

Петрова И.Ю.¹, Евдошенко О.И.², Лежнина Ю.А.¹

¹Астраханский инженерно-строительный институт

²Астраханский государственный университет

E-mail: Irapet1949@gmail.com

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПОДСИСТЕМЫ ВЫБОРА ПРИЕМОВ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Существенные изменения в концепции научно-технического развития происходят каждые 6–10 лет, при этом примерно 85–90% опубликованной технической информации в мире содержится в патентной литературе. В настоящее время ежегодно к патентным фондам добавляется около 1 миллиона документов. Ориентироваться в таком огромном информационном потоке при создании нового технического устройства инженеру-конструктору сложно. Это может привести к повторному изобретательству, ошибкам на начальных стадиях проектирования. Частичное решение этой проблемы – создание баз знаний по приемам совершенствования эксплуатационных характеристик технических устройств в определенной предметной подобласти.

В данной статье описаны методы выявления и применения приемов совершенствования конструкций технических устройств, представлен шаблон паспорта специального приема. Сформулированы требования к разрабатываемой базе знаний и подсистеме выбора таких приемов. Разработана концептуальная модель системы выбора приемов улучшения, рассмотрена ее архитектура и основные функции: выбор приемов, их ранжирование и анализ. Разработана схема базы знаний. Представлены инфологические модели специальных и универсальных приемов.

Ключевые слова: эксплуатационные характеристики; обобщенные приемы улучшения конструкций технических устройств; инфологические модели специальных и универсальных приемов; паспорт приема; автоматизации поиска (выбора) приемов; информационная система; база знаний; архитектура клиент-сервер; концептуальная модель системы.

1. Введение

Важнейшим показателем инновационного потенциала страны и одним из ключевых показателей, характеризующих становление новой экономики, служит патентная активность.

По данным IP5 (группа из пяти крупнейших ведомств интеллектуальной собственности в мире <http://www.fiveipoffices.org/>) в 2013 году зарегистрировано 957 000 патентов (на 4% больше, чем в 2012 г.), подано 2,1 млн. заявок на регистрацию патентов (на 11% больше, чем в 2012 г.) [16].

Ориентироваться в таком огромном информационном потоке при создании нового технического устройства инженеру-конструктору сложно. Это может привести к повторному изобретательству, ошибкам на начальных стадиях проектирования. Частичное решение этой проблемы – создание баз знаний по приемам совершенствования эксплуатационных характеристик технических устройств в определенной предметной подобласти. Такая база знаний позволит инженеру-конструктору направленно генерировать новые технические решения для улучшения той или иной эксплуатационной характеристики, определить новизну этого решения, избежать повторного изобретательства.

По данным Всемирной организации интеллектуальной собственности (WIPO) в 2013 году доля России в числе патентов, которые регистрируются в мире, составляет всего 2%, на первом месте находится Китай (43%), на втором США (17%), на третьем – Япония (16%) [17]. Согласно Стратегии инновационного развития России до 2020 г. планируется увеличение количества патентов, регистрируемых ежегодно российскими юридическими и физическими лицами в ЕС, США и Японии, до 2500–3000 (в 2009 г. их было 63), а доля предприятий промышленного производства, осуществляющих технологические инновации, должна вырасти с 9,3 % в 2010 г. до 40–50%. Такие высокие показатели могут быть достигнуты благодаря применению новых информационных технологий и баз знаний при разработке новых технических решений и подготовке патентных заявок.

Цель данной статьи – показать возможности создания и эффективного использования баз знаний о приемах совершенствования эксплуатационных характеристик технических устройств в определенной предметной подобласти в процессе разработки новой конструкции.

Прием совершенствования эксплуатационной характеристики технического устройства – это направленное изменение конструкции, схемы, использование новых материалов и другие способы, с помощью которых в техническом решении получен положительный эффект по сравнению с прототипом.

Решения изобретательских задач по степени трудности процесса решения и по качеству получаемого результата делятся на пять уровней творчества [18].

