

Фреймовое представление интеллектуального технического агента человеко-машинного интерфейса для создания инновационных проектов

Е. Ю. Мерзлякова¹, В. Г. Сибиряков², С. Н. Реутов³, Ю. В. Елтышев⁴

¹ Сибирский гос. унив. телекоммуникаций и информатики (СибГУТИ)

² ООО «Ключевые технологии ТРИЗ»

³ Сибирский государственный университет водного транспорта (СГУВТ)

⁴ НТИ РГУ им. А. Н. Косыгина

Аннотация: Поддержка развития проектов на уровне изобретений, полученных путем разрешения технических противоречий в технических системах, ограничена разъединенными кластерами инженерного пространства и не имеет единства. Высокий уровень найденных технических решений, способных приблизить базовую техническую систему к идеальности, по каким-то причинам не получил информационной поддержки на стадии перехода от концептуального решения к использованию CAD-технологий. В результате проводимой авторами работы определены границы неформализованной области между кластерами и построена модель ее заполнения, задачей которой является восстановление дефицита данных, ответственных за выходные параметры технической системы. Предложен один из вариантов таких моделей предпроектных исследований в инженерном пространстве, отличающийся значительным сокращением количества параметров технической системы, ответственных за достижение выходных показателей и требований CALS-технологий. Предложена область реализации модели в рамках человеко-машинного интерфейса, использующего данные отличительных признаков и их параметров, распределенных в оперативной зоне технической системы с явно выраженным техническим противоречием.

Ключевые слова: CALS, CAD, ТРИЗ, изобретение, человеко-машинный интерфейс.

Для цитирования: Мерзлякова Е. Ю., Сибиряков В. Г., Реутов С. Н., Елтышев Ю. В. Фреймовое представление интеллектуального технического агента человеко-машинного интерфейса для создания инновационных проектов // Вестник СибГУТИ. 2023. Т. 17, № 1. С. 33–45. <https://doi.org/10.55648/1998-6920-2023-17-1-33-45>.



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0
License

© Мерзлякова Е. Ю., Сибиряков В. Г., Реутов
С. Н., Елтышев Ю. В., 2023

Статья поступила в редакцию 07.11.2022;
переработанный вариант – 28.12.2022;
принята к публикации 11.01.2023.

1. Введение

Сегодня одним из ключевых принципов развития России является достижение технологического и научного суверенитета страны. В связи с этим постепенно решаются поставленные в данном направлении задачи, но они ориентированы на крупных производителей, на концерны и корпорации. Для производителей на уровне малых предприятий остаются до-

ступными ранее известные отечественные программные средства для создания конструкторской документации и проведения минимальных аналитических исследований в рамках оптимизации. Такое ограниченное инженерное пространство не включает в себя инструменты для создания конкурентноспособных технических проектов на уровне изобретения. В таких условиях большая доля результативности инженерных решений зависит от человеческого фактора.

Для решения технических задач на уровне изобретений в России разработан иной научный подход, основанный на поиске технических противоречий в технических системах и их устранении. Но при переходе от концептуальных решений изобретательской ситуации к разработке технической документации на базе традиционных инженерных процессов обнаружена неформализованная область. Она характеризуется дефицитом исходных данных для проектирования, обеспечивающих задекларированные результаты от реализации технических проектов. Устранение технических противоречий в системах приводит к появлению отличительных признаков в локальных оперативных зонах. Эти признаки имеют узкий диапазон численных значений их свойств, которые могут поддержать требования CALS-технологий, то есть в самом начале процесса проектирования гарантировать выход технической системы на заданный уровень. Этот узкий диапазон значений свойств отличительных признаков в оперативной зоне неизвестен. В подобных случаях специалисты малых предприятий используют случайный или приблизительный набор значений параметров и производят их корректировку в ходе прохождения по траектории продвижения проекта, используя множество итераций, свойственных технологиям оптимизации.

Предлагаемая модель прохождения через неформализованную зону предназначена для определения узкого диапазона значений входных параметров отличительных признаков за один проход по разрабатываемому алгоритму в соответствии с требованиями CALS-технологий. В качестве инструмента реализации альтернативного подхода для решения технических задач предлагается модель человеко-машинного интерфейса, дополняющая ранее известные отечественные программные средства.

2. Модель знаний ИТА в задаче построения программной платформы в неформализованной области

Для обогащения функциональных возможностей человеко-машинного интерфейса (ЧМИ) [1, 2] в области решения задач, построенных на изобретательской ситуации, в данной работе авторами предлагается расширить понятие интеллектуального технического агента (ИТА). Одной из концептуальных основ реализации расширения, заложенного в предлагаемых конструкциях алгоритмов вычисления параметров признаков технической системы, является построение фреймовой модели знаний, которая наиболее полно отражает последовательности действий и их особенности в выделенной узкой области знаний. Фреймовая модель знаний описывает знания в виде совокупности фреймов, связанных между собой иерархической или сетевой структурой отношений. Фреймовая модель в виде совокупностей атрибутов, описывающая объект или понятие предметной области, может рассматриваться и обрабатываться обособленно от других объектов или понятий [3].

