

Интеллектуальное программное обеспечение в системе TQM для анализа и синтеза коммерчески перспективных креативных приложений аэрокосмических технологий

А.В. Андрейчиков,

д-р технич. наук, проф., профессор кафедры «Менеджмент качества», Московский государственный университет путей сообщения (127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, строение 9; e-mail: Andreichikov@mail.ru)

О.Н. Андрейчикова,

д-р технич. наук, проф., главный ведущий сотрудник, Центральный экономико-математический институт РАН (117418, Москва, Нахимовский проспект, 47; e-mail: alexandrol@mail.ru)

А.А. Зудинов,

магистр, Московский государственный университет путей сообщения (127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, строение 9; e-mail: Anna.merzlova@yandex.ru)

Д.А. Моргунова,

магистр, Московский государственный университет путей сообщения (127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, строение 9; e-mail: Huraj4@mail.com)

М.Ю. Перова,

магистр, Московский государственный университет путей сообщения (127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, строение 9; e-mail: Just_smile-90@mail.ru)

А.Н. Хрипкова,

магистр, Московский государственный университет путей сообщения (127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, строение 9; e-mail: Just_smile-90@mail.ru)

Аннотация. В статье рассмотрен подход интеллектуализации творческих процедур в рамках алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ). Приведена технология решения изобретательских задач, являющаяся составной частью системы всеобщего управления качеством (TQM). Технология предназначена для решения задач анализа и синтеза коммерчески перспективных приложений аэрокосмических технологий.

Abstract. The article describes the approach of intellectualization of the creative procedures of the algorithm of inventive problem solving (ARIZ). The technology of inventive problem solving, which is an integral part of the system of total quality management (TQM). The technology is designed for solving tasks of analysis and synthesis of commercially promising applications of aerospace technology.

Ключевые слова: экономика, основанная на знаниях, интеллектуальное программное обеспечение, анализ, синтез, аэрокосмические компании, всеобщее управление качеством.

Keywords: the economy is knowledge-based, intelligent software, analysis, synthesis, aerospace company, total quality management.

Решение изобретательских задач в соответствии с АРИЗ

Работа посвящена разработке и практическому использованию интеллектуальной системы для поддержки творческих этапов изобретательства. Рассмотрены подходы по формализации двух творческих процедур изобретательства – процедуры преодоления (разрешения) технических и физических противоречий, возникающих в процессе совершенствования технических систем, процедуры генерирования новых идей и их технических реализаций. Эти творческие процедуры являются элементами алгорит-

ма решения изобретательских задач (АРИЗ) [1,2] и в определенной мере являлись объектами формализации при разработке проекта «Изобретающая машина» [3-7]. Анализ последней работы явился толчком для последующего развития интеллектуальной составляющей в программном обеспечении [3,4] Развитый в настоящей работе подход направлен на создание предметноориентированных баз знаний и данных ориентированных специалистов сложных наукоемких предметных областей. Ниже приведены основные этапы решения изобретательских задач в соответствии с АРИЗ-71[2], из которых видно место

приложения разработанного интеллектуального программного обеспечения.

Алгоритм решения изобретательских задач включает пять шагов:

Шаг 1. Выбор задачи.

Основное назначение – формулировка цели и выбор задачи,

Шаг 2. Уточнение условий задачи.

На этом шаге изучаются известные технические решения,

Шаг 3. Анализ задачи (аналитическая стадия).

Этот этап начинается с определения идеального конечного результата.

Шаг 4. Предварительная оценка найденной идеи.

Здесь производится анализ положительных и отрицательных качеств найденной идеи решения

Шаг 5. Оперативная стадия.

На этой стадии осуществляется эвристический поиск идеи решения задачи с помощью эвристических методов.

Шаг 6. Синтетическая стадия.

Осуществляется проверка возможных изменений в надсистеме в связи с применением полученного решения.

Интеллектуализация процедуры устранения технических противоречий при решении изобретательских задач.

