

## ЗАЯВКА

Уважаемый Президент, прошу принять к защите мою работу «ТРИЗ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ» в качестве сертификационной на высший уровень (ТРИЗ-Мастер). Руководителем научной работы любезно согласился стать ТРИЗ-Мастер В.В. Митрофанов.

А.Т. Кынин, 2006-08-26

### ПРИЛОЖЕНИЯ:

Резюме и фотография соискателя,

Автореферат,

Копии статей:

- ТРИЗ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ А. Т. Кынин
- «ПУСТОТА» В МАТЕРИАЛАХ Кынин А.Т.
- КАК «УМНЫЕ ВЕЩЕСТВА» МОГУТ ПОМОЧЬ ИЗОБРЕТАТЕЛЮ А.Т.Кынин, В.А. Леняшин
- ИЗМЕНЕНИЕ РАЗМЕРОВ ТЕЛ ПРИ ТЕРМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ И ИХ УЧЕТ В ТЕХНИКЕ А. Т. Кынин
- USE OF TRIZ AT CREATION OF NEW MATERIALS Alexander Kynin, Seunglhee Suh, Seungheon Han

Рецензия от руководителя работы будет представлена позднее.

# Александр Тимофеевич КЫНИН

доктор технических наук, профессор кафедры теоретической и прикладной химии Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна (СПГУТД), официальный эксперт РФ по научно-техническим вопросам, член-корреспондент Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ), сертифицированный специалист в области Теории Решения Изобретательских Задач (ТРИЗ).



**Домашний адрес:** Будапештская ул. д.89, к.1, кв.520, Санкт-Петербург, 192283, Россия.

**Место временного проживания:** Gyunggi-Do, SUWON, Paldal-Gu, Maetan-Dong, WonChenJuGong Apt. 105-901, SOUTH KOREA, 442-757.

**Телефон рабочий:** (812)315-05-92/ (82)-31-210-3126.

**Телефон домашний:** (812)771-75-86/ (82)-211-2841.

**Телефон мобильный:** (82)-10-4723-2841.

**E-mail:** [akynin@mail.ru](mailto:akynin@mail.ru), [a\\_kynin@hotmail.com](mailto:a_kynin@hotmail.com).

<Home page Russian> <http://alexander-kynin.boom.ru/>

## РЕЗЮМЕ

Родился 9 апреля 1954 года в Ленинграде. Женат. Жена инженер-химик. Сын инженер-программист.

Свободно говорю, перевожу и читаю на английском. Владею разговорным болгарским. Владею разговорным корейским, перевожу со словарем. Свободно владею компьютером, в том числе специализированными научными программами.

## ПУБЛИКАЦИИ И ПАТЕНТЫ

Общее количество публикаций: более 142 (статьи в журналах, тезисы конференций, учебно-методические разработки и книги), в том числе 10 публикаций по инноватике и ТРИЗ (1 статья в журнале и 9 тезисов). Получены 6 авторских свидетельств и приняты 2 заявки на международные патенты.

## ЧЛЕНСТВО В ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ:

Член-корреспондент Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ)

## НАГРАДЫ:

В 1991 г награжден золотой медалью Всероссийского Выставочного Центра (ВВЦ) за разработку технологии утилизации кислотных стоков цехов травления. Удостоверение №1942.

# ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ РАБОТА И РАБОТА В ОБЛАСТИ ТЕОРИИ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ (ТРИЗ)

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:

- консультации по повышению надежности изделий и созданию новых образцов продукции на основе функционального и системного анализа с использованием методики ТРИЗ;
- определение соответствия предлагаемой разработки мировому уровню развития техники по результатам анализа мировой патентно-технической информации;
- конкурентный анализ продукции.
- преподавание основ ТРИЗ;
- прогнозирование развития технических систем;
- использование физических и химических эффектов в изобретательской деятельности.

## ОБРАЗОВАНИЕ:

- В 2003 г. получена аккредитация как эксперта научно-технической сферы в республиканском исследовательском научно-консультационном центре экспертизы (ГУ РИНКЦЭ [www.extech.ru](http://www.extech.ru)) при министерстве промышленности, науки и технологий РФ, удостоверение №11313707.4470.
- В 2002 году присвоена ученая степень доктора технических наук по специальности 05.19.01 материаловедение производств текстильной и легкой промышленности и 02.00.04 физическая химия на тему: «Прогнозирование изменения свойств волокнистых материалов на основе волокнообразующих полимеров при температурно-влажностных воздействиях», диплом ДК № 016087. Защита проведена в Санкт-Петербургском государственном университете технологии и дизайна (СПГУТД) <http://www.sutd.ru/>.
- В 2001 г. получен сертификат №24 Международной Ассоциации по Теории Решения Изобретательских Задач (ТРИЗ) <http://www.jps.net/triz/IntTRIZSoc.htm>.
- В 1999 г. избран членом-корреспондентом Международной Академии Наук Экологии и Безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ), удостоверение Э№0810 <http://www.maneb.spb.su>.
- В 1998 г. окончил Международный университет научно-технического развития и развития (МУНТТР) по специальности «Инновационная технология проектирования», диплом АТ-2 №552.
- В 1986 году присвоена ученая степень кандидата технических наук по специальности 05.19.01 материаловедение (текстильное, кожевенно-меховое, обувное, швейное) и 05.19.15 Технология химических волокон на тему: «Влияние влагосодержания полиамидных волокон на их ползучесть при растяжении». Защита проведена в Ленинградском институте текстильной и легкой промышленности им. С.М. Кирова (ЛИТЛП).

## ОПЫТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- 2003-2000. ТРИЗ-эксперт фирмы Samsung-Electro-mechanics (Сувон, Южная Корея).  
2001-2003. Консультант инжиниринговой фирмы PHLburg Technologies LLC (США).  
2000-2001. Консультант фирмы LG-Chemical (Тэджон, Южная Корея).  
1997-2000. Консультант Санкт-Петербургского филиала инжиниринговой фирмы Invention Machine Inc. (США, с 1999 г. - Pragmatic Vision).

## ОПЫТ ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ:

2006. Лекции по ТРИЗ для иностранных (Япония, Индия, Франция, Турция) инженеров (Сувон, Южная Корея).  
2005-2006. Ежемесячные консультации по ТРИЗ для русскоязычных инженеров (Сувон, Южная Корея).  
2003-2006. Консультации и установочные лекции по ТРИЗ для корейских инженеров (Сувон, Южная Корея).  
2002-2003. Лекции по Теории Решения Изобретательских Задач (ТРИЗ) для студентов и аспирантов. Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна (СПГУТД).

2003 Лекции по ТРИЗ для американских студентов (Лютер колледж США).

2001-2003 Лекции по ТРИЗ в научно-образовательном центре при Физико-техническом институте им. Иоффе.

2000-2001 Лекции по ТРИЗ для инженеров-химиков (LG-Chemical, Дэджон, Южная Корея).

## **ПРОПАГАНДА ТРИЗ:**

С 2005 года существует русско-английская домашняя страница, включающая в себя базовую информацию, собственные статьи и список основных источников по ТРИЗ.

## **ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:**

Во время работы в упомянутых выше фирмах я выполнял проекты по заказам компаний: Procter&Gamble, Gillet, Honda, LG, Kimberly Clark, Lexmark, General Motors etc.