Развитие концепции сетевой структуры отношений между некоторым множеством ИТА, в которых условия управления зависят от типа входных данных, позволят применять ЧМИ к изобретательским ситуациям сложных технических систем. Функциональные возможности ЧМИ с сетевой структурой отношений направлены на интеллектуально-техническое сопровождение концептуальных решений, полученных в результате устранения доминирующих технических противоречий в объектах с явно выраженным конфликтом в системе.

Узкая обособленная область сопровождения изобретательской ситуации в рамках фреймовой модели, позволяющая строить логические переходы между слоями обработки данных

без увеличения сложности вычислений, определена конечным числом признаков технической системы в оперативной зоне.

В рамках построения теории вычислений конструктивных параметров в области машиностроения и приборостроения авторами не рассматриваются инженерные процессы, построенные на оптимизации технических систем по любым критериям, в любых ее формах, включая информационное моделирование и элементы искусственного интеллекта.

В [4] рассмотрены особенности переходов по траектории прохождения технических проектов, во внутреннем строении которых строго определены существенные отличительные признаки технической системы, причинами появления которых являлись результаты исследований на уровне прикладной науки или ТРИЗ-технологии [5]. Определены границы неформализованной области, препятствующей реализации такого уровня технических наукоемких решений на уровне изобретений, на границе перехода от концептуальных представлений проектов к началу использования современных CAD-технологий.

В [6] приведена обобщенная четырехслойная модель пошагового прохождения параметров отличительных признаков технической системы через неформализованную область. Вычислительные процессы внутри четырехслойной модели как инструмент восстановления необходимых входных данных для перехода проекта на стадию использования CAD-технологий реализуются с использованием фрагментов математических моделей физических процессов, протекающих в оперативной зоне.

Иерархическая структура четырехслойной модели преобразования данных о признаках технической системы в оперативной зоне изображена в виде некоторого множества ИТА, входящих в сетевую структуру отношений ЧМИ (рис. 1).

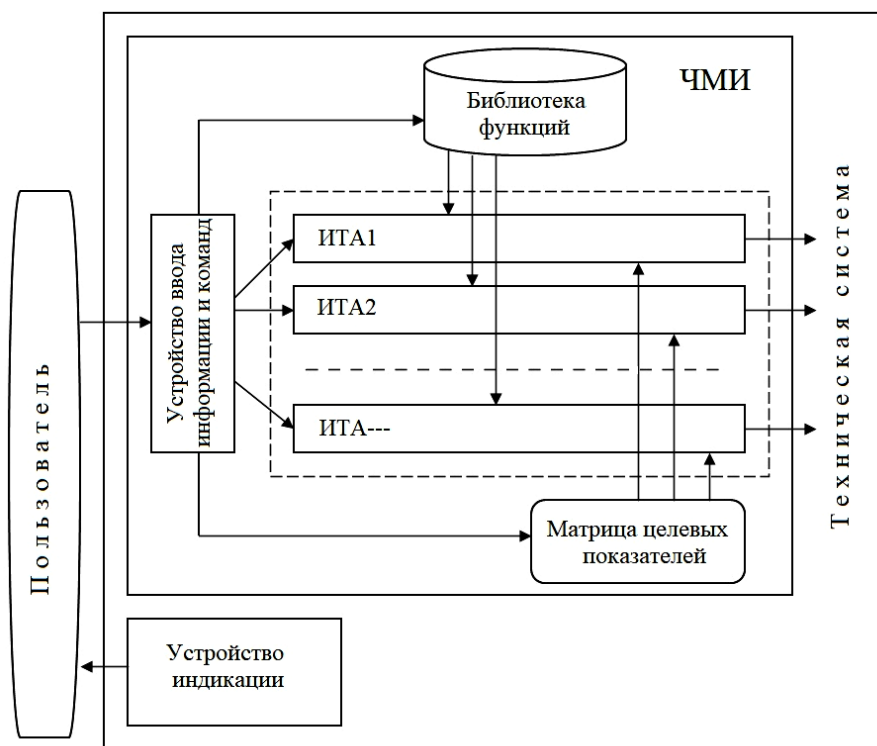


Рис. 1. Модель взаимодействия пользователя с технической системой через ЧМИ

Для каждого блока этого ограниченного множества ИТА организован доступ к библиотеке функций и матрице целевых показателей поставленной задачи, причем матрица целевых показателей обновляется при постановке каждой последующей задачи, а библиотека функций остается условно постоянной и имеет возможность только для ее пополнения.

Пользователем ЧМИ является инженер-конструктор в области машиностроения или приборостроения, имеющий опыт работы в программной среде создания рабочей конструкторской документации из 3D-моделей деталей и сборочных единиц, имеющий остаточные знания в области физики, высшей математики, теории механизмов и машин, сопротивления материалов и прочих знаний, полученных в высшем техническом учебном заведении.

Библиотека функций представляет собой набор формул из различных разделов физики, разделенный на ряд групп с открытым доступом со стороны пользователя, предназначенных для формирования локальных математических моделей физических процессов внутри каждого ИТА.

3. Применение модели ЧМИ в неформализованной области

Расширение понятия ИТА в ЧМИ для решения задач изобретательской ситуации существенно увеличивает выразительность алгоритмов преобразования и восстановления данных на базе признаков оперативной зоны, в частности, позволяющее строить логические сочетания без увеличения сложности вычислений относительно базовых принципов построения математических моделей физических процессов [7].

