

УДК 004.896

ПОСТРОЕНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ДЛЯ ПОИСКА НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Кушнир А.Ю., Андрюхин А.И.

*Донецкий национальный технический университет г. Донецк
кафедра прикладной математики и информатики
E-mail: artem.kushnir@hotmail.com*

Аннотация

Кушнир А.Ю., Андрюхин А.И. Построение базы знаний физико-технических эффектов для поиска новых технических решений. Определены цели методов поиска новых технических решений. Рассмотрены основные понятия инженерного творчества. Рассмотрены закономерности иерархической последовательности задач выбора проектно-конструкторских решений. Поставлена задача разработки технологии генерации физических принципов действия проектно-конструкторских решений, по задаваемой потребности. Описан принцип работы подсистемы заполнения базы данных физико-технических эффектов.

Общая постановка проблемы

Современная научно-техническая революция, характерной чертой которой является бурное развитие науки, техники и производства, вошла в противоречие со старым, ненадежным, малопродуктивным способом мышления. Человечество пытается преодолеть это противоречие путем создания специальных научных методов активизации и рациональной организации инженерного творчества. Это стремление повысить эффективность творческого труда инженера породило ряд приемов, методов и методик, позволяющих в той или иной степени активизировать мышление, развивать и реализовать творческие способности человека.

Цель методов активации поиска новых технических решений состоит в том, чтобы сделать процесс генерирования идей интенсивнее, повысить «концентрацию» оригинальных идей, в общем их потоке. Для этого в методах применяют специальные механизмы повышения эффективности творческого процесса.[1]

На современном уровне развития техники известно множество физических законов и возможностей их использования. Комбинируя их между собой, можно получить множество различных решений, в том числе представляющих практический интерес.

Учитывая огромное число комбинаций, можно утверждать, что автоматизация процесса поиска, перебора и фильтрации возможных вариантов значительно ускорит процесс получения новых решений.[2]

Фонд технических решений можно рассматривать как фонд конкретных примеров, иллюстрацию применения физических эффектов и явлений, которые сами по себе до такой степени универсальны, выражают научную идею в настолько общей технической форме, что становится возможным их непосредственное использование в новых технических задачах, прямое включение в новые технические решения без предварительного обобщения.

В изобретательской практике хорошо зарекомендовали себя фонды предприятий и личные фонды технических решений, картотеки патентов, научно-технических статей и монографий. Систематическое пополнение личного фонда – эффективный путь творческого потенциала и квалификации инженера.

Технический объект (ТО) – это созданное человеком или автоматом реально существующее (существовавшее) устройство, предназначенное для удовлетворения

определенной потребности. К ТО можно отнести отдельные машины, аппараты, приборы, ручные орудия труда, одежду, здания, сооружения и подобные устройства, выполняющие определенную функцию (операцию) по преобразованию объектов живой и неживой природы, энергии или информационных сигналов. К ТО также относится любой из элементов (агрегат, блок, узел, деталь), из которых состоят машины, аппараты, приборы и так далее. Это может быть технологическая линия, завод, цех и так далее.[1]

Каждый ТО может быть представлен описаниями, имеющими иерархическую соподчиненность. Описания имеют следующие свойства:

а) каждое последующее описание является более детальным и более полно характеризует ТО по сравнению с предыдущим;

б) каждое последующее описание включает в себя предыдущее.

Такие свойства имеют описания:

а) потребность или функция ТО;

б) техническая функция (ТФ);

в) функциональная структура (ФС);

г) физический принцип действия (ФПД);

д) техническое решение (ТР);

е) проект.

Потребность - общепринятое и краткое описание на естественном языке назначения ТО или цели его создания. Описание отвечает на вопрос: "Что желательно иметь, при каких условиях и ограничениях?".

Может быть представлена в виде трех компонент: $P=(D,G,H)$, где

D - действие ТО приводящее к результату,

G - объект, на который направлено действие,

H - условия и ограничения.