В период работы над запросами от упомянутых фирм я выполнял проекты по следующим направлениям: адсорберы NOx; внутренний антиадгезив для многослойных древесных плит; впитывающая способность материалов: перенос жидкостей, модификаторы жидкостей, получение тонких волокон; датчики наклона (инклинометры); датчики, применяемые в автомобилях и бытовой технике; водоумягчитель для стиральной машины; изготавливаемая из пленки лента; «интеллектуальные» материалы; использование фуллеренов; лак для ногтей; материалы для хранения водородного топлива; поиск причин брака при производстве пластмассовых линз Френеля; полимерные суперабсорбенты; получение бумаги аэродинамическим способом; помехи при связи в ультраширокополосном диапазоне; предотвращение и удаление известкового налета в быту; производство минеральных удобрений; производство топливного этанола из отходов целлюлозы; процесс нанесения покрытия птфэ на полимерную подложку; силовое крепление; совершенствование состава прохладительных напитков; технология вспенивания полиэтилена; технология мытья столовой посуды; технология нановолокнистых фильтрующих материалов; увеличение стойкости бумажных салфеток и полотенец в мокром состоянии; улучшение процесса механической сепарации гранул полимеров на ситах; усовершенствование конструкции индивидуальных фильтров; усовершенствование микрокристаллической алмазной поверхности; усовершенствование получения пвх суспензионным способом; центробежные сепараторы; противогрибковое средство для гипсообшивочных листов и пиломатериалов.

## **СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТРИЗ**

1. Alexander Kynin, Seunglhee Suh, Seuncheon Han "USE OF TRIZ AT CREATION OF NEW MATERIALS" TRIZCON-2005 April 17-19, Brighton, MI. <http://www.aitriz.org/2005/abstracts.htm>.
2. Alexander T. Kynin, Seunglhee Suh, Seuncheon Han "CLASSIFICATION OF METHODS OF CREATION OF "EMPTINESS" IN MATERIALS" // 4th European TRIZ-Conference 29.6.-1.7.2005, IHK Frankfurt a. Main Germany. [http://www.triz-centrum.de/download/Flyer\\_english.pdf](http://www.triz-centrum.de/download/Flyer_english.pdf)
3. Alexander T. Kynin, Seunglhee Suh, Seuncheon Han "AS THE "SMART MATERIALS" CAN HELP THE INVENTOR" // 5th ETRIA Conference "TRIZ Future-2005", University of Leoben – Austria, Nov. 16-18, 2005 Graz AUSTRIA. P.263. <http://members.etria.net/pdf/254.pdf>
4. Кынин А.Т. Пустота в материалах. // Журнал ТРИЗ №1(14) июнь 2005, С.49-54. // English version: Kynin A.T. // Journal TRIZ №1 (14) 2005, P.53-58.
5. Alexander Kynin, Seunglhee Suh, Seuncheon Han "THERMAL DEFORMATIONS IN THE ENGINEERING" TRIZCON-2006, April 30-May 2, Milwaukee, WI. <http://www.aitriz.org/2006/abstracts.htm>, TRIZ Journal, issue [August 2006](http://www.triz-journal.com/archives/2006/08/02.pdf), <http://www.triz-journal.com/archives/2006/08/02.pdf>

## **ЗАЯВКИ**

1. №200406059, 2004-06-22, «Block-noise and block-heat design of Electronic Display»
2. №200509015, 2005-09-05 «High Efficient light emitting device with phosphor composition and scattering layer»

## **СПИСОК ПРОЧИХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ИННОВАТИКЕ И ТРИЗ**

1. А.Т. Кынин Особенности функционального анализа химических проблем //Тезисы научной конференции «Инновационная технология проектирования сегодня и завтра» Санкт-Петербург 1999., С.86.
2. А.Т. Кынин, С.В. Москвин. Анализ эволюции поражающих элементов несмертельного кинетического оружия //Сборник тезисов 4-й Всероссийской научно-практической конф. "Актуальные проблемы защиты и безопасности" - (СПб., 04.04-06.04.2001 г.) -СПб. - 2001 - С.176.
3. А.Т. Кынин. Использование ресурсов Интернет в качестве источника информации – Материалы межрегионального семинара «Конкурентная разведка и системное противодействие промышленному шпионажу», ЦНТИ ПРОГРЕСС: СПб.– 2002-С.150-158.
4. А.Т. Кынин. Использование системного анализа и специального программного обеспечения для совершенствования продукции – Там же. С.158-159.

5. А.Т. Кынин, Д.С. Смирнов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОДУКЦИИ: Анализ активности конкурента с помощью программы Internet Assistant™. // Семинар для патентоведов и изобретателей из цикла "Теория Решения Изобретательских Задач" 16 апреля Российская национальная библиотека // <http://www.nlr.ru:8101/news/>
6. А.Т. Кынин, Д.С. Смирнов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОДУКЦИИ: Поиск путей совершенствования продукции с помощью программы TechOptimizer™. // Там же.
7. А.Т. Кынин, Д.С. Смирнов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОДУКЦИИ: Предсказание возможных путей развития продукции с использованием методики ЗРТС. // Там же.
8. Леяшин В.А., Кынин А.Т. "О задаче "Крепление крышки" <http://www.metodolog.ru/00166/00166.html>
9. Кынин А.Т. «Гриз в материаловедении» <http://www.metodolog.ru/00606/00606.html>
10. Кынин А.Т. "Создание "пустоты" в материалах" <http://www.metodolog.ru/00129/00129.html>
11. Кынин А.Т. "Как "умные" вещества могут помочь изобретателю" <http://www.metodolog.ru/00246/00246.html>

## АВТОРЕФЕРАТ

### ТРИЗ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ - TRIZ in MATERIALS SCIENCE

Очевидно, что именно свойства материалов в значительной степени определяют возможности практического применения тех или иных устройств. Поэтому весьма актуальным является вопрос о месте материалов в технике вообще и в инновационных разработках в частности. Не удивительно, что в ТРИЗ материалам уделено заметное место.

Ключевыми проблемами являются: как влияют свойства используемых материалов на возможности устройств, в которых эти материалы используются, и какими именно свойствами материалов определяются те или иные функциональные возможности элементов системы.

Способность материалов изменять свои размеры при воздействии температуры создает для инженеров с одной стороны проблемы, с другой – позволяет решать целый ряд сложных технических задач. Подробнее эта тема изложена в работе «ИЗМЕНЕНИЕ РАЗМЕРОВ ТЕЛ ПРИ ТЕРМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ И ИХ УЧЕТ В ТЕХНИКЕ» // Alexander Kynin, Seunglhee Suh, Seungheon Han “THERMAL DEFORMATIONS IN THE ENGINEERING”, которая опубликована в TRIZ Journal, issue [August 2006](http://www.triz-journal.com/archives/2006/08/02.pdf), <http://www.triz-journal.com/archives/2006/08/02.pdf>. Тезисы статьи представлены в материалах конференции TRIZCON-2006, April 30-May 2, Milwaukee, WI. <http://www.aitriz.org/2006/abstracts.htm>,

Одним из эффективных способов снижения массы конструктивных элементов при сохранении их основных механических характеристик, является создание в них полостей. Эта проблема рассмотрена в работе ««ПУСТОТА» В МАТЕРИАЛАХ», которая опубликована в журнале ТРИЗ №1, 2005, С.53-58. Тезисы статьи размещены на сайте «Методолог» по адресу: <http://www.metodolog.ru/00129/00129.html> и представлены в материалах конференции «4th European TRIZ-Conference 29.6.-1.7.2005, INK Frankfurt a. Main Germany.» [http://www.triz-centrum.de/download/Flyer\\_english.pdf](http://www.triz-centrum.de/download/Flyer_english.pdf).

Некоторые материалы объединяют в себе самые различные элементы Технических Систем (ТС), например Систему Управления, или даже являются самостоятельными ТС. Это, так называемые, «умные вещества». Тезисы статьи «КАК «УМНЫЕ ВЕЩЕСТВА» МОГУТ ПОМОЧЬ ИЗОБРЕТАТЕЛЮ» размещены на сайте «Методолог» по адресу: <http://www.metodolog.ru/00246/00246.html> и представлены в материалах конференции «5th ETRIA Conference “TRIZ Future-2005”, University of Leoben – Austria, Nov. 16-18, 2005 Graz AUSTRIA. <http://members.etrria.net/pdf/254.pdf>».