Последовательное обращение пользователя к отдельно выбранному ИТА согласно фреймовой модели предполагает отделение наследственных признаков с их параметрами, кроме одного, который встраивается в качестве аргумента как ограниченное множество значений в неизвестную функцию. Этот параметр выделяется вместе с признаком, к которому логически привязан, из общего состава технической системы и должен отвечать двум начальным условиям. Если признаки технической системы, выделенные в оперативную зону изобретательской ситуации, обозначить как конечное множество $\{Z\}$, а признак, с которым проводятся вычисления в ИТА, как a , то первое начальное условие определяется как:

$$a \in \{Z\}.$$

Внутри множества признаков оперативной зоны $\{Z\}$ находятся два подмножества, одно из которых содержит только отличительные признаки $\{t\}$, а второе – ограничительные $\{g\}$. Эти множества взаимосвязаны:

$$\{t\} + \{g\} = \{Z\}; \quad \{t\} = \{Z\} - \{g\}.$$

Второе начальное условие определяется как:

$$a \in \{t\}.$$

Множества признаков $\{g\}$ и $\{t\}$ определяются в границах оперативной зоны после того, как изобретательская ситуация нашла свое решение через устранение технического противоречия как следствие применения ТРИЗ-технологий.

Разделение признаков в оперативной зоне на отличительные и ограничительные строится на сопоставлении её содержания, зафиксированного в двух состояниях, для чего необходимо сохранять историю её изменения. Следует уточнить, что множество признаков $\{Z\}$ представляет собой состав оперативной зоны после устранения технического противоречия, что не исключает появления еще одного набора признаков, которые удалены из её состава.

В качестве простого и наглядного примера предлагается рассмотреть задачу сокращения размеров и массы трансмиссионного вала. Существуют устройства, для которых общее сокращение габаритных размеров и массы является положительным, но труднодоступным фактором. Если ресурс прочности материалов, применяемых для производства валов, исчерпан, а задача поставлена так, что нужно уменьшить диаметр вала, то она выходит за рамки оптимизационных задач. Подобные задачи решаются с помощью ТРИЗ, которая предлагает для разрешения данного противоречия использовать «принцип предварительного антидействия».

Концептуальное решение поставленной задачи описывается следующим образом: в полый вал, уменьшенный в диаметре, вставляется внутренний вал с предварительным напряжением от момента кручения в противоположном направлении относительно момента, передаваемого полым валом при полной рабочей нагрузке. Таким образом, часть нагрузки, возникающей при передаче валом технологического воздействия в виде вращательного движения, снимается. При принятии такого решения остаются неизвестными ряд параметров, сложно взаимосвязанных между собой, без определения численных значений которых создание геометрических моделей двойного вала и технической документации для их производства невозможно.

Разрабатываемая модель знаний ИТА человеко-машинного интерфейса является продолжением классического ядра теории ТРИЗ и позволяет проникать найденному концептуальному решению в неформализованную область. Аналогией такого проникновения является технология порождающего проектирования, когда по заданным граничным условиям внутри базовой геометрической модели «выращивается» иная структура, связывающая внешние воздействия и реакции внутренней структуры модели, подвергшейся геометрической дискретизации. Алгоритм «выращивания» иной структуры в начале генерации использует ограниченное количество данных, которых явно не хватает для того, чтобы построить ожидаемую структуру полностью. Этот алгоритм набирает данные по пути генерации, как это происходит при использовании метода градиентного спуска с некоторой модификацией, известной как метод обратного распространения ошибки [8].

4. Фреймовое представление ИТА в задаче восстановления неизвестной функции

Наиболее сложным уровнем в четырехслойной модели траектории прохождения проекта внутри неформализованной области является третий слой фрагментов математических моделей и связности параметров с матрицей целевых показателей. Фрагменты математических моделей, которые необходимо выстраивать для каждого выделенного множества параметров отличительных признаков создаваемой технической системы, должны быть универсальными и покрывать почти все мультидисциплинарные области. В предшествующих работах авторами предлагалось рассматривать локальные фрагменты математических моделей как неизвестные функции $F(x)$.

Рассматривая методы восстановления неизвестной функции с позиции математической физики и введем фреймовые дополнения, которые позволят в исследуемых границах найти $\hat{F}(x)$, достаточно близкую к восстанавливаемой функции $F(x)$. Таким образом, предлагается направить решение задачи на восстановление функции $\hat{F}(x)$, которая может быть построена по координатам точек, полученных на основе фреймовой модели для двойственных задач.

В технологии ТРИЗ подобные задачи решаются с помощью принципа «посредника». Принцип строится на использовании промежуточного объекта, переносящего или передающего действие. Промежуточный легкоудаляемый объект присоединяется на время к основному объекту.

Допустим, что имеется два конечных множества параметров $\{a\}$ и $\{l\}$ (рис. 2). Предполагается, что существует неизвестная функция F_1 , которая может являться фрагментом математической модели $M(a_i)$, определяющей связь параметра a с выходным параметром A .

$$F_1 \Leftrightarrow M(a_i), \quad a_i = a_0 + \sum_{i=1}^n \Delta a, \quad (1)$$

где a_0 – начальное значение параметра, Δa – шаг дискретности параметра.

В математической физике граничные значения параметров системы необходимо учитывать:

$$\forall A \exists M(a_i). \quad (2)$$

Фрагмент математической модели $M(a_i)$ представим как неизвестную функцию, которую необходимо восстановить по некоторому количеству точек. Предполагается также, что существует известная функция F_2 , которая является фрагментом математической модели $M(l_i)$, определяющей связь параметра l с тем же выходным параметром A .

