

# ТРИДЦАТЬ ЛЕТ ПРОЕКТУ ИЗОБРЕТАЮЩАЯ МАШИНА

В.Цуриков

ЗАО Предизо, Минск, 220026 Беларусь

## Аннотация

В докладе обсуждается эволюция проекта Изобретающая Машина от идеи “компьютер как умный помощник изобретателя” к концепции “компьютер как реальный изобретатель, как равный творческий партнер человека”. Вместо подсказок в виде эффекта или приема интеллектуальная система генерирует изобретения на экране.

*Ключевые слова: автоматическая генерация изобретений*

## Abstract

Evolution of the Invention Machine project is discussed: from an idea “computer as intelligent assistant to inventor” to a concept “computer as true inventor”. Instead of bringing effects or inventive principles computer generates inventions on the screen.

*Keywords: Generative Inventions, automatic generation of new inventions, True Machina*

## 1. Лем, Тьюринг и программа для Минск-22

Сразу после поступления на специальность ЭВМ Минского радиотехнического института мне повезло одновременно познакомиться с “Суммой технологии” Лема и концепцией универсальной машины Тьюринга. Безграничные возможности кибернетического мира Лема и невероятная красота абстрактной математики Тьюринга соединившись, породили гремучую смесь, которая взорвала мозг. Компьютер может все! Оставалось найти достойную тему для собственных разработок в искусственном интеллекте. Превратить компьютер в изобретателя - звучало бредово, но захватывающе.

### 1.1. Комбинаторный синтезатор

По плану дипломного проекта надо было спроектировать и спаять цифро-аналоговый преобразователь. Разработка затягивалась из-за большого разброса параметров резисторов. Возникла идея написать программу, которая бы могла прогенерировать множество вариантов соединения резисторов и выбрать наилучшую конфигурацию. Машина Минск-22, язык Автокод ИНЖЕНЕР, алгоритм был набит на перфоленте.

Программа сработала, удалось построить качественный преобразователь на плохих резисторах. Эмоциональный эффект чуда помнится до сих пор. В алгоритме 1973 года содержались обе части творческого процесса: генерация идеи и параметрическая оценка качества идеи.

Программу писал человек, но полный цикл творческий цикл по поиску наилучшего решения выполнял компьютер. Компьютер может творить, причем по-своему - это был очень важный вывод.

## *1.2. Интеллектуальная система Пульсар*

Следующим шагом стала интеллектуальная система Пульсар для автоматического синтеза новых методов обнаружения космических сигналов по проекту СЕТИ. Девять лет работы, двести программных модулей; результат: автоматический синтез двадцати тысяч новых алгоритмов обработки сигналов [1]. Эта система уже имела базу знаний математических теорем (были названы математическими эффектами), из которой автоматически генерировались структуры обнаружителей сигналов, качество которых оценивалось методом Монте-Карло.

По сути, Пульсар 1983 года работал как Эдисон при подборе материала для нити накаливания электрической лампочки. Это и была первая настоящая Изобретающая Машина, но в очень узкой области. Система Пульсар не подсказывала приемы или эффекты пользователю, она синтезировала новые изобретения и оценивала их качество.

## *1.3. Школа молодого изобретателя*

Проект Пульсар никем не финансировался, хотя было смутное ощущение, что в будущем это может случиться, и тогда понадобятся увлеченные разработчики. Раздал старостам групп несколько десятков копий программы учебного курса (искусственный интеллект, психология творчества, алгоритм изобретения), заказал аудиторию. Так осенью 1976 г. родилась Школа молодого изобретателя, сыгравшая исключительно важную роль в проекте ИМ. Курс был серьезный, два семестра, с домашними заданиями и выпускными проектами. Каждый год на первое занятие приходило до 80 человек, до выпуска доживали не более 12. Зато каких! Каждый природный лидер, с внутренним творческим огнем. Выпускники школы не просто мечтали о творчестве, они были готовы серьезно и азартно вкладываться в проект.

Характерно, что позже, когда в Минске начали появляться софтверные фирмы с высокими зарплатами, только пара ребят из первой группы проекта ИМ попробовали себя в унылом аутсорсинге.

## **2. Изобретающая Машина**

### *2.1. НИЛИМ - Научно-исследовательская лаборатория изобретающих машин. ТРИЗ как база ИМ*

В 1987 году в МРТИ удалось открыть Лабораторию интеллектуальных систем, в штат которой вошли выпускники школы. Энтузиазм был очень силен, но бюрократия тоже была не слабой, съедала большую часть времени завлаба.