Решения 1-го уровня не связаны с устранением технического противоречия (по Г.С. Альшуллеру) и лежат в пределах одной предметной подобласти. Примерная доля таких решений в патентном фонде – 32% [18].

Решения 2-го уровня связаны с решением технических противоречий (по Г.С. Альшуллеру). При этом также применяют способы, известные в данной отрасли. В результате решения могут частично или полностью изменяться 1–2 элемента технического устройства. Примерная доля таких решений в патентном фонде – 45%, а в производственной практике инженеров-конструкторов такие решения составляют порядка 70–80% [18].

Предложенная в данной статье подсистема выбора приемов улучшения эксплуатационных характеристик технических устройств позволяет сократить трудозатраты инженера-конструктора при разработке новых технических решений.

В результате исследований массива патентной информации в определенной предметной подобласти формируются приемы совершенствования эксплуатационных характеристик, объединяемые в единую базу знаний, которую необходимо пополнять, своевременно актуализировать и корректно использовать в процессе проектирования нового или усовершенствовании существующего устройства.

База знаний содержит сведения об эвристических и конструктивных приемах и способах улучшения эксплуатационных характеристик. Информационная система позволит ускорить процесс определения наилучшего варианта конструкции технического устройства согласно требованиям, а значит сократить время на его проектирование и разработку.

2. Методы выявления и применения приемов совершенствования конструкций технических устройств

Для улучшения эксплуатационных характеристик технического устройства используются специальные приемы и методы. Приемы позволяют сформулировать и создать условия, при которых изобретатель сможет избежать противоречия между различными характеристиками устройства и одновременно улучшить их значение.

Для совершенствования конструкций технических устройств можно использовать известные универсальные приемы, разработанные Г.С. Альшуллером [1]. Эти приемы являются универсальными, т. е. могут быть применены при создании или модернизации любых технических устройств.

В тоже время конструктор, применительно к определенному виду технических устройств, может сформулировать и отобрать для себя наиболее подходящий набор приемов совершенствования эксплуатационных характеристик в определенной предметной подобласти, который сможет в дальнейшем пополнять, анализировать и с успехом использовать.

В [9], [10] предложена методика анализа патентной документации определенного класса/подкласса/группы/подгруппы Международной патентной классификации (МПК) с целью выявления таких обобщенных приемов, включающая:

- подбор описаний изобретений из нужного класса/подкласса/группы/ подгруппы МПК;
- изучение принципа действия и конструктивной реализации изобретения;
- изучение принципа действия и конструкций прототипов выбранных изобретений с целью выявления усовершенствованных узлов и деталей;
- составление параметрической структурной схемы принципа действия устройства [19] и ее модификаций для улучшения эксплуатационных характеристик;
- определение эффективности принимаемых технических решений в сравнении с таковыми для прототипов по уравнениям или с помощью качественного сравнения показателей эффективности.

Следует отметить, что в некоторых случаях конкретные приемы улучшения одной и той же эксплуатационной характеристики, выявленные в разных изобретениях, можно объединить в один прием с более общей формулировкой.

После того, как для исследуемого вида технических устройств выявлены обобщенные приемы, их необходимо классифицировать по ряду разнородных признаков и выявить наиболее эффективные приемы улучшения эксплуатационных характеристик. В [9] предложено классифицировать эти приемы по двум разнородным признакам:

– Обобщенные цели улучшения той или иной характеристики (например, повышение чувствительности, надежности, быстродействия или уменьшение цены, габаритов, массы);

– Обобщенные методы достижения этих целей (например, конструктивные, технологические, использование новых материалов, схмотехнические и др.).

В результате будет создана классификационная таблица приемов, в каждой клетке которой могут быть размещены краткие формулировки обобщенных приемов (табл. 1).

В таблице N – целое число, количество обобщенных целей (т. е. улучшаемых характеристик); $m \neq k$ – целые числа, показывающие количество выявленных приемов улучшения той или иной характеристики. Практика показывает, что основное количество патентов получены с использованием приемов, улучшающих 2–3 эксплуатационные характеристики.