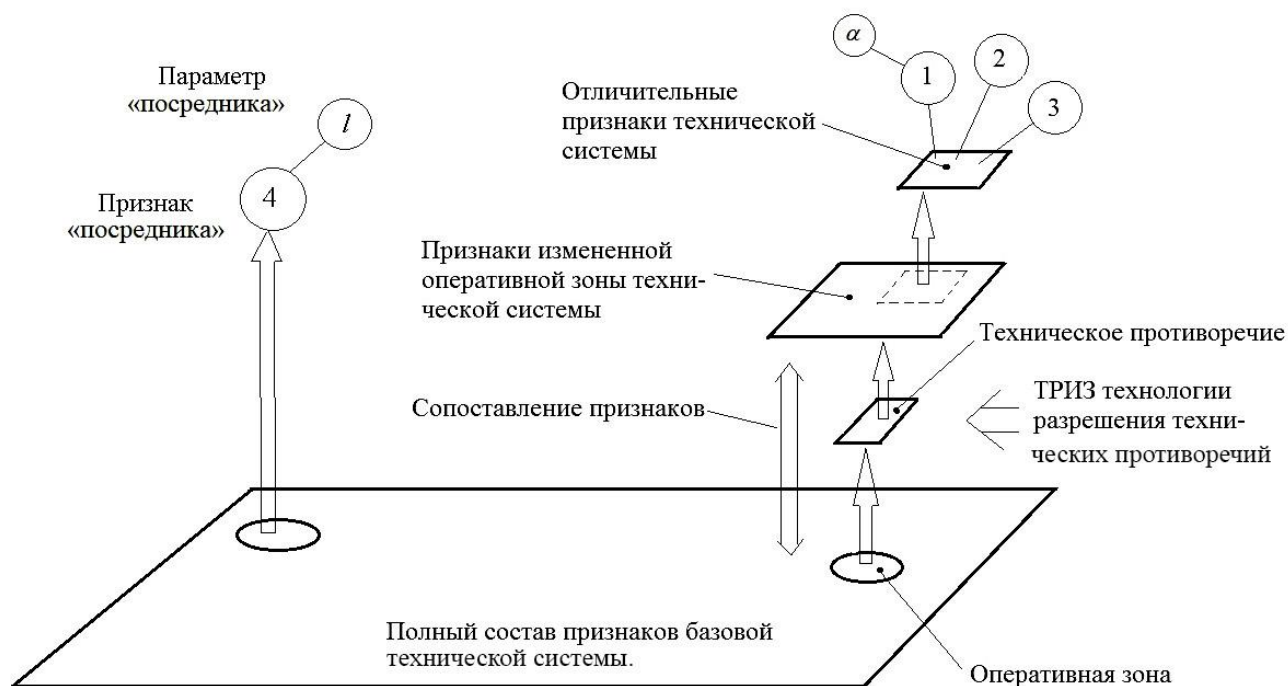


Рис. 2. Пример образования семантической матрицы отличительных признаков и признака «посредника»

Двойственность параметра l играет важную роль при восстановлении неизвестной функции как основа заложенной фреймовой модели (рис. 3).

В соответствии с этим для восстановления неизвестной функции необходимо определить функциональную зависимость между параметрами a и l . Обозначим эту зависимость как $F_3(l_i)$. Тогда:

$$\hat{F}_1(a_i) \Leftrightarrow M(a_i) \Leftrightarrow A - \text{неизвестная функция};$$

$$F_2(l_i) \Leftrightarrow M(l_i) \Leftrightarrow A - \text{известная функция «посредника»};$$

$$F_3(l_i) \Leftrightarrow \alpha_i - \text{определение связности между аргументами функции}.$$

Результат проектной работы считается достигнутым, если по его завершению получены выходные параметры в заданном интервале $-n < A < m$. Для решения обратной задачи в рамках известной функции «посредника» зададим шаг дискретности ΔA для построения множества $\{A\}$ в заданных границах. Подставим полученное множество в известную функцию и получим в результате ее обратного решения конечное упорядоченное множество переменных $\{l\}$, являющихся параметрами признака «посредника», удовлетворяющими значениям выходного параметра A в заданных пределах.



Рис. 3. Пример преобразования семантической матрицы признаков в конечные упорядоченные множества аргументов известной и неизвестной функций

Полученные значения конечного множества параметров $\{l\}$ подставляем в функцию $F_2(l_i)$ и получаем с учетом биективного отображения искомое конечное множество значений $\{a\}$, удовлетворяющее значениям выходного параметра A .

Если значения конечного множества $\{l\}$ есть результат решения непрерывной известной функции и эти значения лежат на известной гладкой кривой, графически отображающей эту функцию, то конечное множество $\{a\}$ представляет собой точки на координатной плоскости. Функция $F_1(a_i)$ еще не определена (рис. 4).

Восстановление неизвестной функции по точкам на координатной плоскости может быть произведено любым известным способом [9, 10].