Решили создать кооператив. Фирма Научно-исследовательская лаборатория изобретающих машин была зарегистрирована 12 апреля 1989 года. Лозунг фирмы был “высокое качество и новейшие технологии”. Приобрели лицензию на язык ПРОЛОГ у Британской фирмы LPA, в счет будущей поставки софта получили импортные персоналки

от Минского завода шестерен. Сняли офис в отличном месте, рядом с кафе, в котором готовили крепкий кофе в песке. С этого момента разработки пошли в высоком темпе.

Атмосфера на фирме была дружественной и невероятно творческой. Дважды в год проводили выставки и семинары для пользователей с публикацией докладов. Каждый сотрудник курировал четыре фирмы, купившие систему ИМ, и периодически обзванивал пользователей, получая ценную обратную связь из первых рук. К слову сказать, опыт фирмы НИЛИМ пригодился при создании Ассоциации ТРИЗ в Петрозаводске.

Изобретающая Машина на базе методов ТРИЗ [2] не являлась автоматическим синтезатором идей, она оказывала интеллектуальную поддержку изобретателей, и с точки зрения искусственного интеллекта была шагом назад в сравнении с системой Пульсар, зато она была интересна гораздо большему числу пользователей, особенно при обучении методам ТРИЗ и логике функционально-стоимостного анализа.

## *2.2. Практика применения ИМ*

Создание фирмы Invention Machine Corporation в Бостоне 7 апреля 1992 г. позволило привлечь капитал от Моторолы, Интела, венчурных фондов и развернуть обучение и консультации для крупных технических фирм (Моторола, Кодак, Ксерокс, Интел, Проктер и Гэмбл, Дженерал Электрик, НАСА, БМВ, Феррари, Митсубиши, Хонда, Юнилевер и др).

ТекОптимайзер был хорош при обучении, но число активных пользователей росло медленно.

При решении реальных задач инженеры быстро замечали ограниченность ТРИЗовской базы знаний и просто теряли интерес. Более того, даже реально удачные рекомендации системы часто отвергались инженерами без попыток применения рекомендованного приема или эффекта из-за барьера между слишком абстрактных рекомендаций системы и конкретной моделью проблемы в голове пользователя.

Для расширения возможностей системы были запущены два проекта: причинно-следственный синтезатор цепочек эффектов и семантический процессор для поиска нужных знаний в интернете. Оба проекта потребовали больших капиталов и усилий.

## *2.2. Синтезатор цепочек эффектов*

Прямой логический вывод (от фактов к цели) и обратный (от цели к фактам) составляют ядро творческого мышления. Почему бы не добавить оба типа вывода в базу научных эффектов, чтобы инженеры могли более активно применять новую систему? Это был шаг в сторону расширения пространства возможных решений, и мы рассчитывали на серьезное увеличение числа активных пользователей. Реалии оказались несколько иными. Система генерировала интересные цепочки эффектов, но барьер непонимания оставался, более того, он усилился, так как вместо одного эффекта нужно было делать анализ сразу нескольких.

Лично наблюдал случаи, когда Изобретающая Машина выдавала очень перспективную составную концепцию, но пользователь даже не пытался ее изучить. Три незнакомых эффекта сразу - инженеры отказывались делать анализ таких концепций. Данная проблема натолкнула на мысль, что как бы ни было это сложно, надо синтезировать идеи не в виде эффектов или приемов, а в виде графических образов технических систем. То есть надо программировать реального ИИ-изобретателя, который не подсказывает, а сам изобретает и рисует изобретение на экране. Эта идея позже легла в основу проекта True Machina.

### *2.3. Семантический процессор*

Применение системы ИМ для решения практических задач на ведущих технических фирмах в США, Западной Европе и Азии привело к пониманию того, что правильная формулировка изобретательской задачи в виде технической функции должна сопровождаться немедленной подкачкой нужных источников знаний не только из базы знаний ИМ, но и из интернета, где можно увидеть реализацию данной функции и по аналогии найти решение.