Незаполненные клетки в таблице не означают принципиальной невозможности

существования такого приема, а указывают направление дальнейших перспективных исследований и разработок.

В качестве критериев эффективности выявленных обобщенных приемов совершенствования эксплуатационных характеристик можно рассматривать:

– количество одновременно улучшаемых эксплуатационных характеристик при использовании одного и того же приема (например, прием 3.1.1. позволяет одновременно улучшить чувствительность и надежность);

– эффективность улучшения той или иной эксплуатационной характеристики при использовании одного приема (оценивается экспертами).

После составления классификационной таблицы обобщенных приемов (табл. 1) конструктор может попытаться применить один из приемов для улучшения конструкции изобретений в другой группе приемов (например, использовать прием 1.1.1. для улучшения эксплуатационных характеристик изобретения, для которого выявлен прием 1.N.2), т. е. попытаться интегрировать конструктивные изменения этих двух приемов. Довольно часто такие попытки приводят к появлению новой патентоспособной конструкции.

3. Концептуальная модель информационной системы выбора приемов улучшения эксплуатационных характеристики технических устройств

Комплексной задачей является разработка информационной системы для автоматизации поиска (выбора) и базы данных для хранения и обновления приёмов с целью улучшения

Таблица 1. Классификация обобщенных приемов улучшения эксплуатационных характеристик

Обобщенные методы	Обобщенные цели			
	Цель 1 (чувствительность)	Цель 2 (надежность)	Цель N (масса)
Конструктивные	Прием 1.1.1. Прием 1.1.2. Прием 1.1.m.	Прием 1.2.1. Прием 1.2.2.	Прием 1.N.1. Прием 1.N.2. Прием 1.N.k.
Технологические		Прием 2.2.1.	Прием 2.N.1.
Новые материалы	Прием 3.1.1.	Прием 3.1.1.	
Схмотехнические		Прием 4.2.1.	

основных характеристик технического устройства. В табл. 2 представлен пример структуры обобщенного специального приема.

На основании табл. 2 были сформулированы следующие инфологические модели и составлен паспорт (паспорт приема улучшения характеристик биморфного элемента приведен в табл. 3):

1. Инфологическая модель обобщенного специального приема совершенствования эксплуатационной характеристики:

$$PP_{\text{спец}} = \{ H_{np}, \mathcal{E}_i^N, \mathcal{E}U_m^K, X_{zi}, Y_{zym}, G_j, P_z, \Phi T \mathcal{E}_t^{O/B}, ПРУ_p \}$$

где H_{np} – формулировка (название) приема <текст>,

\mathcal{E}_i^N – множество улучшаемых эксплуатационных характеристик (N – общее количество таких характеристик, i – номер данной эксплуатационной характеристики в общем перечне эксплуатационных характеристик) <текст>,

$\mathcal{E}U_m^K$ – множество ухудшающихся эксплуатационных характеристик (K – общее количество этих эксплуатационных характеристик, m – номер данной эксплуатационной

характеристики в общем перечне эксплуатационных характеристик) <текст>,

X_{zi} – экспертная балльная оценка степени улучшения характеристики (от 1 до 10 баллов) <число>,

Y_{zym} – экспертная балльная оценка степени ухудшения характеристики (от 1 до 10 баллов) <число>,

G_j – группа приемов (1 – конструктивные, 2 – технологические, 3 – новые материалы, 4 – схемотехнические) <число>,

P_z – множество патентов, образующих данный прием (характеризуется номером патента, списком авторов, датой опубликования и классом МПК, z – номер патента в общем перечне) <текст>,

$\Phi T \mathcal{E}_t^{O/B}$ – множество физико-технических эффектов, описанных в приеме (t – номер ФТЭ в общем списке, O – основной ФТЭ, B – вспомогательный ФТЭ: характеризуются названием и паспортом ФТЭ) <текст>,

$ПРУ_p$ – множество универсальных приемов, отождествленных со специальными приемами (характеризуется названием, p – номер приема) <текст>.