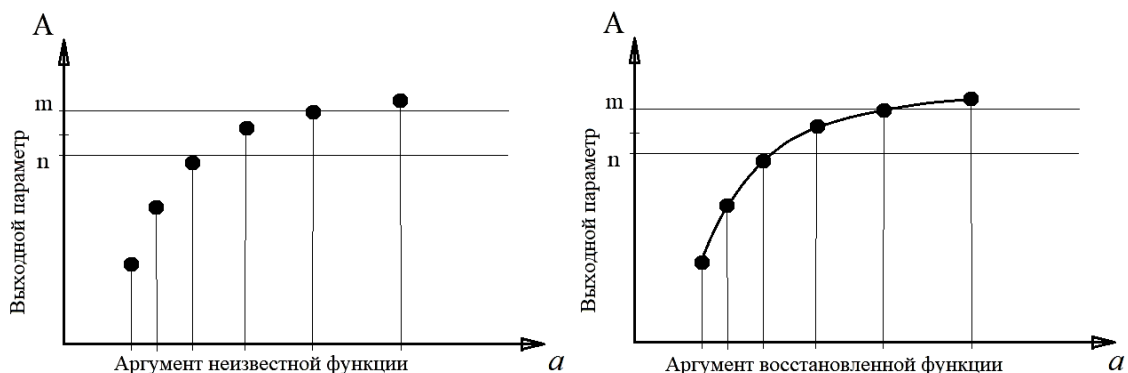


Рис. 4. Условный пример восстановления неизвестной функции

В результате будет получено математическое выражение, не содержащее в себе ни одного параметра физического объекта, но описывающее достаточно близко взаимосвязь входного a и выходного A параметров технического объекта, позволяющее определить числовые значения, удовлетворяющие заданным условиям.

Предложенную четырехслойную модель с инструментом восстановления неизвестной функции можно рассмотреть на примере выбранного двойного вала. Решение задачи, согласно модели, начинается с выделения отличительных признаков технической системы. Концептуальное решение, полученное на уровне ТРИЗ, в виде двойного вала содержит следующие отличительные признаки:

- вал, передающий крутящий момент, выполнен полым;
- внутренний вал – как дополнительный элемент конструкции;
- внутренний вал расположен внутри полого вала.

Для того чтобы можно было заполнить первый слой модели неформализованной области, необходимо выделенным признакам присвоить символьные обозначения параметров (рис. 5).

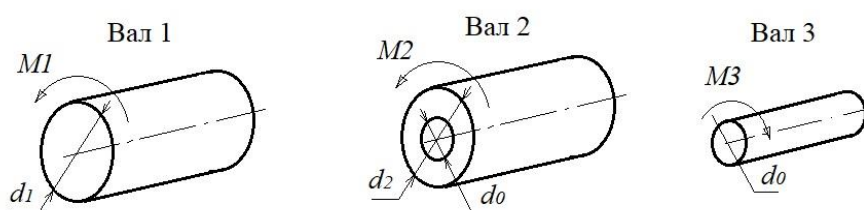


Рис. 5. Символьное обозначение параметров вала

Во втором слое четырехслойной модели задаем граничные значения для множеств численных значений параметров признаков.

$0 < d_0 < d_2$ – интервал численных значений возможного размера диаметра внутреннего вала, в пределах которого содержится значение, удовлетворяющее условиям задачи;

$d_0 < d_2 < d_1$ – интервал численных значений возможного размера наружного диаметра полого вала, в пределах которого содержится значение, удовлетворяющее условиям задачи.

Для перехода на третий слой модели необходимо определить, что является целевым показателем в поставленной задаче. Выходным параметром A в данном случае будет являться предельная прочность вала 1, которая определяется внутренним сопротивлением материала вала крутящему моменту $M1$. Двойной вал, состоящий из вала 2 и вала 3, должен обладать теми же прочностными свойствами, что и вал 1.

$$M1 = \frac{\pi d_1^3}{16} [\tau], \quad (3)$$

где $[\tau]$ – допустимое значение напряжения материала вала при кручении.

Допускаемое значение напряжения материала имеет не фиксированное числовое значение, а некоторый интервал значений, например от 20 до 25 Н/мм². Задавая шаг дискретности данного параметра, его можно представить в виде конечного множества $\{20, 21 \dots 25\}$. В поставленной задаче необходимо определить числовые значения параметров d_0 и d_2 , удовлетворяющие выбранному условию. Параметр d_0 влияет на прочностные свойства вала 3 и вала 2.

В третьем слое четырехслойной модели необходимо построить фрагмент математической модели, связывающей параметр d_0 с предельной прочностью двойного вала, которая является величиной заданной. Построение этого фрагмента математической модели осложняется тем, что параметр d_0 оказывает влияние на прочностные характеристики двух валов одновременно, причем в двух состояниях – в свободном состоянии и в рабочем режиме.

Предварительное напряжение внутреннего вала равнозначно приводит к напряженно-деформированному состоянию полый вал, при том что система находится в свободном состоянии. В первоначальный момент нагружения двойного вала происходит компенсация его предварительного напряжения. После полной компенсации момента, величина которого пока не известна, происходит нарастание напряжения двух соединенных валов от приложенного момента $M1$. То есть во второй фазе нагружения работают два вала, и необходимо учитывать их общее сопротивление приложенной нагрузке.

