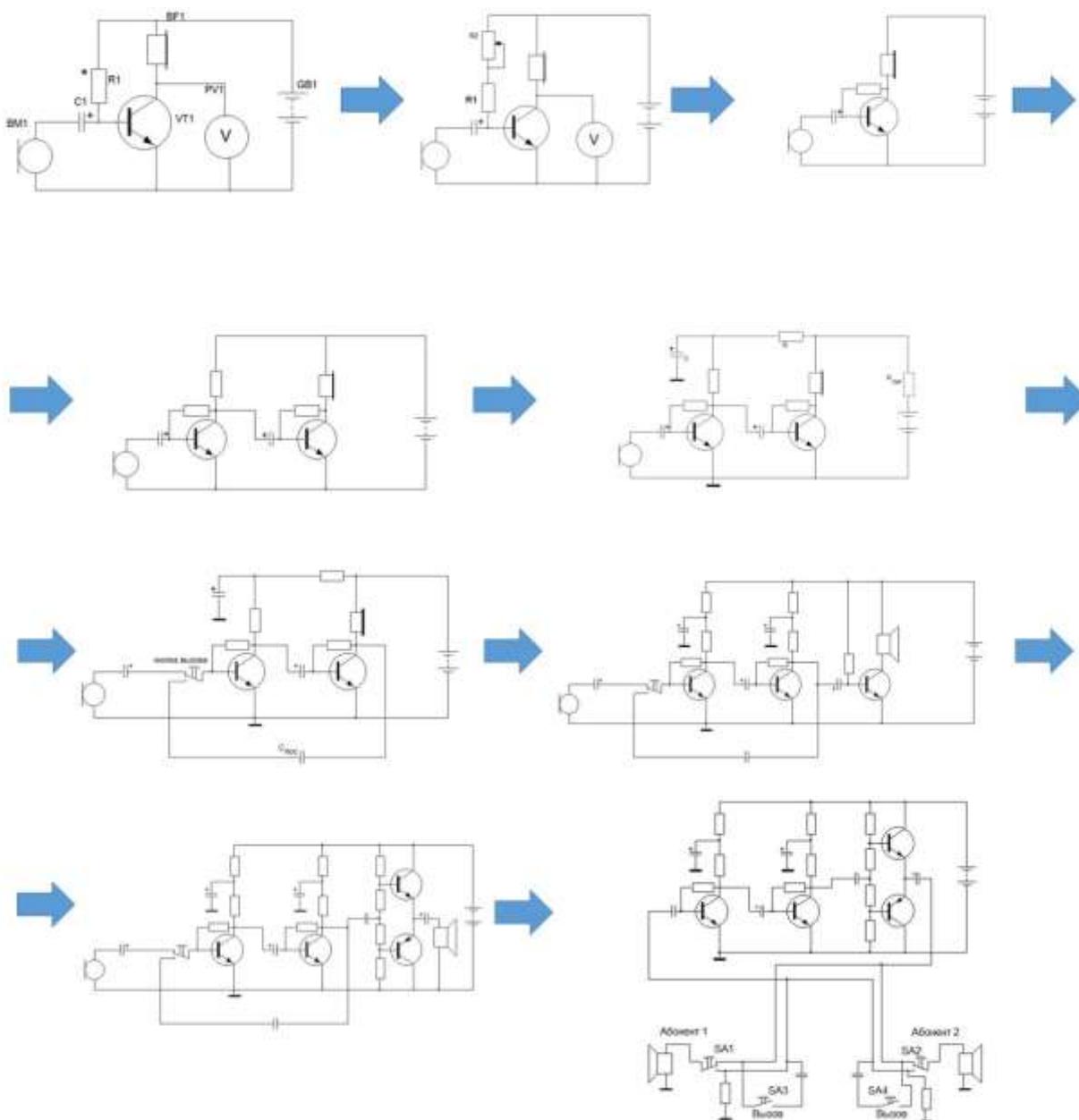
В результате получаются часы, выделяющие различные запахи в зависимости от времени суток, в том числе едкий запах, если возникает какая-либо опасность. Часы ядовиты для вредителей и тараканов. Материал часов состоит из густой жидкости, благодаря чему часы могут менять форму. Часы легко мыть, они водонепроницаемые. Часы с липким покрытием, благодаря чему они легко крепятся в любом месте. В часы встроен микрофон, усилитель и динамик, который издает звук в противофазе по отношению к имеющимся в

комнате звуковым волнам, благодаря чему часы подавляют шум. Корпус часов прозрачный. Часы выделяют жидкость, которая воспламеняется и горит холодным пламенем, поэтому часы видны в темноте.

Затем учащиеся переходят к изучению основ ТРИЗ. На первом этапе реализации программы изучаются такие понятия, как административное, техническое и физическое противоречия, изделие и инструмент, вещественно-полевые ресурсы, идеальный конечных результат, Х-элемент и другие.

Одной из тем, изучаемых по данной образовательной программе, является тема «Переговорное устройство на транзисторах». Сначала учащиеся собирают простейший усилитель на одном транзисторе, затем находят его недостатки, разрешают их с помощью элементов ТРИЗ, постепенно усовершенствуют его и увеличивают функциональность.

Переговорное устройство

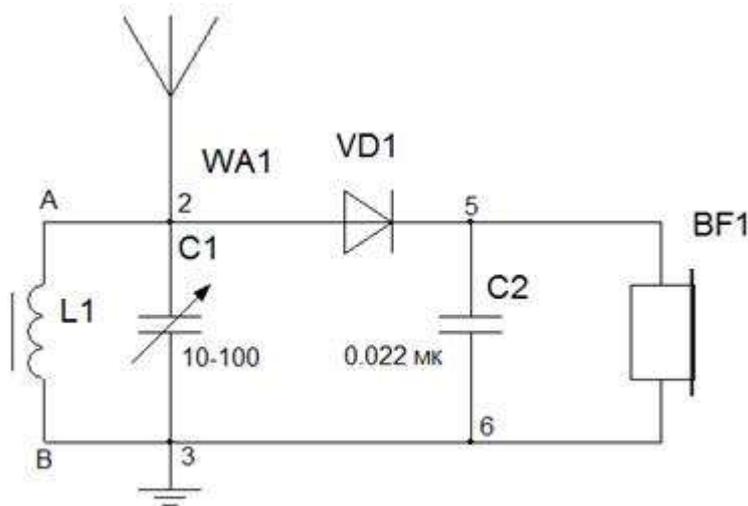


В результате из простого каскада усиления на одном транзисторе, учащиеся получили двунаправленное громкоговорящее переговорное устройство с вызовом

Полный процесс преобразования переговорного устройства можно найти на нашем сайте www.etriz.ru [13].

На втором этапе реализации программы учащиеся изучают другие инструменты ТРИЗ в том числе шаги АРИЗ. Рассмотрим, как с помощью шагов АРИЗ на наших занятиях усовершенствуется детекторный приемник.

Сначала педагог объясняет устройство и принцип работы детекторного приемника и предлагает учащимся собрать его. Учащиеся собирают его и обнаруживают, что для того, чтобы этот приемник принимал радиостанции, необходима очень длинная антенна, что очень неудобно. Педагог просит учащихся решить данную проблему.



1. Анализ задачи.

1.1 Дана ТС (техническая система) для преобразования мощных радиосигналов в звук, состоящая из детекторного приёмника и мощных радиосигналов. В свою очередь радиоприёмник состоит из антенны с длинным проводом, детекторного каскада, телефонного капсюля и колебательного контура.

ТП1: Детекторный приёмник, состоящий из антенны с длинным проводом преобразует мощные радиосигналы в звук, но при этом увеличивает расходы на изготовление антенны.

ТП2: Детекторный приёмник, состоящий из антенны с коротким проводом не преобразует мощные радиосигналы в звук, но при этом не увеличивает расходы на изготовление антенны.

Необходимо при минимальных изменениях в системе преобразовать мощные радиосигналы в звук, но при этом не увеличить расходы на изготовление антенны.

1.2 Изделие: мощные радиосигналы.

Инструмент: детекторный приёмник (ДП).

Какое главное действие совершает детекторный приёмник? Преобразует мощные радиосигналы в звук. По определению это – ГЛАВНАЯ ФУНКЦИЯ. Какая функция нежелательна? Увеличивать расходы на изготовление антенны. А необходимо? Не увеличивать расходы.

Не увеличить расходы на изготовление антенны – дополнительная функция, которую мы хотели бы реализовать.

1.3



1.4 Главный производственный процесс (ГПП): преобразовать мощные радиосигналы в звук с антенной из короткого провода.

Решаем мини-задачу.

1.5 Усиление ТП1: Антенна стала ещё длиннее: мощные радиосигналы гарантированно будут преобразованы в звук, но при этом расходы на изготовление антенны значительно увеличатся и отпадёт необходимость передавать радиосигнал по эфиру. Уже можно передать по проводам.

Усиление ТП2: Антенна стала ещё короче, превратилась просто в контакт: мощные радиосигналы гарантированно не будут преобразованы в звук, но при этом расходы на изготовление антенны нулевые.

1.6 Дано: ДП, состоящий из антенны с коротким проводом; мощные радиосигналы.

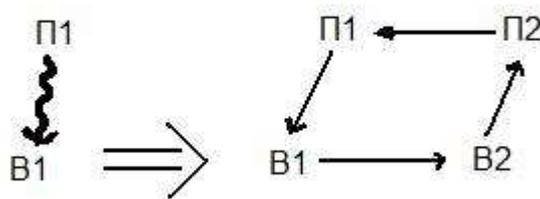
Детекторный приёмник с коротким антенным проводом не преобразует слабые радиосигналы в звук, но при этом не увеличивает расходы на изготовление антенны. Найти X-элемент, который должен обеспечить преобразование мощных радиосигналов в звук и не увеличивать расходы на изготовление антенны.

1.7 По стандарту 1.1.1, который гласит: дан объект, плохо поддающийся нужным изменениям, и условия задачи не содержат ограничений на введение веществ и полей, задачу решают синтезом веполя, вводя недостающие элементы.

В нашем случае ДП, с коротким проводом, который работает за счёт электромагнитной энергии радиоволн, наводя электрическую составляющую в антенном проводе, который очень мал, а магнитную в катушке индуктивности колебательного контура ДП. Значит, необходимо каким-то образом усилить слабый радиосигнал на выходе колебательного контура и, естественно, на входе телефонного капсюля, мембрану которого не может расшатать слабый низкочастотный сигнал, выделенный детекторным каскадом.

Чтобы усилить магнитную составляющую электромагнитной радиоволны, необходимо в катушку индуктивности (накопитель магнитной энергии) ввести вещество, которое позволит реализовать нашу потребность. Это вещество – феррит.