Таблица 2. Структура обобщенного специального приема

Характеристика	Значение	
Формулировка приема	Элемент состоит из пьезокерамических пластин малой толщины, включающих участки поляризованной и неполяризованной керамики. Толщина неполяризованного участка (рамки) может превышать толщину поляризованных участков	
Улучшаемые характеристики	увеличение прочности упрощение операции сборки	X _{zy1} X _{zy2}
Ухудшаемые характеристики	1. цена изделия	Y _{zy1}
Группа приемов	конструктивные	
Патенты	№ RU 2472253 Пьезоэлектрический прибор и способ его изготовления Авторы: Головнин В.А.(RU), Дайнеко А.В. (RU), Добрынин Д. А. (RU), Каплунов И. А. (RU) и др. Патентообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тверской государственный университет» (RU)	
ФТЭ	Основной	Вспомогательный
	пьезоэффект	–
Универсальные приемы ¹	Принцип геометрического изменения	

¹ Универсальные приемы Г.Альтшуллера, к которым можно отнести данный

Таблица 3. Паспорт специального приема улучшения биморфного элемента

Прием: Элемент состоит из пьезокерамических пластин малой толщины, включающих участки поляризованной и неполяризованной керамики. Толщина неполяризованного участка (рамки) может превышать толщину поляризованных участков					
Количество ссылок на документ: 3					
Группа приема: конструктивные приемы					
Ссылки на документы:					
№	Документ	Номер	МПК (МКИ)	Название, авторы, информация	
1	Патент	RU 2472253	H01L41/08 H01L41/24	<i>Пьезоэлектрический прибор и способ его изготовления</i> Авторы: Головнин В.А.(RU), Дайнеко А.В. (RU), Добрынин Д. А. (RU), Каплунов И. А. (RU) и др. Патентообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тверской государственный университет» (RU) Заявка: 2011134339/28, 17.08.2011 Опубликовано: 10.01.2013, официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели» № 1/2013	
2	Патент	RU 2212736	H01L41/083, G01H11/08, H04R17/00	<i>Пьезоэлектрический изгибный преобразователь</i> Авторы: Доля В.К., Вусевкер В.Ю., Панич А.Е. Патентообладатель(и): Научное конструкторско-технологическое бюро «Пьезоприбор» Ростовского государственного университета Заявка: 2001130659/28, 12.11.2001 Опубликовано: 20.09.2003	
3	Патент	US20020149296 A1	H01L41/08 G01P15/09	<i>Thin-film piezoelectric bimorph element, mechanical detector and inkjet head using the same, and methods of manufacturing the same</i> Авторы: Satoru Fujii, Isaku Kanno, Ryoichi Takayama, Takeshi Kamada Патентообладатель(и): Satoru Fujii, Isaku Kanno, Ryoichi Takayama, Takeshi Kamada Заявка: US 10/116,096, 4.02.2002 Опубликовано: 17.10.2002	
Физико-технический эффект					
Основной ФТЭ			Вспомогательный ФТЭ		
пьезоэффект					
Улучшаемые характеристики:		ЭО	Ухудшаемые характеристики:		ЭО
1. увеличение прочности		9	Цена изделия		5
2. упрощение операции сборки		8			
Рисунок:					
Фиг. 1					
Универсальные приемы (по Г.С. Альшуллеру):					
Принцип геометрического изменения					
Ссылка: http://www.google.com/patents/US20020149296 http://www1.fips.ru/Archive/PAT/2013FULL/2013.01.10/DOC/RUNWC1/000/000/002/472/253/document.pdf					

Полученная логическая модель служит для описания большого количества специальных приемов. Если взять в рассмотрение десять эксплуатационных характеристик, то для улучшения каждой из них потребуется заполнить десять структур. Если же прием позволяет улучшить две эксплуатационные характеристики, то рассматривать придется уже 45 различных комбинаций. При увеличении одновременно улучшаемых характеристик до трех, получаем 120 различных специальных приемов. Для обеспечения возможности улучшать любой набор из 10 эксплуатационных характеристик необходимо разработать как минимум $\sum_{i=1}^{10} C_{10}^i = 1013$ специальных приемов.