Основываясь на традиционных требованиях к разрабатываемым конструкциям, а именно равнопрочности ее основных элементов, примем величину предварительного нагружения вала 3 приблизительно равной $0.33M1$. При этом допущении необходимо учитывать условие, что прочность вала 2 не должна быть меньше, чем у вала 1, так как в неработающем механизме внутренний вал оказывает постоянное воздействие на полый вал путем передачи крутящего момента в обратном направлении.

Далее переходим к восстановлению неизвестной функции, которая заменит фрагмент математической модели, при решении которой относительно переменной определяются границы дискретного множества $\{d_0\}$, удовлетворяющие условиям задачи. Для построения функции «посредника» необходимо выбрать параметр, обладающий двойственностью. Этот параметр через простые фрагменты математических моделей должен быть связан с выходным параметром $M1$ и с искомым параметром d_0 .

Из условий работы вала во второй фазе, когда два вала работают как один целый, следует:

$$0.66M1 = \frac{\pi d^3}{16} [\tau], \quad (4)$$

тогда

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{10.56M1}{\pi[\tau]}}. \quad (5)$$

Если $M1$ – величина заданная, то при подстановке конечного упорядоченного множества $[\tau]$ определяется биективное отображение конечного упорядоченного множества $\{d_2\}$.

Из принятых в задаче условий следует, что двойной вал работает во второй фазе нагружения двумя своими составляющими, а нагружается он не полным крутящим моментом $M1$, а тем его количеством, которое осталось от компенсации напряжения предварительно нагруженного вала 3. Тогда мы имеем следующее равенство:

$$\frac{\pi d_1^3}{16} [\tau] - \frac{\pi d_0^3}{16} [\tau] = \frac{\pi d_2^3}{16} [\tau].$$

Если материал, из которого изготавливаются валы, одинаковый для всех трех валов, то:

$$\frac{\pi d_1^3}{16} - \frac{\pi d_0^3}{16} = \frac{\pi d_2^3}{16},$$

$$d_0 = \sqrt[3]{d_1^3 - d_2^3}. \quad (6)$$

Функция «посредника» определена, она отражена в выражении (5), для построения которой использовались данные справочника для конструктора [11]. Определена так же связь между искомым значением параметра d_0 и функцией «посредника» (6). По условиям задачи параметр $[\tau]$, определяющий прочностные свойства материала, является конечным упорядоченным множеством значений $\{20, 21 \dots 25\}$. Определим числовые значения параметров отличительных признаков технического решения при одном известном значении $M1 = 35 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм}$. Используя выражения (3), (5), (6), определим биективные отображения конечных упорядоченных множеств следующих параметров:

$$\{d_1\} \Leftrightarrow \{207; 204; 201; 198; 195; 193\},$$

$$\{d_2\} \Leftrightarrow \{180.7; 177.6; 174.9; 172.3; 169.9; 167.6\},$$

$$\{d_0\} \Leftrightarrow \{144.8; 142.5; 140.2; 138.2; 136.2; 134.4\}.$$

Значения параметров d_1 и d_2 определены на четвертом слое четырехслойной модели путем решения обратных задач при известном выходном параметре $M1$. Причем для параметра d_0 функция, определяющая его связь с выходным параметром, не определена. Вычисления по функции «посредника» позволили получить только ряд точечных значений, указанных в биективном отображении конечного множества $\{d_0\}$ (рис. 6).

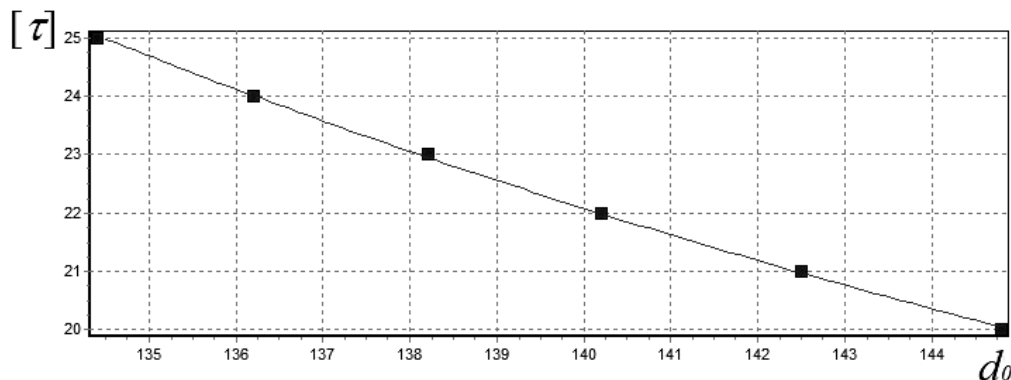


Рис. 6. Расположения конечного множества значений d_0 на координатной плоскости

Восстановленная неизвестная функция выглядит следующим образом:

$$d_0 = \frac{1043.08}{[\tau]} + 92.75. \quad (7)$$

Данная функция не содержит в себе ни одного символа, обозначающего параметр физической модели, кроме одной переменной. Вместе с тем она позволяет найти интервал значений, удовлетворяющий условиям, учитывая взаимное влияние одновременно трех параметров предлагаемой конструкции.