Современные технологии для своего развития требуют создания новых материалов с заранее заданными свойствами. Один из способов создания таких материалов основан на использовании связи между химической структурой элементарного звена полимера и свойствами получаемого материала. Для формулировки требований к создаваемому полимеру также могут быть использованы методы ТРИЗ. Тезисы работы представлены в материалах конференции: Alexander Kynin, Seunglhee Suh, Seungheon Han «USE OF TRIZ AT CREATION OF NEW MATERIALS» TRIZCON2005 April 17-19, Brighton, MI. <http://www.aitriz.org/2005/abstracts.htm>.

Кынин Александр Тимофеевич  
3.10.2006

# МЕТОДЫ ТРИЗ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

А.Т. Кынин, Россия

*Очевидно, что именно свойства материалов в значительной степени определяют возможности практического применения тех или иных устройств. Поэтому весьма актуальным является вопрос о месте материалов в технике вообще и в перспективных разработках в частности. Это не удивительно, поскольку ключевыми проблемами для изобретателя являются ответы на следующие вопросы: как влияют свойства используемых материалов на возможности устройств, в которых эти материалы используются, и какими именно свойствами материалов определяются те или иные функциональные возможности элементов системы. Причем, роль материалов в процессе развития техники растет. По некоторым прогнозам в ближайшем будущем доля рынка материалов, созданных с использованием нанотехнологий, может составить до 30% [1]. Недаром одним из важнейших направлений развития науки в XXI веке признано "Создание новых материалов" [2].*

*Материал, свойство, идеальность, развитие.*

Одним из методов, позволяющих с высокой эффективностью создавать новую технику является использование Теории Решения Изобретательских Задач (ТРИЗ). Поэтому вполне очевидной является попытка проанализировать закономерности развития и применения материалов именно с точки зрения данной теории.

Поскольку материалы в значительной степени определяют возможности систем, то вполне очевидно, что более глубокое понимание их функций и места в технической системе позволит проводить работу по созданию новой техники более эффективно.

Было проведено: обобщение имеющихся данных по использованию материалов и их классификация; анализ этих данных с использованием инструментов ТРИЗ (Принципы, Противоречия, Вепольный анализ); определение перспективных тенденций в рассмотренных областях в соответствии с Законами Развития Технических Систем; иллюстрация применения ТРИЗ для описания эффектов, связанных с использованием этих материалов.

Целью представленной работы было определить место материалов в технических системах и показать применимость по отношению к ним основных понятий и инструментов ТРИЗ. Возможно, что такой подход станет ступенькой к созданию пособий по точным наукам, включающих методологию ТРИЗ в качестве основы.

Предлагаемая работа предназначена для помощи изобретателям в выборе наиболее эффективных способов решения производственных проблем, а также преподавателям ТРИЗ для использованию в их работе представленных примеров.

## МЕСТО МАТЕРИАЛОВ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ [3]

Когда в работах по ТРИЗ идет речь о Технических Системах (ТС), то, "по умолчанию", принимается, что ими являются только различные устройства и механизмы. Материалы обычно выступают в виде ресурсов, которые можно использовать для достижения поставленной цели. В то же время как бы "за кадром" остается очень серьезная проблема: а из чего именно эти устройства сделаны? Причем, если вспомнить, что

ТРИЗ родилась на основе анализа патентного фонда, то это весьма странно, так как в патентной классификации очень четко разделены классы "Устройства", "Вещества" и "Способы". В самой ТРИЗ эта неопределенность понятий выражена в том, что среди 40 Принципов [], большая часть из которых относится к устройствам и способам, имеются 8 принципов непосредственно связанных именно со свойствами материалов. То есть, пусть неявно, но автор дал понять, что материалы занимают достаточно важное место в технических системах.

Очевидно, что возможность использования искусственно созданных Технических Систем определяется свойствами составляющих их материалов. Этот факт настолько важен, что изучению свойств материалов посвящена наука "Материаловедение", которая включает и любимый всеми студентами предмет "сопромат". Однако что же такое "материал"? Очень любопытно, но такого термина не удалось обнаружить ни в одной из имеющихся энциклопедий. Приведено только определение вещества: Вещество ?- форма материи, которая в отличие от поля, обладает массой покоя.

Термины "вещество" и "материал" используются все-таки для обозначения разных понятий. Рассмотрим подробнее их взаимосвязь. Вещество обладает комплексом физических свойств. Но эти свойства не отражают возможность удовлетворить какую-либо нашу потребность напрямую. Свойства вещества камня, пока он лежал на земле, никого не интересовали. Когда человек взял камень и понял, что этим камнем можно разбить кость и вкусно пообедать, он интуитивно выбрал его для своего примитивного орудия и оценил твердость этого материала.

Материал - это то, из чего состоит используемый объект. Однако, вещество (камень), стало материалом только тогда, когда человек включил его в состав системы. То есть, материал - это вещество, которое было обработано человеком. Конечно, является ли необработанный камень еще необработанным камнем Инструментом, или нет - это вопрос дискуссионный, так как даже животные используют природные объекты, в качестве Инструмента. Примем, что камень стал Инструментом только тогда, когда человек его обработал. Можно возразить, что в этом случае выпадает период использования нашими предками необработанных камней. Но, с большой долей уверенности, можно считать, что этот период только предшествовал появлению человеческой цивилизации.

В таком случае введем следующее определение: **Материал - это искусственно созданное и обработанное человеком вещество, или комбинация веществ, из которых состоит рассматриваемый объект. Свойства материала должны быть достаточны для выполнения объектом его полезного предназначения.** При использовании такого определения мы четко ограничиваем круг веществ, пригодных для изготовления того, или иного объекта, способностью обеспечивать его применимость.

Для определения места материала в ТС проведем анализ составных частей ТС. Он может быть: Источником Энергии, Двигателем, Трансмиссией, Органом Управления, Любыми комбинациями элементов, Технической Системой. В этом случае следует ожидать, что закономерности, найденные для ТС, будут справедливы и для материалов.

## МЕТОДЫ ТРИЗ В ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Принято, что человеческая цивилизация началась с каменного века (начало палеолита точно не установлено, конец неолита около 8-3 тыс. лет до н.э.), когда вещество - камень, который валялся на дороге, стало материалом, из которого состояло орудие (инструмент).



Следующим этапом стал медный век (энеолит). Однако этот этап еще не в полной мере соответствует развитию материалов, как искусственных систем, так как первоначально использовалась самородная медь.

Бронзовый век (конец IV-начало I тыс. до н. э.) ознаменовался широким распространением этого сплава. Но он имел одну характерную особенность. Человек **ВПЕРВЫЕ** полностью перешел от использования материалов природного происхождения (камень, самородная медь) к созданию новых веществ - сплава меди и олова.

Железный век наступил в I тысячелетии до н. э. Особенностью данного этапа является отсутствие этого вещества в природе (за исключением метеоритного железа). Следует отметить, что техническая система - сплав на основе железа практически сразу стала развиваться как комбинированная, поскольку чистого железа в природе не существует.

Следующим этапом развития материалов явилось появление веществ-полимеров и созданных на их основе конструкционных материалов. Природные полимеры были давно известны человеку. Однако эпоха пластмасс началась только тогда, когда человек начал целенаправленно изменять свойства природных полимеров и создавать новые.

Недостаточная прочность пластмасс и анизотропия прочности волокон привела к новому скачку в материаловедении - созданию композиционных материалов. Согласно определению: **Композиционный материал представляет собой неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов, среди которых можно выделить армирующие элементы, обеспечивающие необходимые механические характеристики материала, и матрицу (или связующее), обеспечивающую совместную работу армирующих элементов.**

На рассмотренных примерах было показано, что появление новых материалов и изменение (развитие) их свойств соответствует основным закономерностям ТРИЗ и описывается такими инструментами, как Принципы, Стандарты и Законы Развития.

## РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Наиболее важной характеристикой для выполнения функций Инструмента является прочность материала. Однако, прочность, как таковая, определяет только возможность использования материала, в то время как для построения кривой развития ТС нам необходимо рассматривать повышение идеальности системы, то есть отношение суммы выполняемых полезных функций к сумме факторов расплаты [44].