минимум $\sum_{i=1}^{10} C_{10}^i = 1013$ специальных приемов.

Также необходимо учесть, что каждый из специальных приемов может ухудшать любой набор из оставшихся характеристик. Тогда общее количество специальных приемов можно описать формулой $N_{сп} = 4 \cdot A \cdot \sum_{i=1}^{10} \left(C_{10}^i \cdot \sum_{j=0}^{10-i} C_{10-i}^j \right)$,

где коэффициент A зависит от количества использованных вспомогательных эффектов.

Приведенные вычисления показывают, что не только заполнение таблицы 1 паспортами специальных приемов, но и поиск нужного приема в созданной базе знаний достаточно трудоемкие задачи. Разработанная информационная система позволяет выбрать из созданной базы знаний те специальные приемы, которые наиболее соответствуют техническому

Таблица 4. Базовые отношения и атрибуты отношений

Отношение	Имена атрибутов отношения
Патент	Номер, Страна, Вид патента, Дата опубликования Классы, Цитированные патенты, Название, Реферат Описание, Формула, Авторы, Ссылка
Специальный прием	формулировка, описание, группа, ФТЭ, патенты, список улучшаемых и ухудшаемых характеристик, экспертная оценка улучшения и ухудшения, аналогичные универсальные приемы
Универсальные приемы	название, описание