Если В1 – детекторный приёмник, П1 – мощные радиосигналы, В2 – ферритовый стержень, тогда решение задачи с помощью веполей выглядит следующим образом:



Изучив, основы классической ТРИЗ, учащиеся приобретают системное мышление и могут анализировать техническую систему в пространстве и времени. Рассматривая эволюцию технических систем от далекого прошлого до настоящего, наши воспитанники могут дать прогноз развития системы, ее подсистем и надсистем в будущем.

Приведем пример анализа технической системы «Автомобиль»:

	Далёкое прошлое	прошлое	настоящее	будущее	далёкое будущее
НС	грунтовая дорога (естественное природное покрытие)	дорога с каменным покрытием (в качестве покрытия – природный)	дорога с асфальтовым покрытием (модифицированный природный)	лёгкое, дешёвое синтетическое покрытие (полностью синтетический)	Дороги не нужны

		материал)	материал)	материал)	
ТС	Лошадь + карета	Паровоз	Автомобиль	Электромобиль	Аэромобиль
ПС 1	Животное	паровой двигатель	двигатель внутреннего сгорания	электродвигатель	полевой двигатель
ПС 2	Копыто и деревянное колесо (полностью природный материал)	металлическое колесо (модифицированный природный материал)	колесо (модифицированный природный материал + синтетический материал)	Колесо (лёгкий прочный синтетический материал)	колесо не требуется
ПС 3	Непосредственная передача от мышц к ногам животного	Пластины передают движение от поршней к колёсам	трансмиссия (система шестерён и валов)	Непосредственная передача от двигателя к колесу	Дистанционная передача за счёт взаимодействия полей
ПС 4	Деревянный корпус кареты (природный материал)	Металлический корпус (модифицированный природный материал)	Кузов автомобиля (модифицированный природный материал + синтетический материал)	Пластиковый корпус (полностью синтетический материал)	Сверхлёгкий пластиковый корпус (принципиально новый материал)
ПС 5	Органические продукты для питания животного (природный материал).	Уголь (твёрдое природное вещество. Полимерная структура)	Бензин, спирт, водород (модифицированное природное вещество. Небольшие молекулы)	Электричество. (получают искусственно. Субмолекулярные структуры)	Поле. (генерируется искусственно. Субатомные структуры)

	большие молекулярные структуры)				
ПС 6	Человек + инстинкт животного	Человек	Человек. Часть функций управления выполняет компьютер	Человек. Большинство функций управления выполняет компьютер.	Транспортным средством управляет компьютер

ТС – Автомобиль; ПС1 – двигатель; ПС2 – колесо; ПС3 – трансмиссия; ПС4 – кузов; ПС5 – топливо; ПС6 – система управления; НС – дорога, по которой движутся автомобили.

Вывод из СО: при развитии систем всех уровней происходит плавный переход от природных материалов к синтетическим. Развитие топлива идёт по пути уменьшения минимальной структурной единицы: система органической макромолекул (пища для животного), полимер (уголь, дрова), лёгкие молекулы (бензин, спирт, водород), субмолекулярные структуры (ионы), субатомные структуры (электроны, плазма, различные поля). Человек постепенно отстраняется от управления транспортным средством.

Другой пример использования Системного Оператора – анализ системы для поддержания комфортных условий в доме:

	Далекое прошлое	Прошлое	Ближайшее прошлое	Настоящее	Будущее
Надсистема: Средство поддержания комфорта	Природные явления	Природные явления, техническое сооружение.	Природные явления, технические сооружения.	Природные явления. Системы контроля микроклимата. Умный дом.	Умный дом. Умный квартал. Умный город.
Система 1: Нагрев	Солнце. Костер.	Печь, Солнце.	Система центрального отопления.	Система центрального отопления. Локальная система отопления. Индивидуаль	Локальная система обогрева. Тепловой насос. Передача тепла из

				ные обогреватели.	окружающей среды.
Система 2: Охлаждение	Ветер. Воздух.	Открытое окно или дверь. Холодная вода из реки или колодца.	Открытое окно, холодная вода.	Открытое окно. Кондиционер.	Тепловой насос. Передача лишнего тепла в окружающую среду.
Система 3: Пробуждение	Солнце. Животные.	Солнце. Животные.	Солнце. Животные. Будильник.	Солнце. Будильник.	Будильник, имитирующий природные явления: рассвет, крики животных.
Система 4: Поддержание здоровья	Природные явления и процессы.	Природные явления и процессы.	Природные явления и процессы.	Различные приборы для увлажнения, ионизации, озонирования , очистки воздуха	Различные приборы для увлажнения, ионизации, озонирования, очистки воздуха, работающие в автоматическом режиме.
Подсистема: Источник энергии	Солнце. Дрова. Ветер.	Дрова, ветер, солнце.	Твердое топливо. Электричество.	Газообразное и жидкое топливо. Электричество.	Электричество. Природные источники энергии.

Выводы из СО:

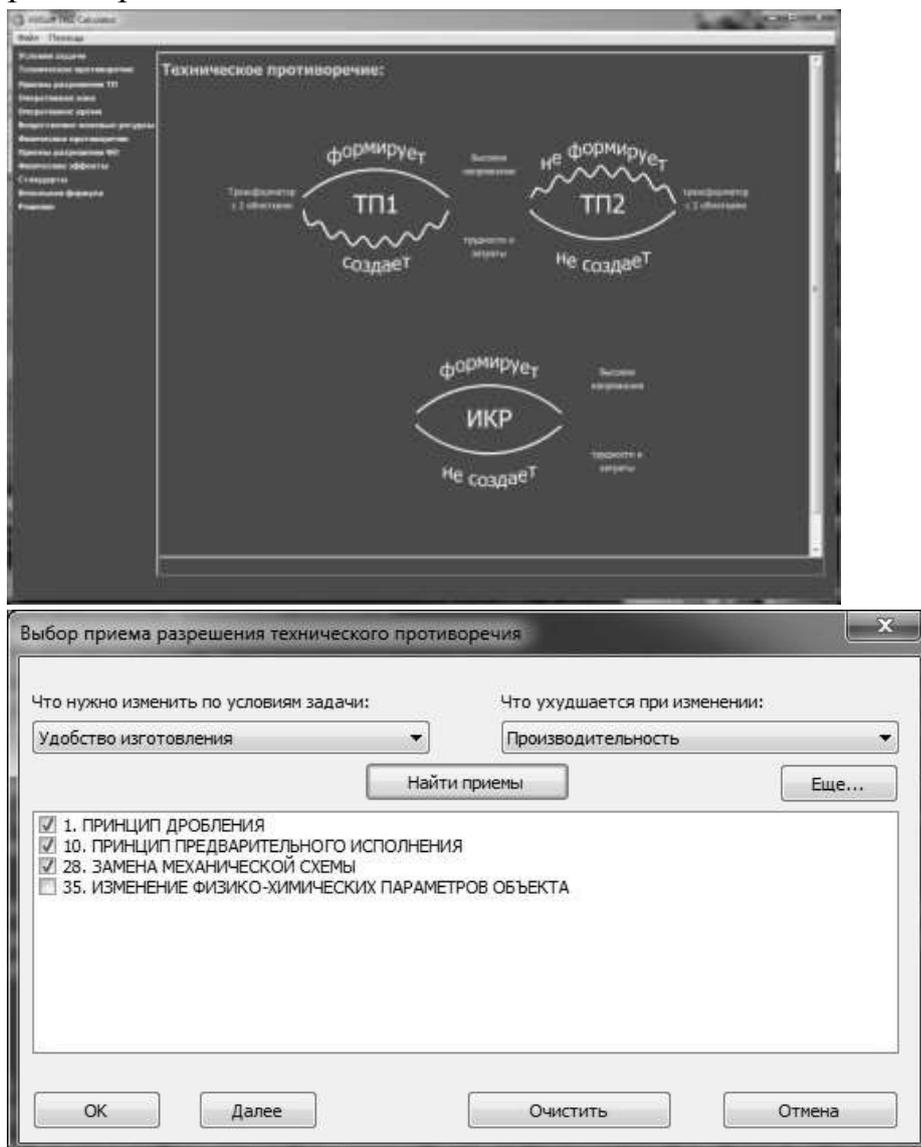
Если рассматривать все уровни систем для поддержания комфортных условий в помещении во времени, то видно следующее:

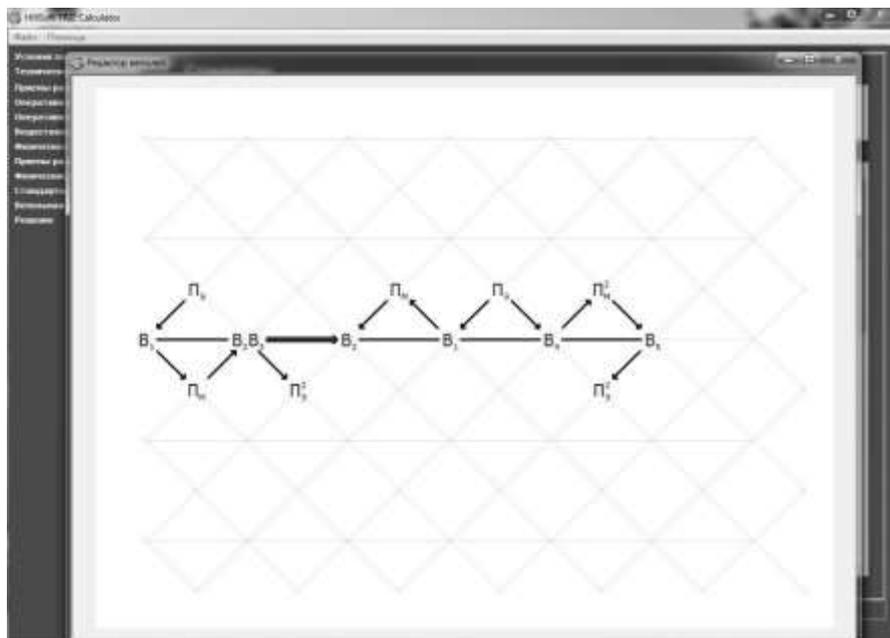
Вначале использовались только природные явления или источники. Затем происходил постепенный переход от природных явлений и источников к

искусственным, появлялись новые технические системы. Однако, с настоящего момента происходит постепенное возвращение к применению природных явлений или их имитация, а также к использованию природных источников энергии.

Полное описание данного системного оператора находится на нашем сайте www.etriz.ru [13].