Поэтому будем рассматривать не прочность, а ее отношение к плотности материала, то есть, не абсолютную, а относительную характеристику - так называемую удельную прочность. Этот параметр не является физической величиной, но часто используется в технике. Обобщенный график зависимости удельную прочность от времени создания для различных материалов представлен на Рис.1.

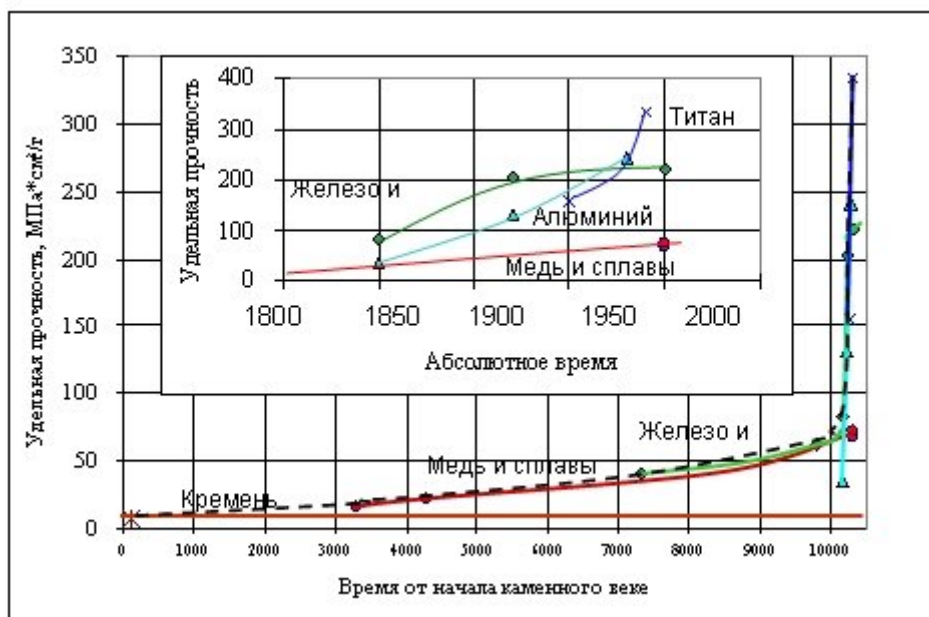


Рис.1. Изменение удельной прочности материалов

Удалось показать, что развитие конструкционных материалов, в основных чертах соответствует законам развития Технических Систем - устройств и подчиняется основным Трендам развития.

#### ИЗМЕНЕНИЕ РАЗМЕРОВ ТЕЛ ПРИ ТЕРМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ [5]

В работе инженера необходимо учитывать изменение размеров объектов при термических воздействиях. Это связано с тем, что температура окружающей среды изменяется и синхронно с этим меняют размеры окружающие нас предметы, причем, в зависимости от использованного материала, они делают это по-разному. Соответственно, в местах контактов появляются растягивающие, или сжимающие напряжения, изменяются размеры деталей и расстояния между ними и т.д.

В ТРИЗ изменению размеров объектов при термических воздействиях уделено большое внимание и оно введено в качестве отдельного Принципа (№37: ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ). В то же время, в опубликованных работах не удалось найти подробного анализа процессов, связанных с термическими изменениями размеров объектов.

Был проведен анализ возможных способов борьбы с термическими деформациями и применение изменения размеров при термических воздействиях, а также сопоставление этих способов с реально существующими техническими решениями. Были рассмотрены только термические изменения размеров материалов, не связанные с изменением их фазового состояния.

Выявлены основные проблемы, связанные с термическими изменениями и области их применения. Произведена систематизация всех возможных методов предотвращения, борьбы или использования термических изменений, применяемых на данном этапе развития техники. Показано, что развитие этих методов соответствует основным Трендам Развития Технических Систем.

#### "ПУСТОТА" В МАТЕРИАЛАХ [6]

Использование "пустоты" может оказать значительную помощь при решении самого широкого круга задач. Этот прием использован для разрешения технических противоречий, в системе Стандартов и в Законах Развития Технических Систем (ЗРТС). Обычно, под "пустотой" подразумевается вакуум или отсутствие основного материала, поэтому в раздел "пустоты" попадают различные полости в системе, и введение в основной материал таких дешевых ресурсов, как воздух и вода. Примером использования "пустоты" служат принципы разрешения технических противоречий [7] №31 (применение пористых материалов) и №29 (использование пневмо- и гидроконструкций).

Табл. 1. Методы получения пустоты в материалах.

Исх/Возд	1. Основа	2. Пустота	3. Механическое	4. Акустическое	5. Термическое	6. Химическое	7. Электрическое	8. Магнитное	9. Электромагнитное	10. Порообразователь
1. Основа	1.1 термическая усадка	1.2 введение шариков	1.3 -	1.4 -	1.5 -	1.6 -	1.7 электролиз	1.8 -	1.9 фотополимеризация	1.10 выжигание каркаса
2. Пустота	2.1 ячеистые структуры и спекание	X	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Порообразователь	3.1 эмульсии и студни	X	3.3 вспенивание	3.4	3.5 термическое разложение порообразователя	3.6 химическое разложение порообразователя	3.7 металлизация поверхности	3.8	3.9 вспенивание и полимеризация	X

Были систематизированы все известные методы получения "пустоты". Кроме того, приведены практические примеры различных методов создания пустоты. Анализ этих явлений произведен, исходя из методологии ТРИЗ.

### "ИСЧЕЗАЮЩИЕ" МАТЕРИАЛЫ

В процессе работы ТРИЗ-специалист часто сталкивается с ситуацией, когда для решения поставленной задачи необходимо ввести в систему дополнительное вещество (материал). Это требует, например, Принцип №24 - "Введение Посредника". Естественно, что такой посредник должен быть как можно более дешевым (Принцип №27 - "Дешевая недолговечность").

Суммируя все вышесказанное можно предложить следующее определение "исчезающих материалов": **это материал, который вводится в систему для выполнения определенной полезной функции и после этого исчезает из системы самостоятельно, либо при незначительном изменении внешних параметров. При этом ИМ должен либо стать частью системы, или окружающей среды, либо раствориться в них, существенно не изменяя их свойства.**

В представленной работе приведены примеры "исчезающих материалов", которые позволяют превратить абстрактные рекомендации Стандартов в реальные технические решения. Результаты работы могут быть полезны разработчикам новой техники и изобретателям.

## "УМНЫЕ" МАТЕРИАЛЫ [8]

В последнее время появился большой интерес к так называемым "умным веществам" или точнее "умным материалам" (УМ, smart materials). Это материалы, изменяют свои параметры (характеристики) при изменении внешних условий (воздействий), например: давления, температуры, влажности среды, присутствия различных веществ и т.д. [9].

Применение "умных материалов" может дать огромный экономический эффект, причем исследования по "умным материалам" ведутся столь широким фронтом, что возникла необходимость в издании специального журнала по этой теме - Smart Materials and Structures [10], дайджеста Smart Materials Bulletin [11], а также ENCYCLOPEDIA OF SMART MATERIALS [12].

На входе в ТС, содержащую УМ как РО, мы имеем некое Внешнее Воздействие (ВнВз, Воздействие), которое и вызывает выполнение ПФ. Это же воздействие может одновременно выполнять и роль Источника Энергии (ИЭ). Однако в ряде случаев энергия ВнВз бывает меньше, чем энергия отклика УМ. Это может быть объяснено только тем, что в этом случае УМ содержит встроенный ИЭ, а внешнее воздействие только позволяет высвободиться скрытой энергии.