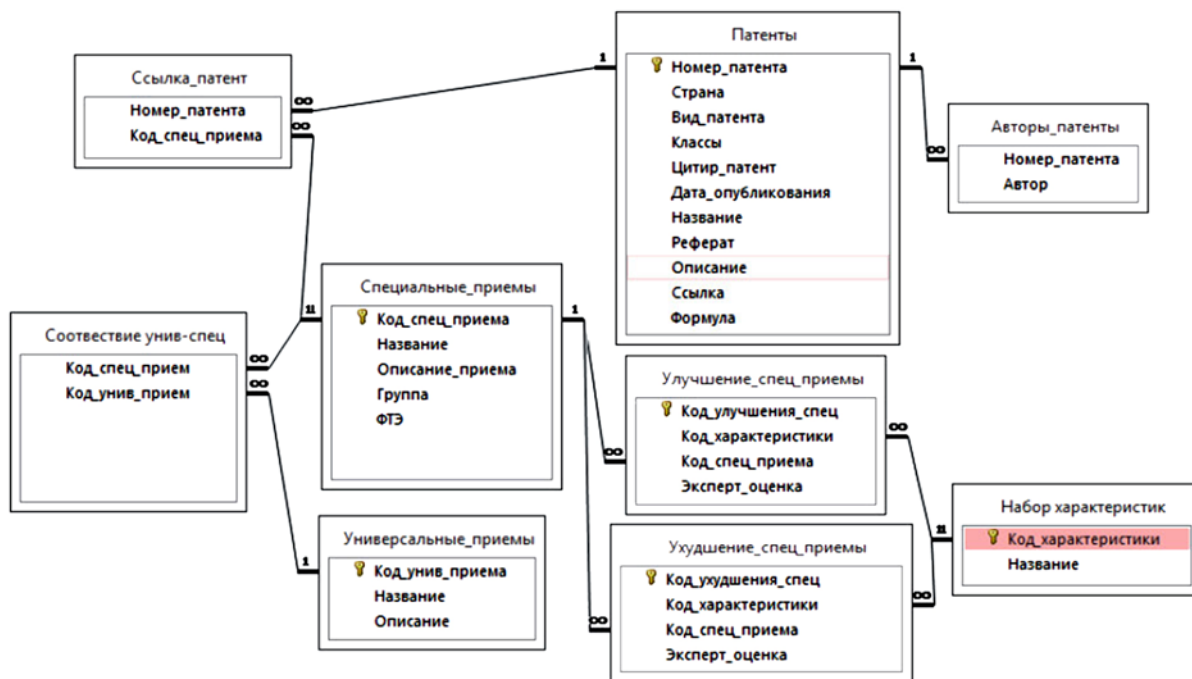


Рисунок 2. Схема базы данных

заданию (одновременно улучшают требуемое количество эксплуатационных характеристик и при этом не ухудшают другие эксплуатационные характеристики, указанные в ТЗ).

2. Логическая модель универсальных приемов Г. Альтшуллера может быть представлена в виде:

$$P_{унив} = \{H_{np}, \Phi_{np}, \mathcal{E}_i^N, \mathcal{E}y_{im}^K\},$$

где H_{np} - название приема <текст>,

Φ_{np} –формулировка приема<текст>,

\mathcal{E}_i^N – множество улучшаемых эксплуатационных характеристик (N - общее количество таких характеристик, i - номер улучшаемой эксплуатационной характеристики в общем перечне эксплуатационных характеристик) <текст>,

$\mathcal{E}y_{im}^K$ – множество ухудшающихся эксплуатационных характеристик (K – общее

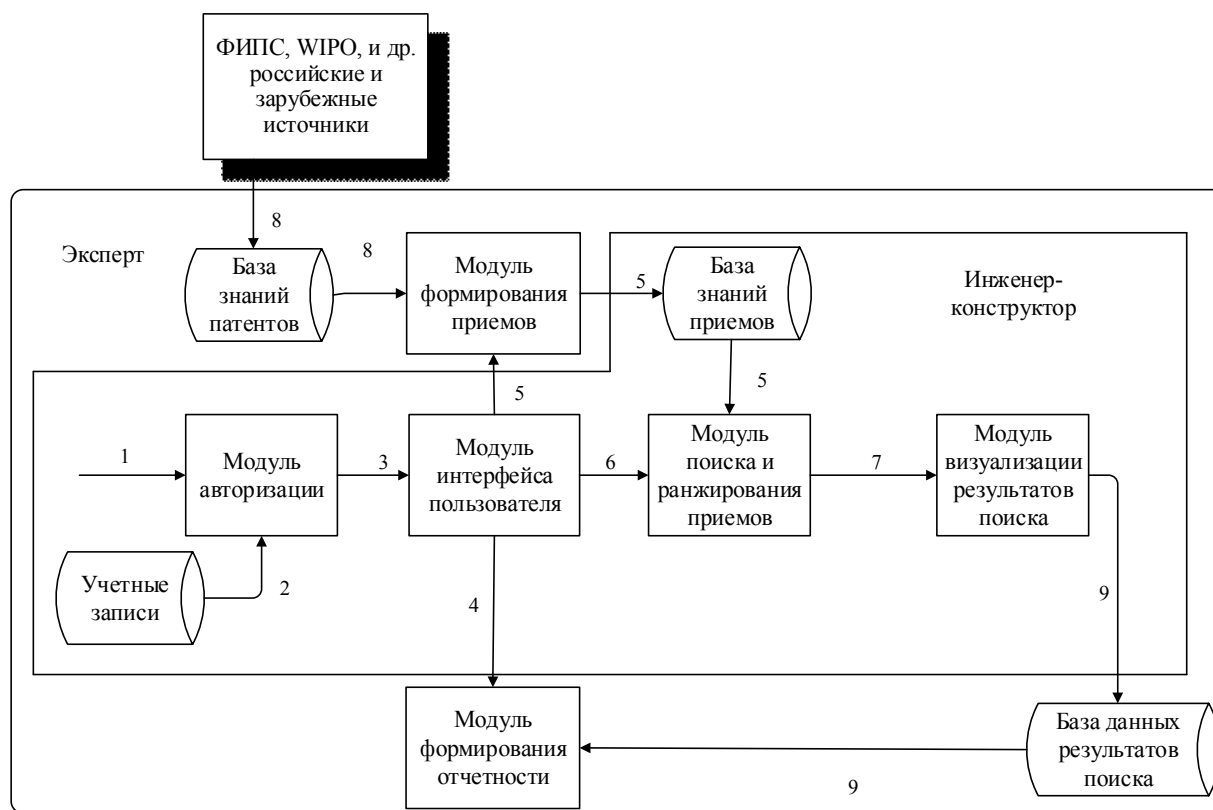
количество этих эксплуатационных характеристик, m – номер ухудшаемой эксплуатационной характеристики в общем перечне эксплуатационных характеристик) <текст>.