Успешно решать изобретательские задачи помогает программа ТРИЗ калькулятор. В нее заложен упрощенный алгоритм решения изобретательских задач, система выбора приема разрешения технических противоречий, физические эффекты, стандарты, редактор веполей, приемы разрешения противоречий:





На основе приобретенного за последнее десятилетие успешного опыта применения ТРИЗ в обучении электронике и информатике нами разрабатывается новая образовательная программа: «ТРИЗ в практической электронике - от детекторного приемника к роботам», рассчитанная на 4 года обучения.

Выводы:

Благодаря интеграции электроники, ТРИЗ и информатики, наши учащиеся могут более уверенно себя чувствовать в мире электроники. Изучая основы ТРИЗ и применяя ее при изготовлении электронных устройств, наши воспитанники сначала повторяют изобретения прошлого и настоящего. Таким образом путь, который прошли различные изобретатели в течение десятилетий, наши учащиеся повторяют за несколько занятий. Благодаря системному мышлению и знанию законов развития технических систем, ученики могут увидеть, как системы будут развиваться и создавать устройства ближайшего будущего. Им не приходится ограничиваться только теми схемами, которые приводятся в литературе, а они могут собирать свои собственные, часто инновационные устройства, полезные в различных областях жизни человека. Многие из этих устройств учащиеся защищали на различных конкурсах и олимпиадах городского, всероссийского и международного уровней, занимая на них призовые места. За последние 5 лет были созданы такие устройства, как бытовой распределитель мощности, Таймер-Термометр-Термостат с регулятором мощности, многофункциональная платформа, металлоискатель на базе частотомера, биобудильник с имитацией рассвета, элемент умного дома, светомузыкальный миостимулятор, многофункциональный рюкзак, отпугиватель кротов и птиц, светофор будущего, машина будущего и др. Из

приведенных выше примеров следует, что образовательная программа «ТРИЗ в практической электронике» является кратчайшим путем к инновациям.

Список литературы

1. Б. С. Иванов. Электронные самоделки. М. Просвещение, 1993.
2. Г. И. Иванов. Формулы творчества или как научиться изобретать. М. Просвещение, 1994.
3. Альтшуллер Г. С., Злотин Б. Л., Зусман А. В. и др., Поиск новых идей: от озарения к технологии (теория и практика решения изобретательских задач), Кишинев, «Карта Молдовеняскэ», 1989 г.
4. Сборник «Правила игры без правил», Петрозаводск, «Карелия», 1989 г.
5. Сборники «Учителям о ТРИЗ» выпуски с 7 по 10.
6. Виноградов Ю.А. «Практическая электроника», М. ДМК Пресс, 2000 г.
7. Семенов Б. Ю., Шелестов И. П., «Путеводитель в мир электроники», Москва, СОЛОН-Пресс, 2004.
8. Широкова Т. С., Крячко В. Б., «Развитие творческого воображения с элементами ТРИЗ», «САВОЖ», СПб, 2006.
9. Майк Предко, «PIC-контроллеры. Архитектура и программирование», М., ДМК Пресс, 2016.
10. Джереми Рифкин, «Третья промышленная революция», М. Альпина нон-фикшн, 2014.
11. Эдриан Дингл, «Как изготовить вселенную из 92 химических элементов», М. Клевер-Медиа-Групп, 2014.
12. В. Кессельман, «На кого упало яблоко», М. ЛомоносовЪ, 2014.
13. <http://etriz.ru/>

Petrov V. Петров В. The series of books “TRIZ from A to Z”

Abstract: The article gives an overview of a series of books "TRIZ from A to Z", already published and planned.

Keywords: TRIZ, Technical Contradiction (TC), Physical Contradiction (PC), Analysis, Ways of Resolving TC and PC.

Петров В. Серия книг «ТРИЗ от А до Я»

Аннотация: В статье дается обзор серии книг «ТРИЗ от А до Я», уже вышедших и планируемых.

Ключевые слова: ТРИЗ, серия, книги.

1. Введение

Цель издания данной серии книг максимально подробно изложить ТРИЗ с разных сторон и описать историю развития ТРИЗ.

Материал дается послойно, с каждой книгой углубляя и расширяя какая-то из частей ТРИЗ. Каждая из книг имеет 100-200 примеров и задач.

Структура каждой из книг включает теоретический материал, иллюстрируемый большим количеством примеров, задач и рисунков. В конце каждого раздела дается материал для самостоятельной работы. Он включает вопросы для самоконтроля, примеры на каждый из нюансов данного раздела, которые должен дать читатель и задачи для самостоятельного решения. В приложении дается разбор задач, как их видит автор.

В каждой следующей книге дается краткий обзор того, что было раньше.

Каждая книга имеет хороший поисковый материал: подробное оглавление, алфавитный указатель, списки примеров, задач, иллюстраций, таблиц и формул с указанием раздела, к которому они относятся, и номера страницы.

В заключении приводятся рекомендации по эффективному использованию рассматриваемых инструментов ТРИЗ, по совершенствованию знаний, умений и отработке навыков в их применении, а также рекомендации по развитию изобретательского мышления.

2. Структура серии

2.1. Общая структура

Серия имеет несколько разделов:

1. Методы, предшествующие ТРИЗ.
2. Учебник ТРИЗ.
3. Учебники, разбитые по уровням.
4. Учебники по направлениям.
5. История развития ТРИЗ.
6. Учебники ТРИЗ для отдельных специальностей.
7. Книги для детей.

2.2. Методы, предшествующие ТРИЗ

По методам, предшествующим ТРИЗ выпущено две книги:

1. Простейшие приемы изобретательства.
2. Пять методов активизации творчества.

Простейшие приемы это:

- *Аналогия.*
- *Инсерсия.*
- *Эмпания.*
- *Фантазия.*

5 методов активизации творчества включают:

- *Мозговой штурм.*
- *Морфологический анализ.*

- *Метод фокальных объектов.*
- *Метод контрольных вопросов.*
- *Синектика.*

2.3. Учебник ТРИЗ

Учебник ТРИЗ рассчитан общее представление основных разделов:

- *Метод проб и ошибок* – его положительны и отрицательные стороны.
- *Психологическая инерция*, чем она хороша и чем плоха, как устранять психологическую инерцию.
- *Обзор ТРИЗ.*
- *Системный подход*, его понятия и способы использования.
- *Законы развития систем.*
- *Вепольгый анализ.*
- *АРИЗ.*
- *Информационный фонд ТРИЗ* (стандарты на решение изобретательских задач, эффекты, приемы разрешения противоречий, ресурсы).
- *Развитие личности и коллективов* (развитие творческого воображения, развитие творческой личности, развитие творческих коллективов).

2.4. Учебники, разбитые по уровням

Для детального и постепенного изучения ТРИЗ весь материал разбит на 10 уровней. Материал изучается послойно, постепенно углубляя и расширяя тематику. Каждый последующий учебник опирается на знания, изложенные в предыдущих.

Учебник 1-го уровня излагает начальные знания и включает:

- *Метод проб и ошибок* – его положительны и отрицательные стороны.
- *Психологическая инерция*, чем она хороша и чем плоха, как устранять психологическую инерцию.
- *Обзор ТРИЗ.*
- *Системный подход*, его понятия и способы использования.
- *Идеальность.*
- *Ресурсы.*
- *Противоречия.*
- *Приемы разрешения противоречий* (20 основных приемов).
- *Законы развития систем.*

Учебник 2-го уровня углубляет знания, описанные в учебнике 1-го уровня и включает:

- *Логика решения нестандартных задач.*
- *Приемы разрешения противоречий* (углубление и расширение рассмотренных ранее).
- *Ресурсы* (излагается все система ресурсов).

Учебник 3-го уровня углубляет знания, описанные в учебниках 1-го и 2-го уровней.

Главная цель данного учебника научиться использовать практический АРИЗ. Для этого предварительно нужно понимать, что такое эффекты и как их использовать, а кроме того, основные знания вепольного анализа.

Учебник 4-го уровня нацелен на освоение изобретательского мышления. Он опирается на знания, изложенные в учебниках 1-го - 3-го уровней. Кроме того, детально излагается методы развития творческого воображения (РТВ). Учебник включает:

- *Методы РТВ.*
- *Системно мышление.*
- *Эволюционное мышление.*
- *Мышление через противоречия.*
- *Ресурсное мышление.*
- *Моделирование.*
- *Комплексное использование.*

Учебник 5-го уровня нацелен на освоение стандартов на решение изобретательских задач. В связи с этим предварительно нужно изучить некоторые закономерности развития систем (тренды), например, увеличение степени дробления, закономерность развития капиллярно-пористых материалов (КПМ), увеличение степени управляемости полей, увеличения степени управляемости веполей (форсированные веполы). Учебник опирается на знания, изложенные в учебниках 1-го - 4-го уровней.

Учебник 6-го уровня детально изучает АРИЗ-85-В. Он использует все знания предыдущих учебников.

Учебник 7-го уровня посвящен «Диверсионному анализу».

Учебник 8-го уровня посвящен функциональному анализу, триммингу (свертыванию) и методике выявления причинно-следственных связей.

Учебник 9-го уровня посвящен новым версиям АРИЗ (АРИЗ -2010-2017).

Учебник 10-го уровня посвящен новой системе стандартов.

Тематика учебников 6-10 уровней может корректироваться.

Оглавление опубликованных книг будет приведено ниже.

2.5. Учебники по направлениям

Предполагается выпустить учебники, излагающие полностью весь раздел от начального до высшего уровней, например:

- *Законы развития систем.*
- *АРИЗ.*
- *Вепольный анализ.*

Эффекты.

И т. д.

2.6. История развития ТРИЗ

Эта серия как минимум будет включать:

- *Общая история развития ТРИЗ.*
- *История развития инструментов ТРИЗ.*

Возможно, отдельно будет книга, посвященная Г. Альтшуллеру и Р. Шапиро.

2.7. Учебники ТРИЗ для отдельных специальностей

Это могут быть учебники ТРИЗ, например, для информационных технологий, транспорта, бизнеса и т. д.

2.8. Книги для детей

Предполагается написать книги для работы ребенка совместно со взрослым наставником (родителем или учителем). Книги будут содержать задачи и ситуации, которые ребенок должен решить. Даются комментарии по возможному решению и объяснению инструмента.

3. Оглавление изданных книг

3.1. Простейшие приемы изобретательства

Петров В. М. Простейшие приемы изобретательства. Издание 2-е, исправленное. — М.: СОЛОН-Пресс, 2017. — 135 с. (Серия «Библиотека создания инноваций». ТРИЗ от А до Я). ISBN 978-5-91359-200-2

Эта первая книга из авторской серии «ТРИЗ от А до Я» и соответствует нулевому, ознакомительному уровню. Серия будет посвящена разным аспектам ТРИЗ (теории решения изобретательских задач).