5. Заключение

Четырехслойная модель траектории прохождения проектов внутри неформализованной области содержит наиболее сложный третий слой построения фрагментов математических моделей физических процессов и нуждается в инструментах упрощения решения мультидисциплинарных задач. Разработанный алгоритм восстановления неизвестной функции с использованием функции «посредника» позволяет пользователям, которыми являются инженеры малых предприятий со средними знаниями в области математики, создавать фрагменты математических моделей в различных областях физических процессов, находящихся за пределами их знаний и интуиции. Предлагаемое решение является частным случаем создания фрагментов математических моделей, но покрывает большую часть решаемых задач, содержащих в себе технические противоречия. Основным направлением для дальнейших исследований в этом направлении является разработка алгоритма поиска параметров признаков технической системы, обладающих двойственностью, и разработка алгоритма обработки информации внутри каждого интеллектуального технического агента человеко-машинного интерфейса.

Литература

1. Мерзлякова Е. Ю. Человеко-машинное взаимодействие: учебно-методическое пособие. Новосибирск: СибГУТИ, 2015. 34 с.
2. Мерзлякова Е. Ю. Визуальное программирование и человеко-машинное взаимодействие: практикум. Новосибирск: СибГУТИ, 2022. 49 с.
3. Макаренко С. И., Соловьева О. С. Семантическая интероперабельность взаимодействия элементов в сетевых системах // Журнал радиоэлектроники. 2021. № 6. DOI 10.30898/1684-1719.2021.6.3.
4. Мерзлякова Е. Ю., Елтышев Ю. В. Анализ траектории прохождения разработки наукоемких технических объектов // Научные исследования XXI века. 2021. № 1 (9). С. 150–156.
5. Альтишуллер Г. С. Найти идею: Введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач. 5-е изд. М.: Альпина Паблишер, 2012. 440 с.
6. Мерзлякова Е. Ю., Елтышев Ю. В., Никитин Г. И. Построение четырехслойной модели на траектории прохождения наукоемких проектов в неформализованной зоне // Инновационная наука. 2021. № 3. С. 33–39.
7. Гимади Э. Х., Глебов Н. И. Математические модели и методы принятия решений: учебное пособие. Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2008. 163 с.
8. Мерзлякова Е. Ю., Сибиряков В. Г., Елтышев Ю. В. Цифровая трансформация национальной идеи инженерного пространства // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. 2022. Т. 20, № 2. С. 50–59. DOI 10.25205/1818-7900-2022-20-2-50-59.
9. Петров Е. Н. Восстановление простых линейных и итерационных функций средствами MATLAB // Молодой ученый. 2017. № 5 (139). С. 52–55. [Электронный ресурс] URL: <https://moluch.ru/archive/139/39180/> (дата обращения: 28.10.2022).
10. Розенберг В. Л. Задача динамического восстановления неизвестной функции в линейном стохастическом дифференциальном уравнении // Автоматика и телемеханика. 2007. № 11. С. 76–87.
11. Ануриев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. Т. 1. Изд. 5-е. М.: Машиностроение, 1979. 728 с.

Мерзлякова Екатерина Юрьевна

к.т.н., доцент кафедры прикладной математики и кибернетики, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики (СибГУТИ, 630102, Новосибирск, ул. Кирова, д. 86), e-mail: katerina.artist@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6847-5588.

Сибиряков Виссарион Григорьевич

к.т.н., мастер ТРИЗ, изобретатель СССР, директор ООО «Ключевые технологии ТРИЗ», e-mail: vissib@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1876-1214.

Реутов Сергей Николаевич

специалист третьего уровня ТРИЗ, Сибирский государственный университет водного транспорта (СГУВТ, 630099, Новосибирск, ул. Щетинкина, 33), e-mail: ba-zalt15@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9467-529X.

Елтышев Юрий Васильевич

старший преподаватель кафедры мехатронных систем технологических машин и материалов, Новосибирский технологический институт, филиал РГУ им. А. Н. Косыгина (НТИ (филиал) РГУ им. А. Н. Косыгина, 630099, Новосибирск, ул. Потанинская, 5), e-mail: yriwas2@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1844-0971.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад соавторов: Каждый автор внес равную долю участия как во все этапы проводимого теоретического исследования, так и при написании разделов данной статьи.

Frame Representation of an Intelligent Technical Agent of a Human-machine Interface for Creating Innovative Projects

E. Yu. Merzlyakova¹, V. G. Sibiryakov², S. N. Reutov³, Yu. V. Eltyshv⁴

¹ Siberian State University of Telecommunications and Information Science (SibSUTIS)

² LLC Key Technologies TRIZ

³ Siberian State University of Water Transport (SGUVT)

⁴ NTI RSU named after A. N. Kosygin

Abstract: Support for the development of projects at the level of inventions obtained by resolving technical contradictions in technical systems is limited to disconnected clusters of engineering space and has no unity. The high level of technical solutions found, capable of bringing the basic technical system closer to perfection, did not receive information support at the stage of transition from a conceptual solution to the use of CAD technologies, for some reason. As a result of the work carried out by the authors, the boundaries of the unformalized area between clusters are determined and a model of its filling is constructed, the task of which is to restore the data deficit responsible for the output parameters of the technical system. One of the variants of such models of pre-project research in the engineering space characterized by a significant reduction in the number of parameters of the technical system responsible for achieving output indicators and requirements of CALS technologies is proposed. The scope of the model implementation within the framework of a human-machine interface using data of distinctive features and their parameters distributed in the operational area of a technical system with a pronounced technical difference is proposed.

Keywords: CALS, CAD, TRIZ, invention, human-machine interface.