Каждый патент представлен в виде метаданных и различных текстовых полей. В [3] была разработана универсальная спецификация, которая была взята за основу для логической модели:

$$Pat = (Num, Cnt, Knd, CS, Cits, PD, Ttl, Abs, Desc, Clms, Lnk)$$

где Num – номер патента, Cnt – страна патента, Knd – вид патента, CS – классы патента, Cits – цитированные патенты и другие документы, PD – дата публикации патента, Ttl – название, Abs – реферат, Desc – описание, Clms – формула, Lnk – ссылка на оригинальный документ.

Анализ одного патента позволяет сформировать новый специальный прием или занести



1 – данные для авторизации (логин, пароль); 2 – учетные записи пользователей; 3 – данные для визуализации; 4 – данные для формирования отчетности; 5 – метаданные приема улучшения эксплуатационных характеристик; 6 – данные для поиска приемов улучшения; 7 – результаты поиска для визуализации; 8 – метаданные патентных документов; 9 – данные о результатах поиска

Рисунок 3. Архитектура подсистемы выбора приемов улучшения

ссылку в паспорт уже существующего приема. Практика показывает, что один специальный прием может быть сформулирован на основе от 1 до 5 патентов.

На основании выявленных логических моделей были определены базовые отношения (см. табл. 4).

На основе набора схем отношений, была построена схема базы данных реляционной модели, изображенная на рис. 2.

Архитектура системы представлена на рис. 3.

Информационная система соответствует основным требованиям: взаимодействует с системой управления базой данных MySQL, поддерживает архитектуру «клиент-сервер», не зависит от платформы и имеет удобный пользовательский интерфейс.

Для интерактивной обработки информации разрабатываемая система включает следующие интерфейсы:

- форма авторизации пользователя (модуль авторизации);
- главная кнопочная форма (модуль интерфейса пользователя);
- форма для добавления и редактирования метаданных приемов (модуль формирования приемов);

– форма для формирования отчетов (модуль формирования отчетов);

– форма для поиска (выбора), ранжирования приемов и визуализации результатов (модуль поиска, ранжирования и визуализации поиска).

Заключение

Разработаны принципы создания и эффективного использования баз знаний о приемах совершенствования эксплуатационных характеристик технических устройств в определенной предметной подобласти.

Разработаны инфологическая модель и паспорт для описания приема улучшения эксплуатационных характеристик технических устройств в рассматриваемой предметной подобласти.

Разработана архитектура подсистемы выбора приемов улучшения эксплуатационных характеристик технических устройств.

Данная система предоставляет возможности автоматического поиска приемов улучшения устройств и может применяться как в учебном процессе для освоения теории решения изобретательских задач, так и на производстве, с целью снижения трудоемкости процесса поиска способов улучшения эксплуатационных характеристик новых технических устройств.