Данная книга описывает наиболее общие способы решения изобретательских задач и получения новых идей.

Материал легко и быстро усваивается, показывает, что изобретать можно по определенным правилам, методам. Кроме того, материал книги создает у читателей мотивацию в изучении следующего материала.

В книге приводится около 140 примеров и задач, и 230 иллюстраций. Книга рассчитана на широкий круг читателей и будет особенно полезна тем, кто хочет быстро получать новые идеи, предназначена для студентов всех специальностей, учащихся школ, посетителей элективных курсов и творческих мастерских.

3.2. Пять методов активизации творчества

Петров В. М. 5 методов активизации творчества. Методы активизации творческого процесса. Учебное пособие / *Издание 2-е, исправленное.* — В. М. Петров. 2017. — 97 с.: ил. (Серия «Библиотека создания инноваций». ТРИЗ от А до Я). ISBN 978-5-91359-199-9



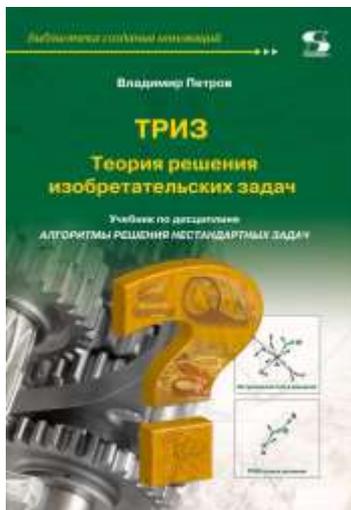
Книга из авторской серии «ТРИЗ от А до Я» и соответствует нулевому, ознакомительному уровню. Учебное пособие излагает методы активизации творческого процесса, такие как мозговой штурм, синектика, морфологический анализ, метод фокальных объектов и метод контрольных вопросов. Приведены история возникновения методов, их основные правила и примеры использования.

Книга предназначена для студентов всех специальностей, учащихся школ, посетителей элективных курсов и творческих мастерских. Она также может быть полезна инженерам и изобретателям, ученым, преподавателям

университетов и людям, решающим творческие задачи.

3.3. Учебник ТРИЗ

Петров В. М. Теория решения изобретательских задач – ТРИЗ: учебник по дисциплине «Алгоритмы решения нестандартных задач» / В. М. Петров. М.: СОЛОН-Пресс, 2017 – 500 с.: ил. 364. ISBN 978-5-91359-207-1



Данный учебник посвящен системному изложению теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). В книге подробно рассмотрены методы постановки нестандартных задач и способы их решения, законы развития технических систем (ТС), методика прогнозирования развития ТС, структурный анализ и синтез ТС, методы моделирования ТС, способы выявления и разрешения противоречий, методика выявления и использования ресурсов.

Теоретический материал иллюстрируется большим количеством примеров, задач и графического материала (более 300 примеров и задач и более 300 иллюстраций). Описывается более 300 понятий. В конце каждой главы представлен материал для самостоятельной работы.

Книга предназначена для студентов инженерных специальностей. Она также может быть полезна инженерам и изобретателям, ученым, преподавателям университетов и людям, решающим творческие задачи.

3.4. Учебник ТРИЗ. Уровень 1

Петров В. ТРИЗ. Теория решения изобретательских задач. Уровень 1. — М.: СОЛОН-Пресс, 2017 – 252 с.: ил. (ТРИЗ от А до Я). ISBN 978-5-91359-239-2

Эта книга представляет собой начальный (первый) уровень изучения теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) из серии «ТРИЗ от А до Я».



Некоторые из материалов этой книги обсуждались с Генрихом Альтшуллером.

Желательно до ее изучения ознакомиться с материалами «нулевого» уровня, изложенными в книгах автора «Простейшие приемы изобретательства» и «5 методов активизации творчества».

Данная книга описывает наиболее общие способы решения изобретательских задач и получения новых идей.

Материал легко усваивается, наглядно показывая, что изобретать можно по определенным правилам и методам. Кроме того, изучение книги создает у читателей мотивацию в освоении следующего материала.

В книге рассматривается более 200 примеров и задач, в которых содержится около 200 иллюстраций.

Она рассчитана на широкий круг читателей и будет особенно полезна тем, кто хочет быстро получать новые идеи.

4. Заключение

Автор надеется, что задуманная серия книг по ТРИЗ станет очередным шагом в распространении и овладении ТРИЗ в практической деятельности.

Rubina N.V. TRIZ Summit Cup: Рубина Н.В. Кубок ТРИЗ Саммита: specifics of tasks, work assessing criteria, the winners works brief analysis

Abstract: The article deals with the specifics of tasks, work organization, assessment methods, successful examples of the TRIZ Summit. Special attention is paid to the criteria for assessing the work, formed on the basis of a qualitative model of inventive thinking.

Keywords: *Competition for solving inventive problems, a technique for investigating inventive thinking.*

Рубина Н.В. Кубок ТРИЗ Саммита: особенности заданий конкурса, критерии оценки работ, краткий разбор работ победителей

Аннотация: В статье рассматриваются особенности заданий, организации работы, методов оценки, удачные примеры работ Кубка ТРИЗ Саммита. Уделено особое внимание критериям оценки работ, сформированным на основе качественной модели изобретательского мышления.

Ключевые слова: конкурс по решению изобретательских задач, методика исследования изобретательского мышления.

Введение

С самых первых конкурсов по ТРИЗ (рубрика по изобретательству, которую вел Г.С. Альтшуллер в газете «Пионерская правда» в 1974-1986 гг.) их отличительной особенностью являются необычные, нестандартные, очень интересные задания, прежде всего задачи из реальной изобретательской практики. Именно участие в подготовке и проведении конкурса «Кубок ТРИЗ Саммита» изобретателей-практиков, исследователей в области ТРИЗ, инженеров, специалистов области IT-технологий позволяет решать задачу приближения условий конкурса к реальной практике изобретательской деятельности.

Мы рассмотрим, как менялись задания Кубка ТРИЗ Саммита, какие инструменты ТРИЗ необходимо использовать для решения этих заданий, будут приведены удачные примеры решения заданий. В статье будут также обсуждаться критерии оценки заданий конкурса. Кубок ТРИЗ Саммита включает в себя 5 номинаций: Изобретательство, Фантазирование, Инструменты ТРИЗ, Исследования в ТРИЗ, Видеоролики по ТРИЗ; 5 возрастных категорий: 8-10 лет (младшая группа), 11-14 лет – средняя группа, 15-17 лет (старшая группа), студенты, преподаватели. В данной статье будут рассмотрены только две номинации «Изобретательство» и «Исследования в ТРИЗ». Все задания Кубков ТРИЗ Саммита опубликованы на сайте <http://triz-summit.ru/ru/contest/>

1. Особенности заданий в номинациях «Изобретательство» и «Исследования в ТРИЗ»

Задания номинации «Изобретательство» предполагают умение решать изобретательские задачи, используя методы ТРИЗ. Для возрастной категории 8-10 лет – задачи 1-2 уровня; для категории 11-14 лет – задачи 2-3 уровня; для категории 15-17 лет и студентов – задачи из реальной изобретательской практики 2-3 уровня. Важной особенностью заданий конкурса является высокая вариативность при их выполнении.

1.1. Номинация «Изобретательство» 8-10 лет

Участники конкурса 8-10 лет (начальная школа) только начинают свое знакомство с методами ТРИЗ. В этой категории мы предлагаем задания, для выполнения которых можно использовать методы активизации творчества, используемых в начале обучения (метод морфологического анализа, метод фокальных объектов и др.). В заданиях невысокой сложности были предложены области, в которых могут быть получены изобретения 1-2 уровня (приспособления для ухода за домашними животными, контейнеры для продуктов, спортивная игра). При всей простоте этих заданий самые интересные решения были предложены в тех работах, в которых для получения идей изобретения были сформулированы противоречия в рассматриваемой системе и приемы разрешения противоречий.

Более сложные задания в этой возрастной категории предполагают знакомство с изобретениями, имеющими давнюю историю (календарь, флейта аборигенов, зеркало). Для выполнения этих заданий необходимо разобраться в технологии изготовления этих технических систем, выявить противоречия, разрешенные в этих системах, приемы, с помощью которых получены эти изобретения. Предлагается также применить выявленные принципы для решения задач в других областях.

1.2. Номинация «Изобретательство» 11-14 лет

Для участников средней возрастной категории мы предлагаем изобретательские задачи, для решения которых необходимо использовать комплекс инструментов ТРИЗ, реализующий качественную модель решения изобретательской задачи: анализ (компонентный анализ, формулировка противоречий и ИКР и т.д.), синтез (применение приемов разрешения противоречий, мобилизация ресурсов и т.д.), оценка (анализ способа разрешения противоречий, критичность и т.д.). Предлагаемые задачи имеют контрольные ответы (основанные, как правило, на проверенных на практике решениях), но предполагают большую вариативность возможных решений.

1.3. Номинация «Изобретательство» 15-17 лет и студенты

Участникам старшей возрастной группы мы предлагаем задачи из реальной изобретательской практики. Задачи сформулированы таким образом, чтобы дать возможность участникам максимально почувствовать ту степень неопределенности, с которой сталкиваются изобретатели в своей работе. Решения предлагаемых задач защищены патентами на изобретения. Участники должны постараться приблизиться к этим решениям и объяснить, какие именно инструменты ТРИЗ необходимы для решения этих задач.

1.4. Номинация «Исследования в ТРИЗ» 8-10 лет

Для формирования начальных навыков научно-исследовательской деятельности одним из главных направлений работы может быть систематический сбор картотеки [1]. Научить ребят выбирать из потока каждодневной информации только то, что действительно может пригодиться для их работы, - очень кропотливый труд, требующий большого терпения и настойчивости. Задания конкурса предполагают работу с картотекой: анализ информации с целью получения ответов на поставленные в заданиях вопросы, отбор наиболее интересных примеров для подготовки проекта или презентации. Детям младшей возрастной группы трудно выявить закономерности развития предложенных в заданиях систем и предложить варианты их дальнейшего развития, но попробовать представить себе какими они хотели бы видеть знакомые объекты (зеркало, календарь, сказочных героев) вполне посильное задание.