Техническая функция – это совокупность потребности, которую удовлетворяет ТО и физической операции (физической превращение, преобразование), с помощью которой реализуется потребность. Таким образом, $F=(P,Q)$, где P – потребность, Q - физическая операция.

Описание физической операции (ФО) формализовано состоит из трех компонент: A и C – входной и выходной потоки вещества, энергии или сигналов, E – наименование операции Коллера по превращению A в C. Таким образом, $Q=(A,E,C)$.

Подавляющее большинство ТО состоит из нескольких элементов и могут быть естественным образом разделены на части. Каждый элемент как самостоятельный ТО выполняет определенную функцию и реализует определенную физическую операцию. То есть между элементами имеют место два вида связей и соответственно два вида их структурной организации.

Первый вид структурной организации выражает, какие функциональные связи между собой имеют элементы. Он называется конструктивной функциональной структурой. Конструктивная функциональная структура (ФС) - ориентированный граф, вершины которого - наименования элементов, а ребра - функции элементов.

Кроме функциональных связей, между элементами ТО имеются еще потоковые связи, то есть элементы, реализуя определенные физические операции, образуют поток преобразуемых или превращаемых веществ, энергии, сигналов или других факторов. Такие связи образуют потоковую функциональную структуру – ориентированный граф, дуги которого входные и выходные потоки вещества.

Потоковая функциональная структура имеет две разновидности.

Конкретизированная потоковая функциональная структура имеет наименования элементов в вершинах графа.

Абстрагированная потоковая функциональная структура имеет наименования операций Коллера в своих вершинах. Ее также называют структура физических операций.

Под физико-техническими эффектами (ФТЭ) будем понимать различные приложения физических законов, закономерностей и следствий из них, физические эффекты и явления, которые могут быть использованы в технических устройствах. Обобщенное качественное описание ФТЭ состоит из трех компонент: А – входной поток вещества, энергии или сигналов; С – выходной поток, В – физический объект обеспечивающий преобразование А в С. Схематично это можно представить (А->В->С).

Физический принцип действия (ФПД) - ориентированный граф, вершины которого – наименования физических объектов В, ребра - входные (А) и выходные (С) потоки вещества. Описание ФПД, как правило, содержит изображение принципиальной схемы ТО, в которой в упрощено-идеализированной форме показаны основные конструктивные элементы, обеспечивающие реализацию ФПД, и указаны направления потоков и основные физические величины, характеризующие используемые физико-технические эффекты.

Техническое решение (ТР) представляет собой конструктивное оформление ФПД или ФС. ТР конкретного ТО, как правило описывается в виде двухуровневой структуры через характерные признаки ТО в целом и его элементов.

При разработке любого ТО, когда ставится цель получить изделие выше уровня лучших мировых образцов, конструктору предстоит решить иерархическую последовательность задач выбора проектно-конструкторских решений. Эта последовательность имеет полное соответствие с иерархией ТО:

- 1) составление или уточнение описания потребности;
- 2) выбор физических операций;
- 3) выбор функциональной структуры;
- 4) выбор физического принципа действия;
- 5) выбор технического решения;
- 6) выбор параметров ТО и его элементов.

Хотя все типы задач можно отнести к творческим инженерным задачам, однако наиболее ярко выраженную принадлежность к таковым имеют задачи 3-5. Выделенные типы задач и последовательность их решения имеют определенную идеализацию и условность, поскольку на практике проектирование и конструирование идут итерационно с многочисленными возвратами, а решение смежных задач часто совмещается.

С повышением уровня задачи (от типа 6 до типа 1) ее успешное решение дает больший экономический эффект, вызывая более заметный технический прогресс в данной области и обеспечивает разработку изделий с большим сроком морального старения. Так, например, решение задачи 6 обычно улучшает интересующие технико-экономические показатели изделий на 10-15%, решение задачи 5 – на 20-30%, задачи 4 – на 30-50%.