10.02.2015

Список литературы:

- 1.Альтшуллер Г.С. Основные приемы устранения технических противоречий при решении изобретательских задач. – Баку: Гянджлик, 1971. – 52 с.
- 2.Веллинг Л., Томсон Л. Разработка Web-приложений с помощью PHP и MySQL, 3-е издание, И. Вильямс, 2008. – 880 с.
3. Дыков М.А. Поддержка принятия решения при анализе уровня техники для патентных заявок. / М.А. Дыков: Диссер. на соиск. учен. степ. Кан-та тех. наук. – Волгоград, 2014 г., 120 с.
4. Зарипов М. Ф. Предметно-ориентированная среда для поиска новых технических решений «Интеллект» [Текст] / М. Ф. Зарипов, И. Ю. Петрова IV. Санкт-Петербургская международная конференция «РИ-95». – С.-Пб., 1995, с. 60–61.
5. Зарипова В.М. Объектно-ориентированная модель базы знаний о физико-технических эффектах для системы концептуального проектирования новых элементов информационно-измерительных систем и систем управления//Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2013. № 1, с.162-171.
6. Зарипова В.М., Цырульников Е.С., Киселев А.А. «Интеллект» для развития навыков инженерного творчества // Alma Mater (Вестник высшей школы) 2012(1), Изд-во РУДН, ISSN 0321-0383, стр. 58-61
7. Зарипова В.М., Щербинина О.В., Жолобов Д.А., Горбачев И.Н., Кушалиев Р.Ж., Павлов А.А., Цырульников Е.С., Подгоров А.А. «Прототип автоматизированной системы поддержки концептуального проектирования элементов систем управления со встроенной подсистемой распределенного экспертного анализа полученных решений» (а.с. на программу для ЭВМ № 2012661114 от 07.12.2012)
8. Кузнецов М.В., Симдянов И.В. PHP. Практика создания Web-сайтов, И. БХВ-Петербург, 2009. – 1264 с.
9. Петрова И.Ю. Микроэлементы систем управления с распределенными параметрами различной физической природы // изд. Наука, М., 1979 - 111 с.
- 10.Петрова И.Ю., Гурская Т.Г. Приемы совершенствования электрокинетических преобразователей //Датчики и системы №10, 2007 с.18-21
11. Ревунков Г.И. Базы и банки данных и знаний. – М. Высшая школа, 1992. – 367 с.
12. Хоменко Т.В., Мурыгин М.А. Применение алгоритма выбора лучших технических решений чувствительных элементов систем управления в нечеткой среде // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2010. №2. С.111–116.

13. Хоменко Т.В., Ерёменко О.О. Автоматизированные системы поискового конструирования: системный анализ и развитие системной парадигмы // Вестник Астраханского гос. техн. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. -2010. -№ 1. -С.136–142.
14. Шлоссейгл Джордж Профессиональное программирование на PHP, 2006 г.
15. Шустов М.А. Методические основы инженерно-технического творчества. – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, -2010. – 78 с.
16. IP5 Statistics Report 2013 Edition <http://www.fiveipoffices.org/statistics/statisticsreports/2013edition.html> (обращение 08.02.2015 г.)
17. World Intellectual Property Indicators – 2014 Edition, <http://www.wipo.int/ipstats/en/wipi/> (обращение 08.02.2015 г.)
18. Гареев, Р. Т. Эвристические приемы ТРИЗ: учебное пособие / Р. Т. Гареев. – Москва: МГИУ, 2008. – 136 с.
19. Zaripova V., Petrova I. System of Conceptual Design Based on Energy-Informational Model //PROGRESS IN SYSTEMS ENGINEERING, Proceedings of the the 23rd International Conference on Systems Engineering, August, 2014, Las Vegas, NV, Series: Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 1089 2015, p.365-373.
20. Хоменко Т.В. Системные подходы к анализу измерительных устройств. /Т.В. Хоменко // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. -2009.-№ 1. -С. 88-93.

Сведения об авторах

Петрова Ирина Юрьевна, заведующий кафедрой САПР Астраханского инженерно-строительного института,
доктор технических наук
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, e-mail: Irapet1949@gmail.com

Евдошенко Олег Игоревич, аспирант Астраханского государственного университета
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20, e-mail: Goronet@list.ru

Лежнина Юлия Аркадьевна, доцент кафедры САПР Астраханского инженерно-строительного института,
кандидат технических наук
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, e-mail: Lejninau@mail.ru