1.5. Номинация «Исследования в ТРИЗ» 11-14 лет

Задания в номинации «Исследования» для средней возрастной категории направлены в основном на поиск закономерностей в развитии систем. Они могут быть выполнены на разных уровнях сложности. Самый простой вариант – собрать картотеку примеров, выявить имеющиеся в системах противоречия, найти приемы, использованные для разрешения противоречий, подготовить презентацию с наиболее интересными примерами. Можно усложнить проект, выявив общую закономерность (линию развития): повышение идеальности, динамизация, использование полей взаимодействия, системные переходы и т.д. Сложнее всего попробовать спрогнозировать развитие систем, продолжая линию развития, попробовать проиллюстрировать свои идеи примерами.

1.6. Номинация «Исследования в ТРИЗ» 15-17 лет и студенты

Для старшей возрастной категории мы предлагаем темы для большого исследовательского проекта. Тематика проектов предложена очень широкая: эссе о возможностях ТРИЗ; проект, иллюстрирующий эволюцию изобретений на примере музейных экспозиций; проект, связанный с техническими изобретениями Г.С. Альтшуллера, предполагает анализ этих изобретений с точки зрения особенностей применения инструментов ТРИЗ; проект по фитнес трекеру предполагает патентное исследование; и, наконец, предлагается использовать инструменты ТРИЗ в новой области – бизнесе и маркетинге.

2. Критерии оценки работ в Номинациях «Изобретательство» и «Исследования в ТРИЗ»

Для оценки работ конкурса мы предлагаем использовать критерии, основанные на качественной модели изобретательского мышления: для решения изобретательской задачи, получения оригинальной идеи необходимо

провести Анализ, Синтез и Оценку полученной идеи [2]. Каждый этап решения задач подразумевает использование определенных мыслительных навыков (компонентный анализ, формулировка противоречий и ИКР, мобилизация ресурсов), которые и оцениваются экспертами. Для более точной оценки и учета разных мнений экспертов для оценки используется 10-ти бальная шкала.

2.1. Номинация «Изобретательство»

Для оценки большинства работ в Номинации «Изобретательство» предлагается использовать следующие критерии:

Критерии	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3
АНАЛИЗ			
1. Формулировка противоречий (0-10)			
2. Идеальное моделирование (0-10)			
СИНТЕЗ			
3. Применение приемов (0-10)			
4. Использование ресурсов (0-10)			
ОЦЕНКА			
5. Разрешение противоречий (0-10)			
6. Оригинальность (0-10)			

В некоторых случаях дополнительно оценивается широта представленного материала или качество оформления проекта (презентации). Рассмотрим подробнее некоторые критерии.

Формулировка противоречий. Этот критерий близок по значению к часто используемым в методиках диагностики творческого мышления критерию «Чувствительность к противоречиям» [3]. Эволюционное системоведение [4] предлагает нам три типа противоречий: административное (изобретательская ситуация); противоречие требований (в терминах ТРИЗ – техническое противоречие); противоречие свойств (в ТРИЗ – физическое противоречие). Соответственно навык формулировки противоречий последовательно формируется следующим образом:

- не умеет выделять конфликт в предложенной задаче (0)
- выделяет противоположные требования в системе (1)
- выделяет элементы системы, связанные с конфликтующими требованиями (2)
- выделяет противоположные свойства в системе (3)
- выделяет конфликтующие функции (4)
- умеет обострять состояния элементов конфликта (5)

В качестве примера разберем работы победителей конкурса (цитирование будет не дословным).

Категория 8-10. Задача «Самый древний музыкальный инструмент».

Примерная формулировка противоречия требований: «Если проделывать отверстие в стволе с помощью солнца, ветра или огня, то задача упрощается,

но ствол может стать непригодным для музыкального инструмента». Уточним формулировку: «Если проделывать отверстие механически (долбить), то хорошо получим полый ствол, но плохо твердая древесина не поддается механическому воздействию». Или еще точнее (по условиям задачи): «Если использовать для духового инструмента полый ствол, то хорошо – извлекаем нужный звук, но плохо стволы эвкалипта заполнены твердой древесиной». Такая (или близкая) формулировка противоречия оценивается в 1 балл.

Для выставления оценки по этому критерию важным является умение участника определить Оперативную Зону и Оперативное Время в конкретной задаче. В задаче «Самый древний музыкальный инструмент» Оперативная Зона – внутренняя часть ствола эвкалипта, заполненная твердой древесиной; Оперативное Время – время, необходимое для «размягчения» древесины. Указание на зону и время конфликта оценивается в 2 балла.

Следующий уровень – противоречие свойств. Для оценки важен навык выявления противоположных свойств, которыми должны обладать элементы конфликта. «Древесина ствола эвкалипта должна быть твердой, чтобы высокое дерево было надежно защищено, и должна быть мягкой, чтобы ствол можно было использовать для хозяйственной деятельности». Такая (или близкая) формулировка – 3 балла.

Для решения изобретательских задач важнейшим навыком является проведение функционального анализа. В задаче «Самый древний музыкальный инструмент» нужно выяснить, какую функцию выполняет ствол, заполненный твердой древесиной, и какую функцию будет выполнять ствол, из которого удалена древесина. Проверяется также вариативность мышления – необходимо назвать другие области для применения полых стволов. Анализ функций – 4 балла.

Самое сложное – это научиться обострять конфликт. Обострим противоречие в задаче «Самый древний музыкальный инструмент». Формулировка может быть такая «Полость ствола дерева для трубы должна быть заполненной твердой древесиной, чтобы обеспечить устойчивость дерева, и должна быть пустой, чтобы обеспечить прохождение звука». В данном случае анализ условий задачи должен был привести к пониманию того, что для изготовления музыкального инструмента использовались стволы и ветки эвкалипта уже обработанные термитами (т.е. Оперативное Время в задаче должно включать в себя период «выгрызания насекомыми внутренней полости в стволе»). Нужно также найти поле, с помощью которого может быть обнаружен такой ствол (звук пустого ствола). Обострение конфликта – 5 баллов.

Использование ресурсов. Мобилизация имеющихся в задаче ресурсов – важнейший инструмент ТРИЗ. Существуют правила последовательности использования различных видов ресурсов [5]. Навык мобилизации ресурсов последовательно формируется следующим образом:

- не умеет использовать ресурсы (0);
- рассматривает внутрисистемные ресурсы, данные в условиях задачи (1);
- использует ресурсы, не описанные в условиях, но относящиеся к данной в условиях системе (2);
- умеет выбирать ресурсы, необходимые для решения задачи из всех выявленных (3);
- умеет создавать производные ресурсов из всех доступных (4);
- использует ранее не известные для данной системы ресурсы (5).

Категория 8-10 лет. Задача «Зеркало». Для выполнения этого задания нужно было рассмотреть как ресурсы, использовавшиеся Венецианскими мастерами для изготовления плоского зеркального полотна, так и ресурсы зеркал, изготавливаемых по современным технологиям.

В задаче даны внутрисистемные ресурсы инструмента (расплавленное олово) – высокая температура, текучесть, непрозрачная поверхность; и изделия (стеклянный сосуд) – гладкая, прозрачная поверхность). Такой вариант анализа ресурсов – 1 балл. При взаимодействии стекла и олова получается отражающая поверхность. При изготовлении зеркал проблема заключалась в том, что технология, использовавшаяся средневековыми мастерами, не позволяла получить зеркальную поверхность большого размера. Необходимо было изменить технологию таким образом, чтобы стало возможным не разбивать, а разрезать стеклянный сосуд. Для этого стали использовать различные смеси олова и ртути. Такой вариант анализа ресурсов – 2 балла. Следующий шаг – это изготовление стекла литьем, раскатывание его на плоской поверхности и обработка ртутью – 3 балла. Дальнейшее развитие технологии изготовления зеркал связано с получением очень ровного стеклянного полотна и использованием различных составов для зеркального покрытия – 4 балла. Самую высокую оценку по критерию «использование ресурсов» можно было получить, предложив принципиально новое использование зеркал – 5 баллов. В работах участников конкурса рассмотрены самые разные способы использования зеркал, но нет анализа этих способов и своих (оригинальных) предложений.

Чувствительность к разрешению противоречий. Этот критерий не рассматривается в психодиагностических методиках по изучению творческого (дивергентного, креативного) мышления. Для развития изобретательского мышления – это крайне важный навык – умение оценить предлагаемое решение, проверить разрешает ли оно сформулированное ранее противоречие.

Чувствительность к разрешению противоречий последовательно формируется следующим образом:

- предлагает решения, не разрешающие противоречие (поиск компромисса или решение не того противоречия);
- предлагает решения, которые частично разрешают противоречия (предлагаются очень дорогие, сложные решения);
- выбирает решения с наименьшими отрицательными последствиями;
- разрешается основное противоречие задачи (найдет контрольный ответ);
- разрешает основное противоречие новым способом;
- предлагается применить найденное решение для решения аналогичных задач.

Категория 8-10. Задача «Самый древний музыкальный инструмент».

Предложение «частичного решения», например, долгое воздействие на ствол горячей воды, соленой воды или «вынимать древесину по мере роста» не разрешают основного противоречия – 0 баллов.

Решения типа «положить срубленный ствол на пути движения термитов», «привлечь термитов к стволу запахами и т.п.» - очень сложны и труднореализуемы – 1 балл.

Во многих работах авторы рассуждают, какие ресурсы предпочтительнее в этом случае (вода, огонь – ресурсы среды или насекомые – биологические объекты) и выбирают способ обработки ствола с наименьшими повреждениями – 2 балла.

В задаче о «дудке аборигенов» важно было обратить внимание на то, что «обработка» ствола эвкалипта с очень твердой древесиной термитами происходит задолго до выбора этого ствола для изготовления музыкального инструмента. Аборигены не изготавливают такой ствол специально, а используют готовый «природный объект» с нужными свойствами. Такой анализ элементов и параметров – 3 балла.

Задание сформулировано таким образом, что оно подталкивает участников проанализировать полученное решение и предложить использование найденного принципа для решения других задач. В большинстве работ участников конкурса предлагаются возможные варианты решения, но не анализируются проблемы, которые таким образом можно решить. Если в работе есть такой анализ – 4 балла.

Следующий шаг – решение задач-аналогов – очень сложный для младшей категории участников.

Итак, мы рассмотрели критерии из каждой стадии решения задачи. Анализ – формулировка противоречий; Синтез – использование ресурсов; Оценка – чувствительность к разрешению противоречий.

2.2. Номинация «Исследования в ТРИЗ»

Отличительными особенностями исследований в ТРИЗ является изучение и анализ большого массива информации по выбранной теме, формулирование основных противоречий в развитии системы, выявление закономерностей развития систем, прогнозирование возможных направлений развития. Исследования в области ТРИЗ часто опираются на картотеку задач и примеров по применению отдельных инструментов методики изобретательства. Для оценки исследовательских проектов используется качественная модель изобретательского мышления, но основное внимание уделяется компонентам мышления, необходимым для работы по исследовательскому проекту. Анализ: компонентный анализ, выделение взаимодействий и взаимосвязей, изменения во времени; Синтез: использование приемов, аналогий, выявление закономерностей развития; Оценка: критичность, оригинальность идей.