На фоне такой относительной значимости задач типов 1-6 представляются весьма парадоксальными следующие 2 факта:

1) Несмотря на происходящую научно-техническую революцию, в высшей технической школе, как и 100 лет назад, будущим инженерам дают теоретические знания и прививают навыки в основном только для решения задач типа 6.

2) Если сравнивать различные уровни описания ТО, то можно отметить, что существуют многочисленные стандарты, инструкции и методические материалы по описанию технических и рабочих проектов. Однако для описания потребностей, ТФ, ФС, ФПД не существует инструктивной и методической литературы. Это в свою очередь затрудняет разработку методов постановки и решения задач типов 1-4.[1]

Постановка задач исследования

Целью исследования является разработка технологии генерации физических принципов действия проектно-конструкторских решений, которые удовлетворяют задаваемой потребности.

Поиск физических принципов действия технических объектов и технологий – одни из самых высоких уровней инженерного творчества, позволяющий получать принципиально новые решения, включая и пионерные. Однако разработка ФПД – это и наиболее сложная задача инженерного творчества, поскольку требуется варьировать и оценивать не только конструктивные признаки, обычно хорошо обозримые и логически связанные друг с другом. Здесь приходится абстрагироваться на уровне физико-технических эффектов, не всегда очевидных и достаточно глубоко познанных. В отличие от новых комбинаций конструктивных признаков мысленно представить и оценить новые комбинации ФТЭ значительно труднее.

Физический принцип действия можно рассматривать как совокупность физико-технических эффектов, связанных между собой. Поэтому для генерации ФПД необходимо иметь базу знаний, содержащую информацию о физико-технических эффектах. База знаний ФТЭ на физическом уровне является базой данных имеющей определенную структуру.

Сейчас обнаружено и исследовано несколько тысяч физико-технических эффектов. Они описаны в текстовом виде. Поэтому необходимо разработать алгоритм, который будет извлекать из текстового описания ФТЭ информацию (знания) о нем для занесения в базу данных ФТЭ.

Необходимо разработать метод и формат, с помощью которого будет задаваться потребность.

Необходимо разработать алгоритм, который будет производить поиск в базе данных цепочек ФТЭ, которые могут образовать ФПД, в соответствии с которым потенциально можно построить технических объект, удовлетворяющий заданную потребность. В основу этого алгоритма предполагается положить метод морфологического анализа.

Также возможна разработка модуля фильтрации, обрабатывающего сгенерированное множество ФПД и отсеивающего принципы, которые очевидно лишены смысла.

Поставлены задачи:

- 1) Разработать структуру базы данных физико-технических эффектов.
- 2) Разработать алгоритм извлечения знаний об ФТЭ из текста и помещения их в базу данных ФТЭ.
- 3) Разработать способ задания потребности и алгоритм ее обработки.
- 4) Разработать алгоритм ассоциативного поиска ФТЭ по заданным критериям и генерации ФПД.

При работе с базами данных сейчас широко используется язык запросов SQL. Это язык задает удобный уровень абстракции при работе с данными. Он похож на естественный язык. Накоплено много знаний и опыта, связанных с использованием языка SQL. Разрабатываемые алгоритмы должны использовать SQL для взаимодействия с базами данных.

Решение задачи и результаты исследований

Для того, чтобы на основе существующих описаний физико-технических эффектов и реализованных устройств можно было генерировать цепочки аппаратных решений либо физических принципов действия, необходимо иметь базу знаний, содержащую информацию об этих эффектах (и устройствах). Во время работы системы в этой базе знаний будут выполняться, соответствующим образом построенные SQL-запросы. Результатом их выполнения будут цепочки устройств и ФТЭ, с помощью которых предположительно можно удовлетворить задаваемую потребность. База знаний представлена базой данных текущих аппаратных реализаций и физико-технических эффектов.

На текущий момент решены первые две из четырех поставленных задач. Программно реализован алгоритм заполнения базы данных текущих аппаратных реализаций и физико-технических эффектов.