For citation: Merzlyakova E. Yu., Sibiryakov V. G., Reutov S. N., Eltyshv Yu. V. Frame representation of an intelligent technical agent of a human-machine interface for creating innovative projects (in Russian). *Vestnik SibGUTI*, 2023, vol. 17, no. 1. pp. 33-45. <https://doi.org/10.55648/1998-6920-2023-17-1-33-45>.



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0
License

© Merzlyakova E. Yu., Sibiryakov V. G.,
Reutov S. N., Eltyshv Yu. V., 2022

The article was submitted: 07.11.2022;
revised version: 28.12.2022;
accepted for publication 11.01.2023.

References

1. Merzlyakova E. Yu. *CHelovekomashinnoe vzaimodejstvie* [Human-machine interaction]. Novosibirsk, Sibirskii gosudarstvennyi universitet telekommunikatsii i informatiki, 2015, 34 p.
2. Merzlyakova E. Yu. *Vizual'noe programmirovaniye i cheloveko-mashinnoe vzaimodejstvie* [Visual programming and human-machine interaction]. Novosibirsk, Sibirskii gosudarstvennyi universitet telekommunikatsii i informatiki, 2022, 49 p.
3. Makarenko S. I., Solovyova O. S. Semanticheskaya interoperabel'nost' vzaimodejstviya elementov v setecentricheskikh sistemah [Semantic interoperability of interaction of elements in network-centric systems]. *ZHurnal radioelektroniki*, 2021, no. 6, DOI 10.30898/1684-1719.2021.6.3. EDN FUZTJY.

4. Merzlyakova E. Yu., Eltyshev Yu. V. Analiz traektorii prohozhdeniya razrabotki naukoemkih tekhnicheskikh ob"ektov [Analysis of the trajectory of the development of science-intensive technical objects]. *Nauchnye issledovaniya XXI veka*, 2021, no. 1(9), pp. 150-156. EDN ZDSQHF.
5. Al'tshuller G. S. Najtiideyu: Vvedenie v TRIZ – teoriyu resheniya izobretatel'skikh zadach [Finding an idea: An introduction to the TRIZ theory of inventive problem solving]. 5th ed. Moscow, Al'pina Publisher, 2012, 440 p.
6. Merzlyakova E. Yu., Eltyshev Yu. V., Nikitin G. I. Postroenie chetyrekhslojnoj modeli na traektorii prohozhdeniya naukoemkih proektov v neformalizovannoj zone [Construction of a four-layer model on the trajectory of high-tech projects in an informal zone]. *Innovacionnaya nauka*, 2021, no. 3, pp. 33-39. EDN VQYYQA.
7. Gimadi E. H., Glebov N. I. *Matematicheskie modeli i metody prinyatiya reshenij* [Mathematical models and methods of decision-making]. Novosibirsk, Novosibirskij gosudarstvennyj universitet, 2008, 163 p.
8. Merzlyakova E. Yu., Sibiryakov V. G., Eltyshev Yu. V. Cifrovaya transformaciya nacional'noj idei inzhener'nogo prostranstva [Digital transformation of the national idea of engineering space]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Informacionnye tekhnologii*, 2022, vol. 20, no. 2, pp. 50-59. DOI 10.25205/1818-7900-2022-20-2-50-59. EDN EHJUDQ.
9. Petrov E. N. Vosstanovlenie prostykh linejnyh i iteracionnyh funkcij sredstvami MATLAB [Restoration of simple linear and iterative functions by means of MATLAB]. *Molodoj uchenyj*, 2017, no. 5 (139), pp. 52-55, available at: <https://moluch.ru/archive/139/39180> (accessed 28.10.2022).
10. Rozenberg V. L. Zadacha dinamicheskogo vosstanovleniya neizvestnoj funkcii v linejnom stohasticheskom differencial'nom uravnenii [The problem of dynamic recovery of an unknown function in a linear stochastic differential equation]. *Avtomatika i telemekhanika*, 2007, no. 11, pp. 76-87.
11. Anur'ev V. I. *Spravochnik konstruktora-mashinostroitelja. Tom 1* [Reference book of a designer-machine builder. vol. 1. 5nded]. Moscow, Mashinostroenie, 1979, 728 p.

Ekaterina Yu. Merzlyakova

Cand. of Sci. (Engineering), Docent of the Department of Applied Mathematics and Cybernetics, Siberian State University of Telecommunications and Information Science (SibSUTIS, Russia, 630102, Novosibirsk, Kirov St. 86), e-mail: katerina.artist@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6847-5588.

Vissarion G. Sibiryakov

Cand. of Sci. (Engineering), master of TRIZ, inventor of the USSR, Director of LLC "Key technologies TRIZ" (LLC "Key technologies TRIZ", 630000, Novosibirsk, Zhukovsky str., 106, room 2), e-mail: vissib@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1876-1214.

Sergei N. Reutov

Specialist of the third level of TRIZ, Siberian State University of Water Transport (NGAVT, 630099, Novosibirsk, Shchetinkina str., 33), e-mail: bazalt15@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9467-529X.

Yuri V. Eltyshev

Senior Lecturer of the Department of Mechatronic Systems of Technological Machines and Materials, Novosibirsk Institute of Technology, Branch of Kosygin Russian State University (NTI (branch) Kosygin, e-mail: yriwas2@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1844-0971.