Приблизительно критерии оценки выглядят так (могут быть дополнены в зависимости от особенностей проекта):

Критерии	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3
Полнота представленной информации 0-10			
Анализ картотеки (выявление неожиданных взаимосвязей и взаимодействий) 0-10			
Синтез новых идей (использование приемов, аналогий, законов и т.д.) для прогнозирования 0-10			
Оригинальность подачи материала, образов, выводов 0-10			
Качество исполнения 0-5			

Рассмотрим подробнее некоторые критерии.

Выявление взаимосвязей и взаимодействий. Умение разобраться во взаимосвязях внутри рассматриваемой системы и в ближайшей надсистеме, увидеть все существующие взаимодействия элементов внутри системы и взаимодействия между инструментом и изделием в задаче – важнейший навык системного мышления. Участники могли продемонстрировать владение этим навыком при анализе картотеки по темам «Использование зеркала», «Истории календаря», «Истории термометров», «Истории денег», «Животные в сказках», «Анализ технических изобретений Г.С. Альтшуллера», «Будущее живописи», «Исследование фитнес трекера Хилби», «О применении ТРИЗ в бизнесе и маркетинге». В большинстве работ представлены очень интересные картотеки, есть попытка выстроить последовательность изобретений. Выявление взаимосвязей и взаимодействий в системе ограничивается 1-2 уровнем: выделением «однозвенных» взаимосвязей, взаимодействий и выбором необходимых для решения задач взаимосвязей и взаимодействий. Отметим

работы в номинации «Исследования в ТРИЗ», в категории 8-10 лет по теме «Животные в сказках». В задании конкурса предлагалось сравнить образы животных в сказках и поступки, характеры людей, являющихся их прототипами. Очень интересные исследования представлены в работах, в которых подробно рассматриваются черты характера и поступки людей и конкретные сказки, в которых действуют животные, похожие на таких людей, а также проанализированы сказки разных народов и найдены особенности поведения животных, которые делают их похожими на людей. Такие работы показывают 3-4 уровень владения навыком выделения взаимосвязей и взаимодействий.

3. Примеры удачных работ, представленных на Кубок ТРИЗ Саммита 2016/2017

Количество участников Кубка ТРИЗ Саммита по годам.

Кубок ТРИЗ Саммита 2014/2015 – 15 городов (Россия и Латвия), 62 работы

Кубок ТРИЗ Саммита 2015/2016 – 21 город (Россия), 128 работ

Кубок ТРИЗ Саммита 2016/2017 – 26 городов (Россия и Азербайджан), 180 работ

3.1. Номинация «Изобретательство». 15-17 лет

Задача «Вирусный маркетинг». Автор задачи С.С. Сысоев.

Контрольный ответ: Заказчик 1 должен сам захотеть рекламировать Ваш продукт своим коллегам-конкурентам. Мотивацией для таких действий (среди прочих) может быть гордость за свои достижения. Заказчик 1 должен чувствовать себя соавтором системы (что часто является правдой - заказчики являются соавторами в части постановки задачи). Постановка задачи (разработка технического задания) - это существенная часть работы. Необходимо, чтобы заказчик это понимал и чувствовал свою причастность к достигнутому результату. **Недостатки:** Гордость за проделанную работу не является универсальной мотивацией. Некоторые люди могут быть лишены этого качества. Кроме того, часто бывает, что руководитель организации заказчика сам не принимает непосредственного участия в постановке задачи и, поэтому, не может почувствовать свою сопричастность.

В работах победителей конкурса предложены решения, повышающие идеальность «вирусного маркетинга». Продемонстрирована большая вариативность.

«Решение 1: Нужно разослать «триальную» (временную, т.е. действующую определенное время) версию программы потенциальным покупателям (лучше методом личных встреч). Программа будет распространена бесплатно, однако, с ограниченным сроком действия. Когда предприятия ее опробуют, и убедятся в ее идеальности, то они захотят

приобрести лицензионную версию программы. (*Прием 16 принцип частичного или избыточного действия – прим. автора*).

Решение 2: Нужно организовать официальную презентацию данной программы, продемонстрировать ее возможности и разыграть пару версий программы в лотерею. Программа понравится предприятиям и они, вероятно, купят ее. (*Прием 24 принцип «посредника» и прием 5 принцип объединения*).

Решение 3: Скандал. Организовать утечку данных программы (допустим, сотрудник рассказал другу, когда эта программа была коммерческой тайной производителя) и поднять скандал, который привлечет внимание общественности к этой программе. Информация о скандале и, соответственно, о самой программе и ее возможностях дойдет до производителей. Они захотят узнать о ней как можно больше, а затем, узнав о ее безупречности, купить ее. (*Прием 22 принцип «обратить вред в пользу»*).

Решение 4: Договорится с заказчиком №1 о помощи в распространении программы, за определенное вознаграждение (процент с продаж). Тогда покупатели купят ее, т.к. поверят заказчику. (*Прием 10 принцип предварительного действия*).

Решение 5: Провести промо-акцию этой программы и распространять ее через самих же покупателей, а именно: Сказать покупателю, что если он приведет 3 (можно и более) покупателей, то ему возвращается полная стоимость программы. (Так программу будут продавать сами покупатели, а мы будем получать с этого прибыль (доход в любом случае будет выше расходов). (*Прием 24 принцип «посредника», прием 5 принцип посредника*).

Решение 6: Гарантировать полный возврат денег, если программа не подойдет покупателю. Тем самым мы «убираем» сомнения потенциальных покупателей, ведь они ничего не потеряют. (*Прием 11 принцип «заранее подложенной подушки»*).

Авторы работы: Федоров Семен, Чекалина Екатерина, Примакова Екатерина, Ситдииков Илья, Лаптев Александр, Бруква Антон, Редреев Михаил, г. Челябинск.

Задача «Стерилизация сока». Автор задачи О.М. Герасимов.

Контрольный ответ. Для разрешения сформулированных противоречий используем приемы:

- Вред в пользу
- Самообслуживание
- Использование полей

Для холодной стерилизации сока использовать электрический разряд в жидкости. Сок — это слабый электролит, который это позволяет при милливольтовых напряжениях иметь устойчивый разряд. Этот разряд

существенно активизирует сок и полностью уничтожает все микробы, без его нагрева, при этом, не разлагая микроэлементы.

«Решение 1: Генетически модифицировать сами ингредиенты сока еще перед посадкой. Генная модификация заключается в том, что эти фрукты/ягоды/овощи сами борются с вредными микроорганизмами, уничтожая их. В итоге при изготовлении сока мы получаем чистый продукт, полный витаминов и без вредных микроорганизмов (*Прием 10 принцип предварительного действия*).

Решение 2: Пастеризировать сок (Компромиссное температурное поле). Пастеризация заключается в нагревании уже расфасованного сока определенное время (минут 40-60) при температуре 60-90 градусов Цельсия (нельзя превышать предел, брать среднее значение). В итоге мы получим продукт, который сохранил свои полезные вещества и содержит минимальное количество вредных микроорганизмов. В идеале, пастеризовать надо уже упакованный в тару сок, чтобы вредные микроорганизмы не попали в сок из воздуха при розливе (*Прием 16 принцип частичного или избыточного действия*).

Решение 3: Использование консервантов (Химическое поле). Добавить в уже расфасованный сок консерванты, которые будут бороться или замедлять деятельность и активность вредных микроорганизмов, не давая им возможности развиваться (*Прием 39 принцип применения инертной среды*).

Решение 4: После термальной обработки продукта добавлять витамины, утраченные при кипячении, в готовый (расфасованный) сок в виде таблеток или иным путем. Тем самым не будет сильной разницы в цене, но свойства и структура напитка не будут изменены, вредных бактерий нет, а полезные свойства сохраняются (*Прием 5 принцип объединения*).

Решение 5: Также возможно очищать (стерилизовать) уже расфасованный сок, используя акустическое поле (но для этого необходимо провести исследования как акустические колебания влияют на бактерии). Известно, что у каждого организма есть собственная частота и если определить частоты вредных микроорганизмов, то можно, обработав соответствующими акустическими волнами запакованную тару с соком, уничтожить вредные бактерии. (Например, сейчас существуют частотные отпугиватели для насекомых и грызунов). (*Прием 28 принцип замены механической схемы*).

Решение 6: Вместо термальной обработки можно использовать шоковую заморозку. Идея шоковой заморозки заключается в форсировании всех 3-х режимов: охлаждения, подмораживания и домораживания. Обеспечивается это резким снижением температуры камеры до -30.....-40°C и ускоренным движением воздуха (т.е. это резкое снижение температуры продукта, в нашем

случае – сока). Также желательно проводить уже в эластичной таре». (*Прием 13 принцип наоборот, прием 21 принцип проскока*).

Авторы работы: Федоров Семен, Чекалина Екатерина, Примакова Екатерина, Ситдииков Илья, Лаптев Александр, Бруква Антон, Редреев Михаил, г. Челябинск.

3.2. Номинация «Исследования в ТРИЗ». 11-14 лет

Самая интересная работа по теме «Живопись: компонентный анализ и прогноз развития» представлена Синюковой Екатериной (г. Никольск, Пензенской обл.). В работе проведен подробный анализ составляющих живопись элементов: цвета, тембра, света, материала, пространства. Приведем фрагмент работы, в котором отражено представление автора о будущем живописи.