В процессе совершенствования техники, изобретатели выявляют и устраняют технические противоречия. Техническое противоречие это ситуация, когда при попытке улучшить одну характеристику или показатель качества технического объекта недопустимо ухудшается другая его характеристика или показатель. Между этими показателями существует обратно пропорциональное соотношение, которое и называется техническим противоречием.

Г.С. Альтшуллер выдвинул гипотезу [1], о том, что несмотря на бесчисленное множество изобретательских задач, содержащиеся в них технические противоречия часто повторяются, то есть существуют типовые противоречия и следовательно типичные приемы их устранения. Статистическое исследование более сорока тысяч изобретений позволило обнаружить четыре десятка наиболее эффективных эвристических приемов устранения технических противоречий [1, 2]. Их использование (порознь или в разных сочетаниях) лежит в основе многих изобретений. Типичные проблемы систематизированы в матрице устранения технических противоречий.

Необходимость интеллектуализации процедуры устранения технических противоречий

определяется рядом существенных недостатков присущих описанному выше подходу по активизации изобретательской деятельности. Ниже приведены наиболее существенные недостатки.

Перечень типовых приемов является лишь основой, которую изобретателю необходимо самостоятельно пополнять по новым техническим и патентным публикациям, формируя индивидуальный предметно-ориентированный изобретательский инструментарий, включающий развивающуюся базу знаний, как по специализированным эвристическим приемам, так и по решенным изобретательским задачам с их иллюстрациями в виде запатентованных изобретений и полезных моделей.

Эвристическая сила приемов по разделению одних и тех же технических противоречий в различных предметных областях тоже разная. Поэтому по каждому разрешаемому техническому противоречию необходимо накапливать статистику по эффективности «срабатывания» того или иного эвристического приема с целью их ранжирования по эффективности с предоставлением этой информации изобретателю при решении очередных творческих задач.

База знаний эвристических правил устранения технических противоречий.

База знаний для разрешения типовых технических противоречий разработана на основе производственной модели представления знаний.

Для типовой матрицы устранения технических противоречий сформирована база знаний, включающая 1482 производственных правил следующего вида:

Если {изменяемый параметр A_i } и {недопустимо ухудшаемый параметр A_j } то {эвристическое правило i , эвристическое правило j , ..., эвристическое правило n }

Данная база знаний позволяет давать рекомендации изобретателю для устранения 1482 технических противоречий, которые базируются в результате парного сочетания не пересекающихся между собой 39 улучшаемых и 39 недопустимо ухудшаемых параметров из типовой матрицы. В отличие от исходной типовой матрицы, в которой отсутствовали указания на эвристические приемы по 237 техническим противоречиям, в разработанной базе знаний этот пробел устранен за счет проведенного авторами собственного исследования по идентификации типовых приемов этим противоречиям. Исследование проводилось с использованием патентных баз данных изобретений зарегистрированных за последние 20 лет. Было проанализировано более 10000 патентов, причем 3000 из них были

отобраны таким образом, чтобы в них использовались различные физические эффекты.

В интеллектуальной системе каждое эвристическое правило связано с множеством примеров по его использованию в технике.

База знаний стандартов.

Второй модуль интеллектуальной системы обеспечивает компьютерную поддержку процедур вепольного анализа, который принят в теории решения изобретательских задач [6] в качестве способа моделирования процесса эволюции структуры объекта, показывающего физическую сущность этого процесса. Операции вепольного анализа над структурой объекта связаны в систему стандартов, которые позволяют преодолевать как технические так и физические противоречия в развивающихся технических способах и объектах, реализующих эти способы.

Изобретатель при использовании метода вепольного анализа отыскивает в базе данных стандартные правила синтеза и преобразования совершенствуемой технической системы и решает собственную изобретательскую задачу, используя эти правила и технические аналогии способов и устройств, предоставляемые ему в качестве описаний изобретений.

Компьютерная поддержка методов фокальных объектов и ассоциаций.