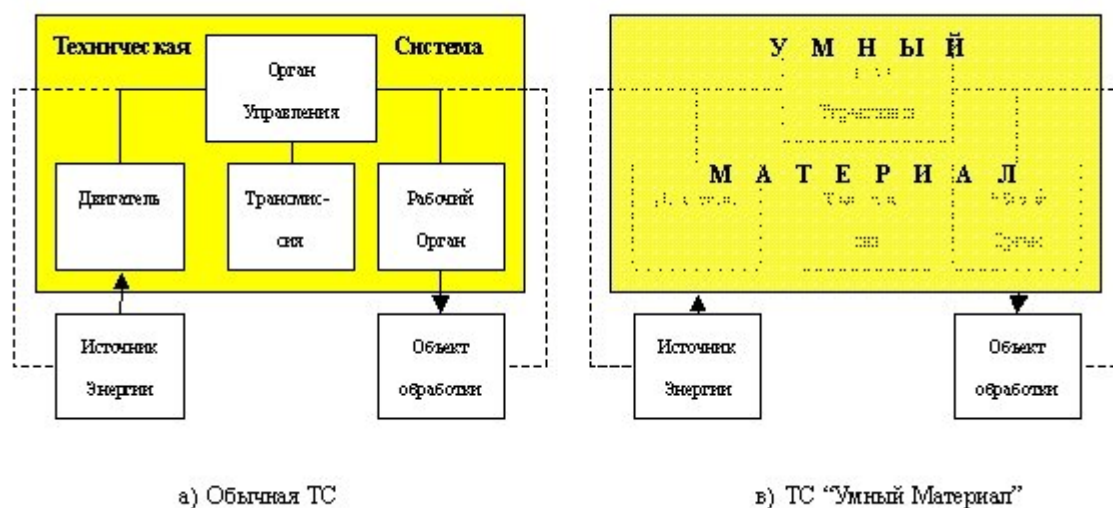


Рис.2. Структура обычной ТС (а) и ТС "Умный Материал" (б).

Тогда можно сделать заключение, что "Умный Материал" - это ни что иное, как полная Техническая Система, свернутая в РО и скрытно включающая в себя все остальные элементы ТС. Отметим, что Источник Энергии может входит в состав ТС-"Умный Материал", а может быть и вне ее - как и для любой другой ТС. Но он всегда необходим для выполнения системой УМ ее ПФ. Структура технической системы "Умный Материал" представлена на Рис.2.

В качестве основы для классификации УМ можно выбрать их взаимоотношение с главным потребителем производимой полезной функции - человеком или элементом другой системы. Предлагается разделить УМ на следующие классы:

- Трансформаторы (Transformers, аналоги "остроумных" материалов) - материалы, которые преобразуют энергию внешнего воздействия в выходное действие (сигнал "отклика"), изменяя при этом вид энергии ВнВз или ее интенсивность:
  - актуаторы, преобразующие энергию различных видов полей в механическое перемещение;

- индикаторы (сигнализаторы тревоги, Alarm devices) - это материалы, преобразующие энергию различных видов воздействий (поля или вещества) и ресурсы среды в сигнал отклика, который воспринимается человеком без использования дополнительных устройств;
- Адапторы (Adaptors) - это материалы, которые под влиянием внешнего воздействия изменяют свои характеристики;
- Нейтрализаторы (neutralizers, аналоги "мудрых" материалов) - это такие вещества, которые не только обнаруживают вредное воздействие, но и сами устраняют причины его возникновения.

В результате была создана справочная таблица с примерами реализации УМ и предложена их классификация на основе функционального подхода.

В заключение можно обобщить закономерности, найденные для материалов:

1. Появление новых материалов соответствует основным закономерностям и описывается основными инструментам ТРИЗ.
2. Срок между созданием материала и его промышленным использованием сокращается.
3. Повышение удельных характеристик материала (повышение идеальности) происходит по S - образной кривой, причем крутизна наклона кривой каждого нового материала растет быстрее.
4. Развитие материала не прекращается с появлением принципиально нового материала и сопровождается дальнейшим улучшением его свойств.
5. На кривой развития материала есть локализованные в пространстве и времени скачки, которые вызваны появлением материалов с исключительно высокими свойствами, но не получивших всеобщего распространения.
6. Индивидуальные кривые развития всех материалов, имеющих массовое применение, могут быть интегрированы единой огибающей линией, которая соответствует развитию системы "материалы для изготовления Инструмента".
7. Для описания развития материалов применимы следующие Тренды Развития Технических Систем: Повышения Идеальности, Переход в надсистему, Переход на микроуровень и Согласования частей системы.

## Литература

1. <http://nanonewsnet.ru/index.php?module=pagesetter&func=viewpub&tid=6&pid=70>
2. Promising Industries of 21st Century, Hydrogen News, Korea Herald 3/13/2000. <http://www.ch2bc.org/bulletin/bulletin20000304.htm>
3. Сокращенный вариант статьи представлен на сайте "Методолог" по адресу: <http://www.metodolog.ru/00606/00606.html>
4. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В. ПОИСК НОВЫХ ИДЕЙ: ОТ ОЗАРЕНИЯ К ТЕХНОЛОГИИ Кишинев, "Карта Молдовеняскэ" - 1989.
5. Тезисы работы опубликованы в материалах международной конференции TRIZCON-2006 (Alexander Kynin, Seunghee Suh, Seuncheon Han "THERMAL DEFORMATIONS IN THE ENGINEERING", April 30-May 2, Milwaukee, WI. <http://www.aitriz.org/2006/abstracts.htm>), и в журнале TRIZ Journal, issue August 2006, <http://www.triz-journal.com/archives/2006/08/02.pdf>
6. Статья опубликована в журнале ТРИЗ №1, 2005, С.53-58. Тезисы статьи размещены на сайте "Методолог" по адресу: <http://www.metodolog.ru/00129/00129.html> и представлены в материалах

конференции "4th European TRIZ-Conference 29.6.-1.7.2005, ИНК Frankfurt a. Main Germany."  
[http://www.triz-centrum.de/download/Flyer\\_english.pdf](http://www.triz-centrum.de/download/Flyer_english.pdf).

7.Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В. (Теория и практика решения изобретательских задач), Кишинев, "Картя Молдовеняскэ", 1989.

8.Тезисы статьи размещены на сайте "Методолог" по адресу: <http://www.metodolog.ru/00246/00246.html> и представлены в материалах конференции "5th ETRIA Conference "TRIZ Future-2005", University of Leoben - Austria, Nov. 16-18, 2005 Graz AUSTIA. <http://members.etrria.net/pdf/254.pdf>.

9.(<http://www.kv.by/index2002073401.htm>,  
[http://www.itogi.ru/paper2001.nsf/Article/Itogi\\_2001\\_02\\_16\\_142714.html](http://www.itogi.ru/paper2001.nsf/Article/Itogi_2001_02_16_142714.html))

10.<http://www.iop.org/EJ/journal/SMS>

11.<http://www.sciencedirect.com/science/journal/14713918>

12.Schwartz Mel // VOLUME 1 and VOLUME 2, John Wiley & Sons, Inc. - 2002, Англ., Schwartz.pdf,  
<http://sci-lib.com/subject.php?subject=5>

["ТРИЗ-Саммит - 2006" Список участников и тематика выступлений](#)

## МЕТОДЫ ТРИЗ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

**А.Т. Кынин, Россия**

*Очевидно, что именно свойства материалов в значительной степени определяют возможности практического применения тех или иных устройств. Поэтому весьма актуальным является вопрос о месте материалов в технике вообще и в перспективных разработках в частности. Это не удивительно, поскольку ключевыми проблемами для изобретателя являются ответы на следующие вопросы: как влияют свойства используемых материалов на возможности устройств, в которых эти материалы используются, и какими именно свойствами материалов определяются те или иные функциональные возможности элементов системы. Причем, роль материалов в процессе развития техники растет. По некоторым прогнозам в ближайшем будущем доля рынка материалов, созданных с использованием нанотехнологий, может составить до 30% [1]. Недаром одним из важнейших направлений развития науки в XXI веке признано "Создание новых материалов" [2].*

*Материал, свойство, идеальность, развитие.*

Одним из методов, позволяющих с высокой эффективностью создавать новую технику является использование Теории Решения Изобретательских Задач (ТРИЗ). Поэтому вполне очевидной является попытка проанализировать закономерности развития и применения материалов именно с точки зрения данной теории.