Допустим, в процессе анализа задачи была выявлена важная техническая функция *увеличить прочность лопаток турбины*. Неплохо бы иметь доступ к результатам новейших исследований в этой области, причем не в виде бесконечного списка веб-сайтов, а в формате коротких причинно-следственных связей типа *хаотическая структура увеличивает прочность лопаток*. Нам удалось построить мощный и точный майнер знаний на основе глубокой семантики [3].

Как это иногда бывает в разработке софта, семантический модуль из вспомогательного средства стал главным продуктом фирмы ИМКорп. Семантическая сеть не просто отражает структуру знаний, в ней заложены элементы рассуждений, логические выводы на знаниях.

Семантический процессор стал весьма популярным среди клиентов ИМКорп; мы также попытались найти инвестиции для запуска семантического поискового движка, но в экономике началась рецессия, инвесторы серьезно вкладываться не хотели. Более того, обвал акций на биржах привел к отмене запланированного выхода фирмы на NASDAQ.

### *2.4. Главные выводы из опыта внедрения системы ИМ*

Интеллектуальные системы поддержки решения изобретательских задач на базе ФСА-ТРИЗ очень полезны при обучении ТРИЗ и ФСА, в то же время при решении практических задач системами пользуется небольшой круг энтузиастов. Частично из-за сложности теории и не гарантированного результата.

Семантический модуль расширил число пользователей, но влияние на генерацию идей проходило косвенно, творческая работа смещалась в сторону анализа текстов статей и патентов. Заметное увеличение числа активных пользователей возможно при выполнении двух условий: резкого уменьшения сложности логики и базы знаний, максимального

уменьшения барьера от подсказки к идее решения, непрерывного обновления базы знаний проблем, научных эффектов, новых материалов, техпроцессов.

### **3. True Machina как истинный ИИ-изобретатель**

Концепция проекта True Machina сильно отличается от философии ИМ на базе ТРИЗ. Система ИМ опирается на логику ФСА и базу знаний ТРИЗ, которые были созданы для людей, поэтому новые идеи появляются в голове человека-пользователя.

Главная концепция нового проекта состоит в том, что вместо генерации подсказок, помогающих человеку решать задачи, компьютер сам генерирует новые решения в виде изобретений, с картинками, описанием, названием и номером изобретения. Отличие принципиальное: если раньше идея изобретения приходила в голову пользователя программы, то теперь идея генерируется в памяти компьютера, пользователь видит не подсказку, а серию новых технических решений на экране.

Интеллектуальная система изобретает сама, а не только помогает изобретать человеку. Искусственный интеллект начинает играть роль партнера: человек генерирует идеи и True Machina генерирует идеи. Оба участника творческого процесса умеют создавать идеи изобретений, но они делают это по-разному. В этом сила партнерства между человеком и True Machina.

Функциональность системы True Machina [4]:

- Синтез изобретений в виде графики и текста; источник знаний - новейшие научные публикации;
- Режим Generative Inventions: новые изобретения генерируются мгновенно после появления в базе знаний нового эффекта, материала или проблемы;
- Сравнение созданных изобретений по главному количественному параметру и по группе качественных показателей;
- Непрерывное пополнение базы знаний;
- Кастомизация под проблемы крупных фирм-пользователей.

#### *3.1. Творческий диалог человек-машина. Где силен ИИ*

Компьютер способен хранить гигантские объемы информации, быстро ее обрабатывать и выдавать в визуальном виде. Сегодня он способен также к обучению и может рассуждать, делать выводы на знаниях, что принципиально важно для творчества.

Учитывая возможности сегодняшних компьютеров и систем ИИ мы ставим следующую задачу. Программируется ядро системы, которое может семантически сводить постоянно пополняемую базу научных знаний и результатов экспериментальных исследований с иерархическим списком технических проблем или функций.

Итак, есть две постоянно пополняемые базы знаний. Получив на вход очень краткое описание результатов нового исследования система мгновенно проводит поиск по всем техническим проблемам, пытаясь обнаружить те проблемы, которые могут быть решены с использованием нового научного результата. Найдя подходящие проблемы, система ТМ

генерирует новые изобретения в виде синтезированного рисунка, краткого описания и названия, То есть генерируется описание нового изобретения. Фактически происходит автоматический перевод научных знаний в технологические инновации.

Мы назвали этот процесс Generative Inventions. На русском термина пока нет. Суть данного подхода в том, что концептуальное решение технической задачи генерируется не тогда, когда инженер ее поставит, а в тот момент, когда появились научные знания для ее решения. Этим очень сильно сокращается время от научного открытия до технического изобретения.