«Человечество не стоит на месте. Не успевает застояться и искусство. Еще совсем недавно модернизм и абстрактные рисунки казались удивительным новшеством. Что же нам ждать от искусства и живописи будущего? Думаю, классическая живопись, вряд ли, куда-то исчезнет. Технологический прогресс, появление новых изобретений не может не сказаться на развитии живописи. Интернет стал удобной площадкой для искусства. Арт-объекты теперь доступны в любой точке мира. Наши потомки вряд ли будут знать, что такое печатная книга или поход в кинотеатр. Они смогут жить в передвигающихся домах и лепить скульптуры из «живой» глины. Возможно, их окончательно захлестнет виртуальная реальность, где рука об руку с мощным искусственным интеллектом они будут создавать шедевры живописи. Мир изменяется. Новые технологии врываются в жизнь, затрагивают чувства художников, стремящихся с помощью воображения заглянуть в будущее. Люди искусства более других восприимчивы к любым новшествам, особенно к тем, которые позволяют лучше реализовать их творческие идеи. Поэтому в пользование художников все отчетливее входят биотехнологии, виртуальные вселенные и уникальные системы. Появились и развиваются новые компьютерные программы, позволяющие любому освоившему их создавать с помощью виртуальных кистей, карандашей, красок подобия живописных полотен, а также любые скульптуры. 3D модели скульптур позволят насладиться искусством живописи, не выходя из дома, побывать за день во многих галереях мира. Искусство постепенно уходит в виртуальные миры. По мере дальнейшего развития технологий, воображаемая реальность окончательно захлестнет мир. Будущее несет не только новые идеи воплощения картин, но и новые материалы, инструменты для этого. Совсем недавно начались эксперименты с феррофлюидами — магнитными жидкостями, полученными путем смешивания жидкостей и магнитных частиц. Из них создаются уникальные, пока еще небольшие, движущиеся скульптуры. Я думаю, что если раньше талант к

рисованию проявлялся только у некоторых людей, и каждая картина воспринималась как уникальное и бесценное произведение искусства, то со временем каждый, кто освоил компьютерную программу, сможет создавать виртуальные картины с помощью виртуальных кистей, карандашей, красок подобия живописных полотен, а также любые скульптуры, только частично опираясь на свои чувства. Надеюсь, что в будущем, даже если человечество исчерпает свою творческую фантазию или полностью обленится, мы и дальше будем обеспечены гениальными картинами.

Все ли произведения современного искусства можно назвать живописью?

Искусство подразумевает, на мой взгляд, неразрывность формы и содержания, а также неповторимость и уникальность произведения, обусловленную личным умением и индивидуальностью отдельного художника. Живопись завораживает своими формами и красками. Чем дольше смотришь на шедевр, тем больше граней у него появляются.

В искусстве большую роль играет традиция. Невозможно создать что-то новое, не зная, что было раньше. Художник может продолжать традицию, может ее отвергать, но он ее обязан знать. И не изучив традиции прошлого и не овладев ремесленной составляющей своего вида искусства, невозможно прийти к художественному открытию.

«Современным художником», по сути, может стать каждый. Целью современного искусства порой не является создание художественного произведения и внутреннее содержание и форма могут не соответствовать друг другу.

Многие компьютерные программы и оборудование позволяют полностью повторять любые техники рисования, но современные компьютерные технологии рисования относятся к графике и не могут называться живописью.

Современные художники обречены быть безвестными, ибо мало кто интересуется их «твореньями». Поэтому не все произведения современного искусства можно назвать живописью».

В работе практически сформулировано одно из важнейших противоречий современной живописи: Художественное произведение (произведение живописи) должно быть индивидуальным (отражать идею и мастерство художника), чтобы обеспечить высокую художественную ценность произведения, и должно быть коллективным (общедоступным по исполнению), чтобы обеспечить массовое распространение живописи и интерес к ней у большого числа людей. Интересно, как будет решаться такое противоречие в будущем.

Именно в номинации «Исследования в ТРИЗ» могут быть представлены работы по тематике самостоятельно выбранной участниками. Отметим работы

Красноярской школы ТРИЗ, представляющей на конкурс проекты очень высокого уровня и очень широкого диапазона тем.

ВЫВОДЫ.

Кубок ТРИЗ Саммита проводится в 5-ти номинациях и 5-ти возрастных категориях. Количество участников конкурса постепенно растет. Формируется команда специалистов, участвующих в подготовке и проведении конкурса и команда экспертов, оценивающих представленные на конкурс работы.

Основными особенностями Кубка ТРИЗ Саммита являются: возможность проявить свои изобретательские способности при решении задач из реальной изобретательской практики; возможность поработать с текстами известных писателей фантастов; возможность защитить свои исследовательские проекты; обратить на себя внимание, как на автора идеи, исполнителя или постановщика научно-популярного ролика.

Для оценки работ Кубка ТРИЗ Саммита используется качественная модель изобретательского мышления: взаимосвязанные процессы Анализа, Синтеза и Оценки новых идей.

Можно выделить несколько направлений дальнейшего развития конкурса:

- сбор картотеки задач и тем проектов для конкурса (могут быть предложены отдельные направления для разных номинаций);
- разработка методических рекомендаций по оценке работ конкурса на основе качественной модели изобретательского мышления;
- подготовка и проведение обучающих семинаров для преподавателей, участвующих в конкурсе вместе со своим воспитанниками;
- подготовка и проведение семинаров для экспертов конкурса;
- проведение очных соревнований в рамках Кубка ТРИЗ Саммита.

Список литературы

1. Рубин М.С. Личные картотеки – фундамент творчества. Баку – Петрозаводск, 1975 – 1995 г.г. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3401>
2. Рубина Н.В. Диагностика изобретательского мышления на основе методов ТРИЗ. Диссертационная работа на звание Мастер ТРИЗ. <http://triz-summit.ru/ru/203864/205748/205749/>
3. Шмелев А.Г. и коллектив. Основы психодиагностики. – Учебное пособие для студентов педвузов. – Москва, Ростов-на-Дону: «Феникс», 1996 г.
4. Рубин М.С. Этюды об эволюционном системоведении. Санкт-Петербург, 2015 г. <http://triz-summit.ru/ru/confer/TDS-2015/paper/science/300497/>
5. Сборник «Правила игры без правил», Петрозаводск, «Карелия», 1989 г., стр. 17.

Trofimenko R.V., Davydova V.Y., Taratenko T.A. Studying the methods of creative tasks solving using pedagogical TRIZ workshop

Трофименко Р.В., Давыдова В.Ю., Таратенко Т.А. Использование педагогической мастерской по ТРИЗ для знакомства с методами решения творческих задач

Мир стал динамичным, на протяжении одного поколения существенно меняются техника и технологии, образ жизни, профессиональные навыки. И все эти изменения ускоряются с каждым годом.

Поэтому сейчас нужно готовить детей не к определенным профессиям, а к умению решать новые сложные задачи, с которыми сталкивается человечество, которые шире любой конкретной специальности. В динамичном мире нужно уметь быстро переучиваться, осваивать новую деятельность. Нужно уметь применять метапредметные знания в любой профессии, уметь работать в команде (тимбилдинг), уметь решать проблемы, т.е. решать изобретательские задачи. Уметь разрешать противоречия.

Перед педагогами стоит задача воспитывать креативных людей.

ТРИЗ, как технология обучения творчеству, позволяет формировать культуру творческого мышления, целенаправленно воспитывать глубоких универсалов, способных быстро входить в новые предметные области, появляющиеся в нашем мире, и становиться специалистами в этих областях, не теряя способности перестраивать свое мышление в соответствии с меняющимися картинами мира. ТРИЗ помогает развивать метакогнитивные структуры мышления. В процессе овладения инструментами теории происходит не только приобретение нового умения решать творческие задачи, но и происходят изменения в характере личности, мироощущении, т.е. начинают формироваться черты творческой личности. Педагогическая ТРИЗ – технология является эффективным инструментом привлечения детей к изобретательской деятельности, а также воспитания творческой личности.

В Санкт-Петербургском центре детского (юношеского) технического творчества накоплен опыт внедрения технологии ТРИЗ в образовательный процесс. В 2002 году была организована лаборатория ТРИЗ, сотрудники которой начали в рамках опытно-экспериментальной работы реализацию проекта «ТРИЗ как инновационная технология обучения творчеству».

Спектр задач, решаемых лабораторией ТРИЗ, достаточно широк: методическое обеспечение образовательного процесса в Санкт-Петербургском центре детского (юношеского) технического творчества, опытно-экспериментальная работа; организация и проведение городских массовых мероприятий; повышение квалификации педагогических работников в области

ТРИЗ; пропаганда возможностей ТРИЗ – технологии; координация деятельности педагогов Санкт-Петербурга в области ТРИЗ – педагогики.

Специалисты лаборатории разработали и реализуют в СПбЦД(Ю)ТТ семь образовательных программ для обучения детей основам ТРИЗ, которые позволяют решить следующие задачи: научить ориентироваться в ключевых проблемах современной жизни – экологических, политических, межкультурного взаимодействия и иных, т.е. решать аналитические проблемы; воспитать новую культуру мышления, позволяющую реализовать творческий потенциал личности, определяющий эффективность ее деятельности в изменяющемся мире; развить системно-диалектический, изобретательский стиль мышления; развить воображение и фантазию; формировать навыки осознанного использования инструментария ТРИЗ в решении проблемных задач; научить решать проблемы, общие для различных видов деятельности (коммуникативные, поиска и анализа информации, принятия решений, организации совместной деятельности и т.п.). Две программы являются лауреатами Всероссийского конкурса авторских образовательных программ.

Ежегодно на базе СПбЦД(Ю)ТТ проводится обучение педагогов дополнительного образования и учителей школ по лицензированной программе «Технология развития творческого мышления на базе ТРИЗ». Активно работает Городское учебно-методическое объединение «Педагоги по направлению ТРИЗ», которое поддерживает единое образовательное пространство по ТРИЗ в Санкт-Петербурге.

В СПбЦД(Ю)ТТ разработана и успешно реализуется система массовых мероприятий, направленных на привлечение детей, умеющих самостоятельно решить трудную задачу, довести до конца и выполнить проект Мероприятия городского уровня для школьников, знакомых с основами ТРИЗ:

городской конкурс проектов технического моделирования и конструирования «От идеи до воплощения»;

городская научно-техническая олимпиада по ТРИЗ;

городской конкурс «Ежедневник младшего школьника».

Спектр огромен. Но...

Мероприятия городского уровня проводятся для школьников, знакомых с основами ТРИЗ. А основная масса детей (а их у нас больше 2000) приходит в Центр на занятия в другие объединения и не знакома с ТРИЗ.

Встречаясь с детьми, приходящих к нам, мы обнаружили, что дети не умеют думать, не могут решать открытые задачи и возникают трудности при выполнении заданий по фантазированию. Взрослые (педагоги) также не знакомы с приемами развития сильного мышления.

А в быстроизменяющемся мире современной цивилизации для детей наиболее важным является развитие мышления; формирование умений и

навыков работы с информацией; знакомство с методами решения творческих открытых задач.

В СПбЦД(Ю)ТТ ведется работа по обучению методов решения творческих открытых задач различных возрастных групп — от детей дошкольного возраста до студентов, педагогов и родителей.

Было принято решение ввести в проект блок: Педагогическая мастерская «Использование педагогической ТРИЗ – технологии для знакомства с методами решения творческих задач детей и взрослых».

Педагогическая мастерская — это форма обучения детей и взрослых, которая создает условия для восхождения каждого участника мастерской к новому *знанию* и новому *опыту* путем самостоятельного или коллективного открытия. Основой открытия в любой сфере знаний, включая самопознание, в мастерской является творческая деятельность каждого и осознание закономерностей этой деятельности.