Поскольку материалы в значительной степени определяют возможности систем, то вполне очевидно, что более глубокое понимание их функций и места в технической системе позволит проводить работу по созданию новой техники более эффективно.

Было проведено: обобщение имеющихся данных по использованию материалов и их классификация; анализ этих данных с использованием инструментов ТРИЗ (Принципы, Противоречия, Вепольный анализ); определение перспективных тенденций в рассмотренных областях в соответствии с Законами Развития Технических Систем; иллюстрация применения ТРИЗ для описания эффектов, связанных с использованием этих материалов.

Целью представленной работы было определить место материалов в технических системах и показать применимость по отношению к ним основных понятий и инструментов ТРИЗ. Возможно, что такой подход станет ступенькой к созданию

пособий по точным наукам, включающих методологию ТРИЗ в качестве основы.

Предлагаемая работа предназначена для помощи изобретателям в выборе наиболее эффективных способов решения производственных проблем, а также преподавателям ТРИЗ для использованию в их работе представленных примеров.

### МЕСТО МАТЕРИАЛОВ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ [3]

Когда в работах по ТРИЗ идет речь о Технических Системах (ТС), то, "по умолчанию", принимается, что ими являются только различные устройства и механизмы. Материалы обычно выступают в виде ресурсов, которые можно использовать для достижения поставленной цели. В то же время как бы "за кадром" остается очень серьезная проблема: а из чего именно эти устройства сделаны? Причем, если вспомнить, что ТРИЗ родилась на основе анализа патентного фонда, то это весьма странно, так как в патентной классификации очень четко разделены классы "Устройства", "Вещества" и "Способы". В самой ТРИЗ эта неопределенность понятий выражена в том, что среди 40 Принципов [], большая часть из которых относится к устройствам и способам, имеются 8 принципов непосредственно связанных именно со свойствами материалов. То есть, пусть неявно, но автор дал понять, что материалы занимают достаточно важное место в технических системах.

Очевидно, что возможность использования искусственно созданных Технических Систем определяется свойствами составляющих их материалов. Этот факт настолько важен, что изучению свойств материалов посвящена наука "Материаловедение", которая включает и любимый всеми студентами предмет "сопромат". Однако что же такое "материал"? Очень любопытно, но такого термина не удалось обнаружить ни в одной из имеющихся энциклопедий. Приведено только определение вещества: Вещество ?- форма материи, которая в отличие от поля, обладает массой покоя.

Термины "вещество" и "материал" используются все-таки для обозначения разных понятий. Рассмотрим подробнее их взаимосвязь. Вещество обладает комплексом физических свойств. Но эти свойства не отражают возможность удовлетворить какую-либо нашу потребность напрямую. Свойства вещества камня, пока он лежал на земле, никого не интересовали. Когда человек взял камень и понял, что этим камнем можно разбить кость и вкусно пообедать, он интуитивно выбрал его для своего примитивного орудия и оценил твердость этого материала.

Материал - это то, из чего состоит используемый объект. Однако, вещество (камень), стало материалом только тогда, когда человек включил его в состав системы. То есть, материал - это вещество, которое было обработано человеком. Конечно, является ли необработанный камень еще необработанный камень Инструментом, или нет - это вопрос дискуссионный, так как даже животные используют природные объекты, в качестве Инструмента. Примем, что камень стал Инструментом только тогда, когда человек его обработал. Можно возразить, что в этом случае выпадает период использования нашими предками необработанных камней. Но, с большой долей уверенности, можно считать, что этот период только предшествовал появлению человеческой цивилизации.

В таком случае введем следующее определение: **Материал - это искусственно созданное и обработанное человеком вещество, или комбинация веществ, из которых состоит рассматриваемый объект. Свойства материала должны быть достаточны для выполнения объектом его полезного**



**предназначения.** При использовании такого определения мы четко ограничиваем круг веществ, пригодных для изготовления того, или иного объекта, способностью обеспечивать его применимость.

Для определения места материала в ТС проведем анализ составных частей ТС. Он может быть: Источником Энергии, Двигателем, Трансмиссией, Органом Управления, Любыми комбинациями элементов, Технической Системой. В этом случае следует ожидать, что закономерности, найденные для ТС, будут справедливы и для материалов.

## МЕТОДЫ ТРИЗ В ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Принято, что человеческая цивилизация началась с каменного века (начало палеолита точно не установлено, конец неолита около 8-3 тыс. лет до н.э.), когда вещество - камень, который валялся на дороге, стало материалом, из которого состояло орудие (инструмент).

Следующим этапом стал медный век (энеолит). Однако этот этап еще не в полной мере соответствует развитию материалов, как искусственных систем, так как первоначально использовалась самородная медь.

Бронзовый век (конец IV-начало I тыс. до н. э.) ознаменовался широким распространением этого сплава. Но он имел одну характерную особенность. Человек **ВПЕРВЫЕ** полностью перешел от использования материалов природного происхождения (камень, самородная медь) к созданию новых веществ - сплава меди и олова.

Железный век наступил в I тысячелетии до н. э. Особенностью данного этапа является отсутствие этого вещества в природе (за исключением метеоритного железа). Следует отметить, что техническая система - сплав на основе железа практически сразу стала развиваться как комбинированная, поскольку чистого железа в природе не существует.

Следующим этапом развития материалов явилось появление веществ-полимеров и созданных на их основе конструкционных материалов. Природные полимеры были давно известны человеку. Однако эпоха пластмасс началась только тогда, когда человек начал целенаправленно изменять свойства природных полимеров и создавать новые.

Недостаточная прочность пластмасс и анизотропия прочности волокон привела к новому скачку в материаловедении - созданию композиционных материалов. Согласно определению: **Композиционный материал представляет собой неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов, среди которых можно выделить армирующие элементы, обеспечивающие необходимые механические характеристики материала, и матрицу (или связующее), обеспечивающую совместную работу армирующих элементов.**

На рассмотренных примерах было показано, что появление новых материалов и изменение (развитие) их свойств соответствует основным закономерностям ТРИЗ и описывается такими инструментами, как Принципы, Стандарты и Законы Развития.

## РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Наиболее важной характеристикой для выполнения функций Инструмента является прочность материала. Однако, прочность, как таковая, определяет только возможность использования материала, в то время как для построения кривой развития ТС нам необходимо рассматривать повышение идеальности системы, то есть отношение суммы выполняемых полезных функций к сумме факторов расплаты [44].

Поэтому будем рассматривать не прочность, а ее отношение к плотности материала, то есть, не абсолютную, а относительную характеристику - так называемую удельную прочность. Этот параметр не является физической величиной, но часто используется в технике. Обобщенный график зависимости удельную прочность от времени создания для различных материалов представлен на Рис.1.

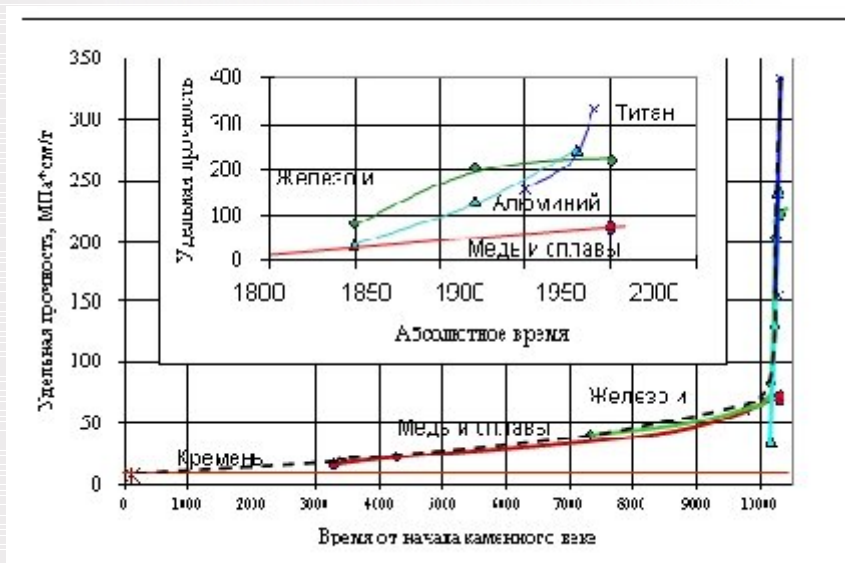


Рис.1. Изменение удельной прочности материалов

Удалось показать, что развитие конструкционных материалов, в основных чертах соответствует законам развития Технических Систем - устройств и подчиняется основным Трендам развития.