Технологию, используемую в проекте, мы называем *комбинаторной семантикой*. Комбинаторика позволяет прогенерировать все возможные изобретения из нового эффекта или материала для текущей конфигурации дерева технических функций. Семантика отвечает за причинно-следственные логические выводы, то есть непосредственно за творческий процесс. Фактически мы возвращаемся к архитектуре системы Пульсар, но с добавкой семантики, что намного увеличивает интеллектуальную мощность системы.

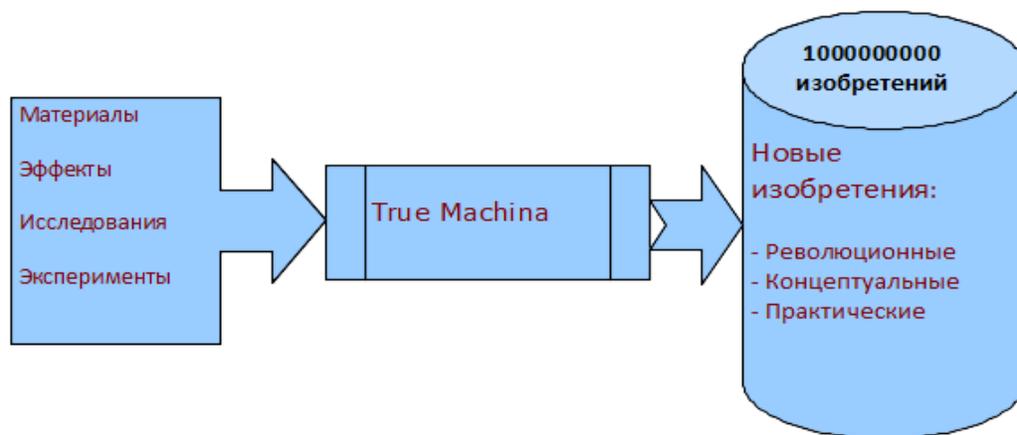


Рис. 1. True Machina автоматически генерирует новые изобретения из научных и экспериментальных знаний

### 3.2. Миллиард изобретений

Мы строим ядро системы True Machina таким образом, чтобы была возможность автоматической генерации более миллиарда изобретений, что почти на два порядка больше числа созданных в мире патентов. Такая цель может быть достигнута за несколько лет при наличии финансовых и стратегических партнеров.

Появление в интернете базы из миллиарда изобретений несомненно породит большой интерес в среде инженеров, консультантов и патентных юристов. База будет обновляться

непрерывно путем автоматической генерации новых изобретений сразу же после публикации результатов перспективного научного исследования. Таким образом, True Machina будет мгновенно преобразовывать научные результаты в технические инновации. Есть шанс, что True Machina станет доминирующим изобретателем.

## 4. Заключение

Интеллектуальные системы проекта Изобретающая Машина помогают решать изобретательские задачи по всему миру. Сотрудниками фирм НИЛИМ (Минск, Петербург), ИМКорп, НИЛИТИС, Метод, НаучСофт фактически был создан новый класс программного обеспечения - интеллектуальные системы поддержки технических инноваций.

Следующая цель - построение системы искусственного интеллекта, которая способна непрерывно генерировать новые изобретения и их тексто-графические описания, выступая в качестве равноправного творческого партнера инженера, исследователя, изобретателя.

## Список литературы

1. Цуриков В. “Разработка быстрых ранговых обнаружителей сигналов в сложных условиях связи”. Диссертация на соискание степени кандидата физико-математических наук. 1983.
2. Альтшуллер Г. “Творчество как точная наука”. Советское радио, 1979.
3. Tsourikov V. , Batchilo L., Sovpel I. “Document semantic analysis/selection with knowledge creativity capability utilizing subject-action-object (SAO) structures”. United States Patent # 6,167,370. Issued December 26, 2000.
4. V.Tsourikov. “Generative inventions”. TRIZfest, Conference Proceedings. September 14-16, 2017, Kraków, Poland, 178-184.

## Автор для контакта

Валерий Цуриков [val@truemachina.com](mailto:val@truemachina.com)

-----  
Изобретающая Машина является торговой маркой фирмы Invention Machine Corp.  
True Machina является торговой маркой фирмы Предизо.