Методы фокальных объектов и гирлянд случайных ассоциаций предполагают активизацию в первую очередь ассоциативного мышления человека.

Метод фокальных объектов состоит в перенесении признаков случайно выбранных объектов на совершенствуемый объект, который лежит как бы в фокусе переноса и поэтому называется фокальным. В результате возникает ряд неожиданных вариантов решения. Этот метод дает хорошие результаты при поиске новых модификаций известных систем.

Метод фокальных объектов включает следующие процедуры:

1. Определение фокуса ключевого слова (выражения), которое содержит сущность проблемы.

2. Выбор случайных имен существительных.

3. Определение признаков имен существительных в виде имен прилагательных

4. Связывание прилагательных из п.3 с фокусом из п.1 и поиск по аналогии ассоциативных решений конкретной проблемы

5. Оценка полученных решений с точки зрения новизны и возможности реализации.

В основе метода гирлянд случайных ассоциаций лежат такие понятия, как ассоциация и метафора

При создании технических систем используется два способа генерирования метафор:

Получение случайных метафор: определяется ключевое слово (слова) – фокус проблемы; выбирается случайный объект – луч; фокус и луч связываются в метафору с помощью либо связующего тире, либо связующего предлога, либо глагола, в качестве случайного объекта можно выбирать прилагательное (глагол), которое является случайным и присущим живой природе;

Направленное получение метафор: дефинируется сущность объекта – фокус, при этом рекомендуется более общее дефинирование фокуса; уточняются некоторые объекты (лучи) из класса фокуса; используется способ случайного получения метафор.

Выводы.

Разработано интеллектуальное программное обеспечение, заполненное базами знаний и конструкторскими банками данных по изобретениям, позволяющее обострить интуицию и активизировать творческий процесс изобретения новых технических решений на стадиях преодоления технических и физических противоречий и генерирования новых идей, их конструкторских реализаций.

База знаний интеллектуальной системы включает типовую и предметноориентированную части. Типовая часть построена на основе продукционной модели представления знаний, в основу которой положена матрица устранения технических противоречий с использованием типовых эвристических правил, предложенных Г.С. Альтшулером. Предметноориентированная часть базы знаний аналогична типовой, но в ее основу заложены знания о технических противоречиях и эвристических правилах выявленных инженерами по знаниям в результате совместной работы с изобретателями конкретных предметных областей. В частности такая предметноориентированная база знаний сформирована для виброзащитных технологий широкого функционального назначения.

С целью повышения эффективности изобретательской процедуры по устранению физических противоречий в совершенствуемых технических объектах в интеллектуальной системе реализована база знаний стандартных вепольей.

Для активизации творческого процесса все эвристические правила и вепольные стан-

дарты проиллюстрированы конкретными патентами на изобретения, хранятся в специальной базе данных и представляются пользователю для просмотра на экране компьютера.

Процедура генерации гирлянд ассоциаций реализована в системе на основе алгоритма генерирования случайных чисел и электронных словарей «Тезауруса научно-технических терминов», «Словаря синонимов».

Разработанный комплекс интеллектуального программного обеспечения используется в системе всеобщего управления качеством (TQM) и показал свою полезность и эффективность при решении изобретательских задач при синтезе креативных приложений аэрокосмических технологий [8-22].

***Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ, проект № 16-02-00743 «Многокритериальный анализ и прогнозирование технико-экономического состояния и тенденций развития ведущих мировых аэрокосмических компаний»**

Библиографический список:

1. Альтшулер Г.С. Алгоритм изобретения.—М.: Московский рабочий, 1973.
2. Альтшулер Г.С. Творчество как точная наука.—М.: Советское радио, 1979.
3. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Компьютерная поддержка изобретательства. — М.: Машиностроение, 1998.
4. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике: Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012.
5. Ревенков А.В., Резчикова Е.В. Теория и практика решения технических задач// Учебное пособие. — М.: Форум, 2009.
6. Селюцкий А.Б. Нить в лабиринте. — Петрозаводск: Карелия, 1988.
7. Цуриков В.М. Проект «Изобретающая машина» - интеллектуальная среда поддержки инженерной деятельности// ТРИЗ. 1991. №2.1.
8. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н., Табунов Е.В., Фирсов Ю.А., Лелянова С.В., Перова М.Ю. Модели принятия управленческих решений по формированию структур государственно-частного партнерства в аэрокосмической отрасли. // «Экономика и предпринимательство» № 6 (71) 2016 (Vol. 10 Nom. 6), с.79 — 86.
9. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н., Козырев А.Н., Фирсов Ю.А., Колесник В.С. Подход к принятию управленческих решений о способах охраны изобретений. // «Экономика и предпринимательство» № 6 (71) 2016 (Vol. 10 Nom. 6), с.100 — 105.
10. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н., Фирсов Ю.А., Тевелева О.В., Колесник В.С. Комплексная оценка деятельности аэрокосмических компаний на корпоративном уровне с применением методов анализа иерархий и сетей. // «Экономика и предпринимательство» № 6 (71) 2016 (Vol. 10 Nom. 6), с.501 — 508.
11. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н., Фирсов Ю.А., Павлов А.А., Костина Т.А. Модель нечеткого логического вывода для анализа и прогнозирования технико-экономического состояния и тенденций развития аэрокосмических компаний. // «Экономика и предпринимательство» № 6 (71) 2016 (Vol. 10 Nom. 6), с.525 — 529.
12. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н., Табунов Е.В., Фирсов Ю.А., Тевелева О.В., Моргаунова Д.А. Учет интеллектуальных ресурсов при принятии решений о слиянии компаний аэрокосмической отрасли с применением линейного программирования и метода анализа иерархий. // «Экономика и предпринимательство» № 7 (72) 2016 (Vol. 10 Nom. 7), с. 253 — 259.
13. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н., Табунов Е.В., Фирсов Ю.А., Зудинов А.А., Мерзлова А.В. Прогнозирование перспективности объектов интеллектуальной собственности в виде патентов на изобретения для промышленного производства и коммерческой реализации. // «Экономика и предпринимательство» № 7 (72) 2016 (Vol. 10 Nom. 7), с. 285 — 289.
14. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н., Фирсов Ю.А., Бортник О.А., Милкова М. А. Оценка риска экономической безопасности аэрокосмических компаний методом аналитических сетей. // «Экономика и предпринимательство» № 7 (72) 2016 (Vol. 10 Nom. 7), с. 350 — 359.
15. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н., Табунов Е.В., Фирсов Ю.А., Хафизова А.Ф., Хрипкова А.Н. Системный подход к выбору формы интеграции высокотехнологичных компаний аэрокосмической отрасли. // «Экономика и предпринимательство» № 7 (72) 2016 (Vol. 10 Nom. 7), с. 383 — 387.
16. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Патентный ландшафт спутниковой навигации. // Электрон. журн. «Cloud of Science», 2016, том 3, № 3, с. 327 — 366.
17. Андрейчикова О.Н., Козырев А.Н. Патентная активность и экономическое лидерство. // Электрон. журн. «Cloud of Science», 2016, том 3, № 2, с. 262 — 287.
18. Милкова М.А., Андрейчикова О.Н. Применение метода аналитических сетей для сравнительной оценки молодых компаний-стартапов. // «Экономика и предпринимательство», 2016, № 3 (68), с. 785-792.
19. Milkova M., Andreichikova O. Software Announcement: Multichoice as New Software for Decision Making with Analytic Network Process. // International Journal of the Analytic Hierarchy Process, vol. 8, issue 2, 2016, pp. 388-400
20. Андрейчикова О.Н., Козырев А.Н. Патентный ландшафт фармацевтической отрасли. // Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность. Спец. выпуск «Патентные ландшафты», 2016, с. 107-118.
21. Милкова М.А., Андрейчикова О.Н. Multichoice. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016616698, 17.06.2016.
22. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. — М. Книжный дом «Либроком», 2009.