#### ИЗМЕНЕНИЕ РАЗМЕРОВ ТЕЛ ПРИ ТЕРМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ [5]

В работе инженера необходимо учитывать изменение размеров объектов при термических воздействиях. Это связано с тем, что температура окружающей среды изменяется и синхронно с этим меняют размеры окружающие нас предметы, причем, в зависимости от использованного материала, они делают это по-разному. Соответственно, в местах контактов появляются растягивающие, или сжимающие напряжения, изменяются размеры деталей и расстояния между ними и т.д.

В ТРИЗ изменению размеров объектов при термических воздействиях уделено большое внимание и оно введено в качестве отдельного Принципа (№37: ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ). В то же время, в опубликованных работах не удалось найти подробного анализа процессов, связанных с термическими изменениями размеров объектов.

Был проведен анализ возможных способов борьбы с термическими деформациями и применение изменения размеров при термических воздействиях, а также

сопоставление этих способов с реально существующими техническими решениями. Были рассмотрены только термические изменения размеров материалов, не связанные с изменением их фазового состояния.

Выявлены основные проблемы, связанные с термическими изменениями и области их применения. Произведена систематизация всех возможных методов предотвращения, борьбы или использования термических изменений, применяемых на данном этапе развития техники. Показано, что развитие этих методов соответствует основным Трендам Развития Технических Систем.

### "ПУСТОТА" В МАТЕРИАЛАХ [6]

Использование "пустоты" может оказать значительную помощь при решении самого широкого круга задач. Этот прием использован для разрешения технических противоречий, в системе Стандартов и в Законах Развития Технических Систем (ЗРТС). Обычно, под "пустотой" подразумевается вакуум или отсутствие основного материала, поэтому в раздел "пустоты" попадают различные полости в системе, и введение в основной материал таких дешевых ресурсов, как воздух и вода. Примером использования "пустоты" служат принципы разрешения технических противоречий [7] №31 (применение пористых материалов) и №29 (использование пневмо- и гидроконструкций).

Табл. 1. Методы получения пустоты в материалах.

Исх/Возд	1. Основа	2. Пустота	3. Механическое	4. Акустическое	5. Термическое	6. Химическое	7. Электрическое	8. Магнитное	9. Электромагнитное	10. Порообразователь
1. Основа	1.1 термическая усадка	1.2 введение шариков	1.3 -	1.4 -	1.5 -	1.6 -	1.7 электролиз	1.8 -	1.9 фотополимеризация	1.10 выжигание каркаса
2. Пустота	2.1 ячеистые структуры и спекание	X	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Порообразователь	3.1 эмульсии и студни	X	3.3 вспенивание	3.4	3.5 термическое разложение порообразователя	3.6 химическое разложение порообразователя	3.7 металлизация поверхности	3.8	3.9 вспенивание и полимеризация	X

Были систематизированы все известные методы получения "пустоты". Кроме того, приведены практические примеры различных методов создания пустоты. Анализ этих явлений произведен, исходя из методологии ТРИЗ.

### "ИСЧЕЗАЮЩИЕ" МАТЕРИАЛЫ

В процессе работы ТРИЗ-специалист часто сталкивается с ситуацией, когда для решения поставленной задачи необходимо ввести в систему дополнительное вещество (материал). Это требует, например, Принцип №24 - "Введение Посредника". Естественно, что такой посредник должен быть как можно более дешевым (Принцип №27 - "Дешевая недолговечность").

Суммируя все вышесказанное можно предложить следующее определение "исчезающих материалов": **это материал, который вводится в систему для выполнения определенной полезной функции и после этого исчезает из системы самостоятельно, либо при незначительном изменении внешних параметров. При этом ИМ должен либо стать частью системы, или окружающей среды, либо раствориться в них, существенно не изменяя их свойства.**

В представленной работе приведены примеры "исчезающих материалов", которые позволяют превратить абстрактные рекомендации Стандартов в реальные технические решения. Результаты работы могут быть полезны разработчикам новой техники и изобретателям.

### "УМНЫЕ" МАТЕРИАЛЫ [8]

В последнее время появился большой интерес к так называемым "умным веществам" или точнее "умным материалам" (УМ, smart materials). Это материалы, изменяют свои параметры (характеристики) при изменении внешних условий (воздействий), например: давления, температуры, влажности среды, присутствия различных веществ и т.д. [9].

Применение "умных материалов" может дать огромный экономический эффект, причем исследования по "умным материалам" ведутся столь широким фронтом, что возникла необходимость в издании специального журнала по этой теме - Smart Materials and Structures [10], дайджеста Smart Materials Bulletin [11], а также ENCYCLOPEDIA OF SMART MATERIALS [12].

На входе в ТС, содержащую УМ как РО, мы имеем некое Внешнее Воздействие (ВнВз, Воздействие), которое и вызывает выполнение ПФ. Это же воздействие может одновременно выполнять и роль Источника Энергии (ИЭ). Однако в ряде случаев энергия ВнВз бывает меньше, чем энергия отклика УМ. Это может быть объяснено только тем, что в этом случае УМ содержит встроенный ИЭ, а внешнее воздействие только позволяет высвободиться скрытой энергии.

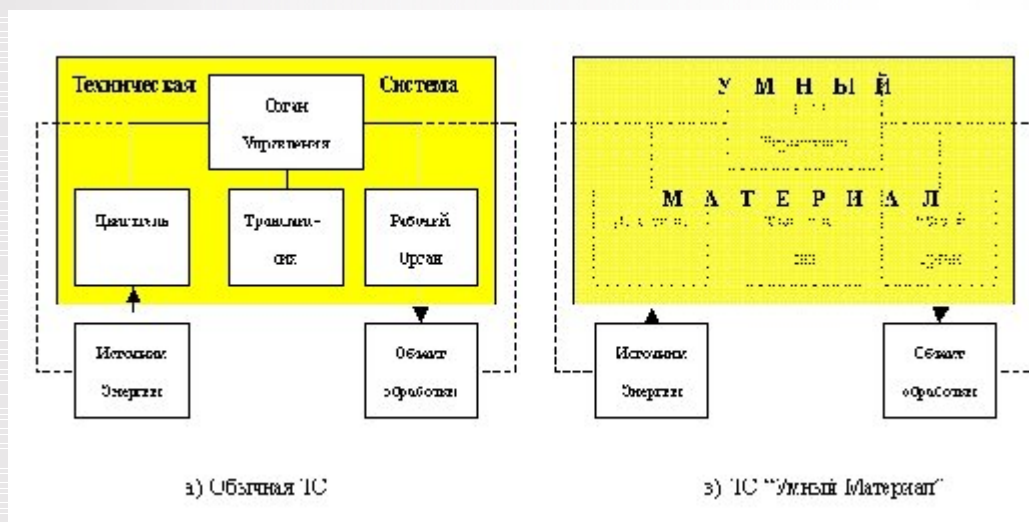


Рис.2. Структура обычной ТС (а) и ТС "Умный Материал" (б).

Тогда можно сделать заключение, что "Умный Материал" - это ни что иное, как полная Техническая Система, свернутая в РО и скрытно включающая в себя все остальные элементы ТС. Отметим, что Источник Энергии может входить в состав ТС- "Умный Материал", а может быть и вне ее - как и для любой другой ТС. Но он всегда необходим для выполнения системой УМ ее ПФ. Структура технической системы "Умный Материал" представлена на Рис.2.