На вход подсистемы заполнения БД поступают текстовые описания физико-технических эффектов или устройств. Для каждого текстового описания подсистема генерирует внутренне описание (образ) ФТЭ, которое помещаются в БД.

Для того, чтобы сгенерировать образ ФТЭ подсистема пользуется словарями терминов. Словарей несколько и пользователь может выбрать, какие словари использовать для поиска слов. Образ ФТЭ – это множество последовательностей логических флагов. В образе столько последовательностей, сколько словарей использовалось при генерации образа. Каждая последовательность однозначно отображается на соответствующий ей словарь, таким образом, в ней столько элементов, сколько слов в словаре. Каждый элемент последовательности однозначно отображается на слово из соответствующего словаря и равен 0, если данное слово не присутствовало во входном описании ФТЭ и 1, если слово присутствовало.

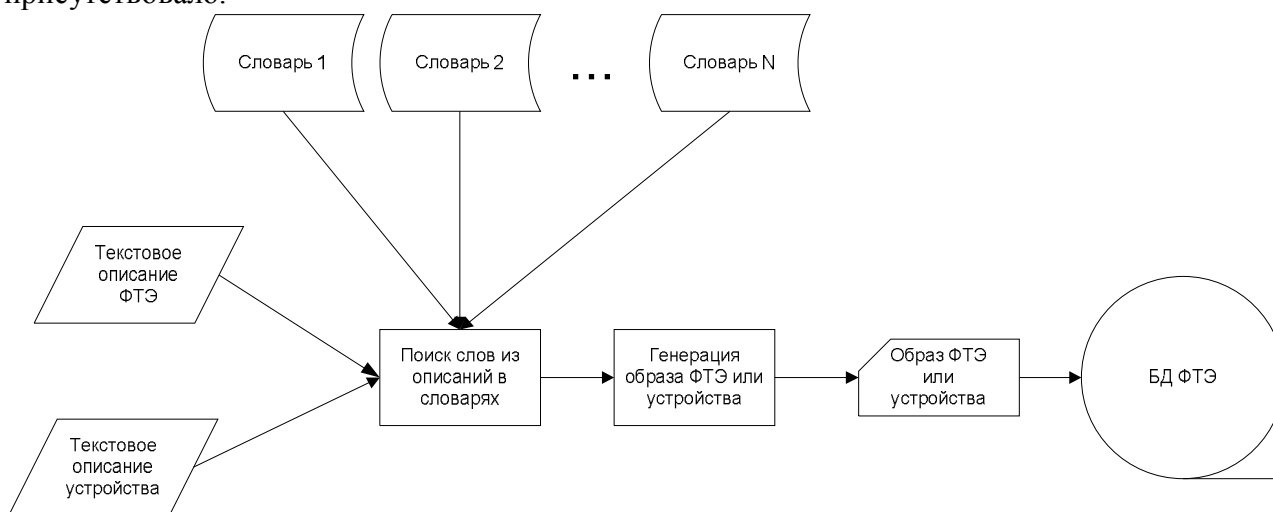


Рисунок 1 - Схема принципа работы подсистемы заполнения базы данных физико-технических эффектов и реализованных устройств

Выводы

Одним из решающих факторов научно-технического прогресса является трансформация научных знаний и результатов творческой деятельности в производственные процессы.

В ходе данной работы были изучены возможности создания системы генерации физических принципов действия проектно-конструкторских решений по задаваемой потребности, поставлены задачи, реализована подсистема заполнения базы знаний ФТЭ.

Список литературы

1. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
2. Черный А.А. Принципы инженерного творчества: Учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. - 43 с.: библиогр. 14 назв.
3. Гаврилова Т.А. Использование онтологий в системах управления знаниями // Труды международного конгресса «Искусственный интеллект в XXI веке», Дивноморское, Россия, М., Физматлит. 2001.