Результатом работы в мастерской становится не только реальное знание или умение, важен сам *процесс* постижения истины и создание творческого продукта. При этом важнейшим качеством процесса оказывается сотрудничество и сотворчество — явления самоценные. Одно из замечательных качеств мастерской — то ощущение свободы творчества и полноценной жизни, которое переживают и запоминают ее участники. Оно исключает сухой академизм и входит в духовный опыт человека, то есть становится частью его культуры. Из действующих педагогических методов работы мастерская приближается к исследовательским и проблемным методам обучения.

Идея использования такой формы заключается в ознакомлении взрослых и детей с применением методов нахождения новых идей в практике, в подготовке к встрече с новыми задачами, с которыми не приходилось сталкиваться раньше.

Появилась потребность в целенаправленном и массовом ознакомлении с творческими задачами. В 2015 году в рамках Петербургского Образовательного Форума Комитет по образованию проводил интерактивные площадки по разным направлениям дополнительного образования детей, в том числе по ТРИЗ. Первый опыт был интересен и нам, как организаторам, так и участникам. Мы получили положительные отзывы. В 2016 году была организована интерактивная площадка по приглашению Комитета по образованию в ЛЕНЭКСПО. Мы работали с педагогами дополнительного образования. Снимали психологическую инерцию, давали задания на логику, уделили внимание развитию творческого воображения и решали изобретательские задачи. И еще раз убедились, что люди готовы знакомиться с ТРИЗ-педагогикой.

Детям и взрослым (родителям, педагогам) необходимо показывать, какими путями развивать творческое мышление: - формировать интерес к научно-исследовательской деятельности; - использовать механизмы ТРИЗ для психологической коррекции, развития восприятия, внимания, памяти, эмоций.

Было решено создавать пилотные площадки для проведения педагогических мастерских:

- интерактивные площадки на конференциях для педагогической общественности (проведение мастерской для руководителей, вожатых загородного отдыха);

- мастер - классы знакомства с приемами и методами развития сильного мышления с детьми разных аудиторий, педагогами (особенно молодыми), родителями на Выставках. В марте 2017 года проходила городская выставка детского творчества в Манеже, организованная учреждениями дополнительного образования детей. Две недели на базе выставки лаборатория ТРИЗ СПбЦД(Ю)ТТ проводила мастерские, которые проходили на положительном, ярком эмоциональном фоне. Была жительница Чечни и сказала: «Вас надо к нам в Чечню, поднимать настроение».

- педагогическая площадка для детей от 11 до 17 лет в ЗЦ ДЮТ «Зеркальный», где организуется смена юных техников «Техностарт» уже на протяжении шести лет, где знакомятся с ТРИЗ более 300 детей, педагогов и вожатых.

Содержание площадок опиралось на обучение методам решения творческих задач - борьба с психологической инерцией, приёмы разрешения противоречий, алгоритмы решения творческих задач.

Во время проведения мастерских важную роль играют такие задания, которые удивляют, вызывают интерес, и творческие задания, при выполнении которых все стараются добиться результатов, потому что они затрагивают выполнявшего. Участники мастерских учатся правильно задавать вопросы, слушать ответы и вопросы других, предлагать и обосновывать несколько гипотез (игра Да-нетка). Искать, сопоставляя ответы, решение загадок окружающего мира.

Мастерская показывает, что участник (ребенок или взрослый) может найти хорошее, сильное решение – это всегда вселяет уверенность в собственных силах. Работа ведется в комфортной атмосфере, каждый самостоятельно выражает свои мысли, получает новые знания. Мастерская показывает, как надо вести поиск нужной информации в окружающем мире. Мастерские, конечно же, играют воспитательную роль.

Проведение педагогической мастерской. Подходит девочка лет 14, грустная, рядом бабушка, которая что-то ей говорит, постоянно поучает. Девочка удивлена происходящему, творческий шумок, дети думают, что-то

рисуют. Грусть на лице. Протягиваю ей лист «Оторви себе немножко хорошего настроения». Прошу оторвать полоску листа, на которой написано «Оторви себе немножко хорошего настроения». Девочка преображается, и уже с улыбкой, правда еще грустной, работает с нами, выполняя творческие задания. К концу работы это уже другая девочка.

Педагогические мастерские по ТРИЗ дают возможность детям и взрослым узнать и почувствовать радость творчества здесь и сейчас, ощутить прилив сил и желание решать новые «заковыристые» задачи и получить уверенность в своих силах – «Я тоже могу!».

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ INDEX OF AUTHORS

Авторы / Authors / (E-mail)	Страна/Country	Стр./Page
Амнуэль Павел (Песах) Рафаэлович/ P.R. Amnuel / p_amnuel@list.ru	Израиль/Israel	25
Бояркина Валентина Ивановна /V. I. Boyarkina boyarkina.4646@yandex.ru	РФ/RF	245
Бушуев Александр Борисович / A.B. Bushuev bushuev@inbox.ru	РФ/RF	41
Вахрушев С А / S.A. Vahrushev dinhi@mail.ru	РФ/RF	252
Голдовский Борис Израйлевич / B. I. Goldoivsliy / bigoldnn@mail.ru	РФ/RF	55
Горобченко Станислав Львович / S.L. Gorobchenko / sgorobchenko@yandex.ru	РФ/RF	72
Давыдова Вера Юрьевна / V. Y. Davydova vera_davydova@mail.ru	РФ/RF	291
Дмитриев В А /V. A. Dmitriev dmitrvladimir@yandex.ru	РФ/RF	252
Дьяченко Андрей Петрович/A.P. Diachenko/ makukhin56@mail.ru	РФ/RF	87
Ермолов Константин Александрович / К.А.Yermolov/ hs.erm@inbox.ru	РФ/RF	258
Курьян Андрей Георгиевич / A. G. Kuryan / andrei_kuryan@epam.com	Беларусь/ Belarus	206, 227
Лебедев Юрий Валентинович/Yu.V. Lebedev/ lebedur@yandex.ru	РФ/RF	104
Логвинов Сергей Анатольевич/S.A.Logvinov/ serglogvinov@yandex.ru	Ю.Корея/ South Korea	104
Манойлов Валентин Васильевич/ V.V.Manoilov/ hs.erm@inbox.ru	РФ/RF	258
Марков Алексей Михайлович/A.M.Markov/ markov@healbe.com	РФ/RF	197
Мисюченко Игорь Леонидович/ I.L.Misyuchenko/ misyuchenko@healbe.com	Литва/Lithuania	110

Михайлов Валерий Алексеевич/V.A. Mikhailov/ mikhailov30@mail.ru	РФ/RF	119
Певзнер Лев Хатиевич/L.Kh.Pevzner/ pevzner52@gmail.com	США/USA	130, 200
Петров Владимир Михайлович/V.M.Petrov/ vladpetr@netvision.net.il	Израиль/Israel	12, 146, 270
Рубин Михаил Семенович /M.S.Rubin/ mik-rubin@yandex.ru	РФ/RF	165, 206, 227
Рубина Наталия Викторовна /N.V.Rubina/natasha-rubina@yandex.ru	РФ/RF	165, 277
Таратенко Татьяна Александровна / Т.А. Taratenko tataratenko@mail.ru	РФ/RF	291
Таратин Николай Вячеславович / N. V. Taratin / taratin@healbe.com	РФ/RF	175
Трофименко Р В / R.V. Trofimenko trofimenko- rv@yandex.ru	РФ/RF	291
Фейгенсон Наум Борисович/N.B.Feygenson/ feygenson@healbe.com	РФ/RF	175, 184
Фейгенсон Олег Наумович /O.N.Feygenson/ feygenson@mail.ru	Ю.Корея/ South Korea	184

ДЕКЛАРАЦИЯ Саммита разработчиков ТРИЗ.

ТРИЗ опирается на объективные законы развития техники.

Основные законы развития техники являются общесистемными и могут быть использованы в процессе изобретательства не только в технических, но и в нетехнических областях, в том числе и для нематериальных систем.

Идеология ТРИЗ построена на положении о развитии систем через возникновение и разрешение противоречий. Информационной базой для выявления законов и закономерностей развития систем являются изобретательские решения высокого уровня, приводящие к разрешению противоречий в развитии систем.

Развитие ТРИЗ для его применения в нетехнических областях опирается на информационные фонды изобретательских решений высокого уровня из различных областей деятельности людей.

ТРИЗ опирается на модельный подход при формулировании задач, поиске их решений, разработке линий развития систем. При этом используются модели на основе вепольного и функционального анализа, идеального конечного результата и других моделей, описывающих процесс постановки, решения изобретательских задач и прогнозирования.

Изобретательское мышление включает в себя системное, эволюционное мышление, мышление через выявление и разрешение противоречий, модельное и ресурсное мышление. Для его формирования также необходим курс развития творческого воображения.

В основе ТРИЗ лежат подходы, заложенные в работах Г.С. Альтшуллера.

"Summit of TRIZ Developers" DECLARATION.

TRIZ is founded on the objective laws of technological evolution.

The major laws of technological evolution are systemic and can be applied for solving inventive problems of engineering and non-engineering systems, including non-material ones.

TRIZ ideology is based on the provision that systems evolve through emergence and resolution of contradictions. High level inventive solutions leading to the resolution of contradictions in system evolution constitute the knowledge base for disclosing the laws and trends of system evolution.

Developing TRIZ for its application in non-engineering fields relies on knowledge bases containing high level inventive solutions from various areas of human activity.

TRIZ relies on a model approach to problem statement, search for solutions, and elaboration of system evolution trends. At that, models based on Su-field and function analysis and ideal final result, as well as those describing the process of inventive problem stating and solving are used.

The inventive thinking includes systemic, evolutionary, and resource thinking. To create such thinking, attention should be paid to developing inventive imagination.

TRIZ is based on the approaches laid by G.Altshuller's works.



ТРИЗ в развитии

**Материалы научно-практической конференции Саммита
разработчиков ТРИЗ. Выпуск 9.**

Санкт-Петербург. 20-22 июня 2017

Составители: Ефимов А.В, Петров В. М., Рубин М. С.

www.triz-summit.ru

Подписано в печать 27.05.2017 Формат 60x90/16.

Тираж 70 экз.

Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного ООО «Саммит разработчиков ТРИЗ».

**Международная общественная организация
Саммит разработчиков ТРИЗ**



Соорганизатор:



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

**Санкт-Петербургский национальный
исследовательский университет информационных
технологий, механики и оптики (Университет
ИТМО)**

www.triz-summit.ru