В качестве основы для классификации УМ можно выбрать их взаимоотношение с главным потребителем производимой полезной функции - человеком или элементом другой системы. Предлагается разделить УМ на следующие классы:

- Трансформаторы (Transformers, аналоги "остроумных" материалов) - материалы, которые преобразуют энергию внешнего воздействия в выходное действие (сигнал "отклика"), изменяя при этом вид энергии ВнВз или ее интенсивность:
  - актуаторы, преобразующие энергию различных видов полей в механическое перемещение;
  - индикаторы (сигнализаторы тревоги, Alarm devices) - это материалы, преобразующие энергию различных видов воздействий (поля или вещества) и ресурсы среды в сигнал отклика, который воспринимается человеком без использования дополнительных устройств;
- Адапторы (Adaptors) - это материалы, которые под влиянием внешнего воздействия изменяют свои характеристики;
- Нейтрализаторы (neutralizers, аналоги "мудрых" материалов) - это такие вещества, которые не только обнаруживают вредное воздействие, но и сами устраняют причины его возникновения.

В результате была создана справочная таблица с примерами реализации УМ и предложена их классификация на основе функционального подхода.

В заключение можно обобщить закономерности, найденные для материалов:

1. Появление новых материалов соответствует основным закономерностям и описывается основными инструментам ТРИЗ.
2. Срок между созданием материала и его промышленным использованием сокращается.
3. Повышение удельных характеристик материала (повышение идеальности) происходит по S - образной кривой, причем крутизна наклона кривой каждого нового материала растет быстрее.
4. Развитие материала не прекращается с появлением принципиально нового материала и сопровождается дальнейшим улучшением его свойств.
5. На кривой развития материала есть локализованные в пространстве и времени скачки, которые вызваны появлением материалов с исключительно высокими свойствами, но не получивших всеобщего распространения.
6. Индивидуальные кривые развития всех материалов, имеющих массовое применение, могут быть интегрированы единой огибающей линией, которая соответствует развитию системы "материалы для изготовления Инструмента".
7. Для описания развития материалов применимы следующие Тренды Развития Технических Систем: Повышения Идеальности, Переход в надсистему, Переход на микроуровень и Согласования частей системы.

## **Литература**

1. <http://nanonewsnet.ru/index.php?module=pagesetter&func=viewpub&tid=6&pid=70>

2.Promising Industries of 21st Century, Hydrogen News, Korea Herald 3/13/2000.  
<http://www.ch2bc.org/bulletin/bulletin20000304.htm>

3.Сокращенный вариант статьи представлен на сайте "Методолог" по адресу:  
<http://www.metodolog.ru/00606/00606.html>

4.Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В. ПОИСК НОВЫХ ИДЕЙ: ОТ ОЗАРЕНИЯ К ТЕХНОЛОГИИ  
Кишинев, "Картя Молдовеняскэ" - 1989.

5.Тезисы работы опубликованы в материалах международной конференции TRIZCON-2006  
(Alexander Kynin, Seunghee Suh, Seungheon Han "THERMAL DEFORMATIONS IN THE ENGINEERING",  
April 30-May 2, Milwaukee, WI. <http://www.aitriz.org/2006/abstracts.htm>), и в журнале TRIZ Journal,  
issue August 2006, <http://www.triz-journal.com/archives/2006/08/02.pdf>

6.Статья опубликована в журнале ТРИЗ №1, 2005, С.53-58. Тезисы статьи размещены на сайте  
"Методолог" по адресу: <http://www.metodolog.ru/00129/00129.html> и представлены в материалах  
конференции "4th European TRIZ-Conference 29.6.-1.7.2005, IHK Frankfurt a. Main Germany."  
[http://www.triz-centrum.de/download/Flyer\\_english.pdf](http://www.triz-centrum.de/download/Flyer_english.pdf).

7.Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В. (Теория и практика решения изобретательских задач),  
Кишинев, "Картя Молдовеняскэ", 1989.

8.Тезисы статьи размещены на сайте "Методолог" по адресу:  
<http://www.metodolog.ru/00246/00246.html> и представлены в материалах конференции "5th ETRIA  
Conference "TRIZ Future-2005", University of Leoben - Austria, Nov. 16-18, 2005 Graz AUSTIA.  
<http://members.etria.net/pdf/254.pdf>.

9.(<http://www.kv.by/index2002073401.htm>,  
[http://www.itogi.ru/paper2001.nsf/Article/Itogi\\_2001\\_02\\_16\\_142714.html](http://www.itogi.ru/paper2001.nsf/Article/Itogi_2001_02_16_142714.html))

10.<http://www.iop.org/EJ/journal/SMS>

11.<http://www.sciencedirect.com/science/journal/14713918>

12.Schwartz Mel // VOLUME 1 and VOLUME 2, John Wiley & Sons, Inc. - 2002, Англ., Schwartz.pdf,  
<http://sci-lib.com/subject.php?subject=5>

---

[Главная](#) ▾ [Конференция](#) ▾ МЕТОДЫ ТРИЗ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

---



## Отзыв на диссертационную работу А.Кынина «Методы ТРИЗ в материаловедении»

А.Кынин – выпускник Петербургского Университета научно-технического творчества посвятил свою жизнь изучению, исследованию материалов, что доказывает защита и присуждение ему степени доктора технических наук. Освоив ТРИЗ, и применяя ее в своих работах он получил, по моему, блестящие результаты.. Решая многочисленные задачи он перелопатил громадное количество литературы, патентов, и эти материалы –Ресурсы, которые автор –А.Кынин пустил в дело. Его цель - создание справочника по конструкционным материалам-металлам, сплавам, пластмассам, композитам, пустотным и пористым , а также «исчезающим» и «умным» материалам для изобретателей. В работе не только рассмотрены история создания этих материалов, их свойств и практического применения, но и сделан с помощью инструментов ТРИЗ прогноз некоторых материалов, которые могут появиться в ближайшее время.

Большим достоинством работы является то, что теоретические выводы автора поддержаны таблицами справочными материалами, в которых собраны и систематизированы все известные применения материалов, или методов их модификации.

В представленной работе впервые проведено комплексное рассмотрение материалов на основе Законов Развития Технических Систем, системы Стандартов (Вепольного Анализа) и Принципов. На основе найденных закономерностей предложены методы прогнозирования изменения свойств конструкционных материалов.

Очень важным моментом является то, что в работе показана возможность изложения традиционных дисциплин (материаловедение, физико-химия полимеров) с позиции ТРИЗ. Это позволяет в будущем создать учебные пособия, которые помогут специалистам и изобретателям справочными материалами..

Все приведенные выводы получены автором в результате трехлетней работы на фирме Самсунг-Электромеханикс и опробованы в условиях реального производства. В результате было подано 3 заявки на международные патенты (в том числе 2 из них – именно на материалы) и получен экономический эффект в 2,5 миллиона долларов в год.

Автор работы является известным специалистом в полимерном материаловедении. В этой области им опубликовано более 130 работ в отечественных и иностранных журналах и материалах конференций, 4 книги и 6 авторских свидетельств.

Мне представляется, что эта работа вызовет интерес у изобретателей, так как в ней приводятся не только понятие , что такое материал, и его отличие от понятия вещество, но и обширные сведения по материалам, которые могут подтолкнуть мысль изобретателя при разрешении ФП. Что означает проработать на капиталистическом предприятии экспертом по ТРИЗ, знают немногие, но на самом деле это, как я полагаю, работа полубога. От них ждут правильных, красивых решений, тогда, когда свои работники ответа найти не могут. И доктор технических наук, профессор А.Кынин полностью оправдал надежды , которые на него возлагали, как на опытного ТРИЗОВЦА, что несомненно доказывает, что он достоин звания –МАСТЕРА ТРИЗ.

Руководитель работы заслуженный технолог России, мастер ТРИЗ В.Митрофанов.