

*Башмаков Александр Игоревич,  
Бухарова Надежда Анатольевна,  
Жедяевский Дмитрий Николаевич,  
Поляков Александр Александрович,  
Попов Валерий Васильевич*

## ВИРТУАЛЬНЫЙ ФОНД ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ «ЭФФЕКТИВНАЯ ФИЗИКА»

### ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ

Успешность инноваций во многом зависит от уровня новизны лежащих в их основе концепций. В технических областях наибольший вклад в конкурентоспособность вырабатываемых решений оказывает стадия *концептуального проектирования*, определяющая эффективность создаваемой продукции на 70–90% [1; 2].

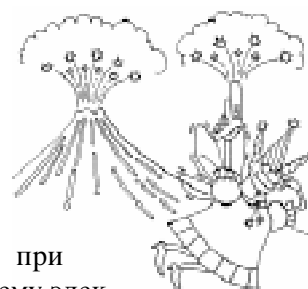
Ее цель – синтез основополагающих идей, формирование концепции построения объекта. В свою очередь, один из самых продуктивных этапов концептуального проектирования связан с разработкой или совершенствованием принципа действия технической системы (ТС). Любое концептуальное техническое решение основано на том или ином принципе действия ТС.

Основой *принципа действия* ТС (устройства, технологии) является структура, образованная совместимыми естественнонаучными и (или) научно-техническими эффек-

тами и реализующая требуемую функцию [3].

В технических приложениях современного естествознания *эффектом* называют конкретную, идентифицируемую, измеряемую, устойчивую и потенциально многократно повторяемую причинно-следственную связь, фиксирующую качественно и (или) количественно либо новое свойство объектов вещественно-полевой природы, проявляющееся во взаимодействии их с внешней средой, либо существующие взаимосвязи отдельных свойств в форме теоретических или эмпирических математических соотношений величин.

Эффекты подразделяются на *естественнонаучные (ЕНЭ)* и *научно-технические (НТЭ)*. Первые либо отражают законы и закономерности, имеющие феноменологический характер (например, нагревание проводника при прохождении по нему электрического тока), либо фиксируют взаимосвязи показателей (величин), фигурирующие в их определениях (например, зависимость давления от силы). В общем случае под ЕНЭ понимают некоторую причин-



но-следственную связь, в которой обнаруживается одно или несколько ярко выраженных качеств, свойств явления, процесса или отдельных элементов физических, химических или биологических объектов или систем вещественно-полевой природы.

ЕНЭ рассматриваются как неделимые, элементарные единицы. В отличие от них НТЭ представляют собой цепочки совместимых ЕНЭ, соответствующих типовым принципам действия ТС. Примеры НТЭ: электрический генератор, микрофон, лампа накаливания и др.

В зависимости от принадлежности к тем или иным естественным наукам ЕНЭ подразделяются на физические, химические, биологические, биохимические и др. Аналогично НТЭ подразделяются на физико-технические, химико-технические, биотехнологические и т. д.

В настоящее время известно около 10000 ЕНЭ, представляющих практически все мироздание. Получая образование в вузе, будущий инженер знакомится с 250–350 ЕНЭ. Однако знания о них не составляют систему, так как соответствующие вопросы изучаются в рамках разных дисциплин (естественнонаучных, общеинженерных, специальных технологических) изолированно друг от друга, методически и дидактически по-разному.

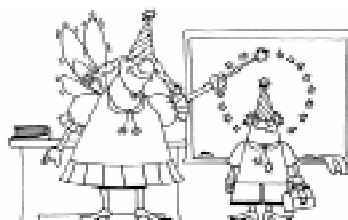
В рамках сложившейся в высшем образовании практики при изучении типовых ТС основной упор делается не на принципах их действия (то есть НТЭ, рассматриваемых как комбинации совместимых эффектов), а на различных конструктивно-технологических реализациях. Подобная традиционная методика приводит к формированию в представлениях обучаемых разрыва между фундаментальными и прикладными знаниями. Интерес к дисциплинам естественнонаучного цикла снижается из-за того, что студенты не понимают, зачем нужны получаемые ими знания, какова их роль в выбранной предметной области и сфере профессиональной деятельности. В то же время этих знаний не хватает для глубокого усвоения инженерных курсов и выработки умений создавать новые принципы

действия, выходящие за пределы рассмотренных типовых решений.

Самостоятельное изучение эффектов затруднено тем, что в литературе и базах данных информация о них разрознена и отражена фрагментарно [4]. В результате инженер, разрабатывая принцип действия ТС, в лучшем случае оперирует 30–50 эффектами. Большая же часть инженеров даже не ставит перед собой задачу поиска новых принципов действия, ограничиваясь оптимизацией конструктивно-технологических параметров известных технических решений. Обычно на этом уровне выбирается некоторый прототип (как правило, широко известный принцип действия), который оптимизируется в соответствии с конкретными условиями. Ясно, что при таком подходе разрабатываемые технические решения не могут выйти за рамки ограничений исходного прототипа (в большинстве случаев за счет оптимизации эффективность увеличивается не более чем на 30–40%).

#### КРЕАТИВНАЯ ПЕДАГОГИКА

Способности инженеров вырабатывать оригинальные идеи во многом зависят от того, как была организована их подготовка. Формирование таких способностей происходит при использовании методологии *креативной педагогики* [5, 6]. Согласно ей, наиболее эффективной технологией профессиональной подготовки является само-



стоятельное решение обучаемыми созидательных задач (выполнение креативных учебных заданий) из области будущей деятельности. В отличие от преобладающих сейчас в образовании стереотипных задач *креативные учебные задания* характеризуются следующими признаками:

- постановка задания является функциональной (вместо традиционной объектной);
- метод решения обучаемый должен выбрать самостоятельно, используя наряду

с традиционными способами эвристические стратегии, тактики и приемы;

– обучающим примером, вместо традиционно указываемого преподавателем прототипа, служат аналогии в технологиях, технике, живой и неживой природе, обществе;

– получаемый результат, как правило, неоднозначен и заранее неизвестен (то есть в ходе решения могут формироваться новые знания).

Цели профессиональной подготовки в соответствии с принципами креативной педагогики – научить вырабатывать нестандартные, оригинальные технические решения, развить способнос-

ти и стремление к творчеству, снабдить инструментарием, обеспечивающим преодоление психологических барьеров мышления и технологических стереотипов. Реализация методологии креативной педагогики предусматривает такую организацию учебного процесса, при которой обучаемый становится создателем, основной учебный материал – средством достижения созидательной цели, а между обучаемым и преподавателем устанавливаются партнерские отношения.

Методология креативной педагогики базируется на *системной методологии проектной деятельности*, охватывающей стадию концептуального проектирования [1]. В качестве основы информационно-методического обеспечения методологии концептуального проектирования и креативной педагогики предлагается использовать *продуктивные знания*, к которым относятся различные эвристические стратегии, тактики, методы, приемы, законы и закономерности развития технологий и техники. Применение продуктивных знаний позволяет обучаемому (проектировщику) выявить проблемы в совершенствуемом объекте, сформировать множество замыслов и идей (в том числе представить образ «идеального конечного результата»), выработать возможные конкретные ре-

шения проблемной ситуации. При этом продуктивные знания можно сравнить с «эвристическими тоннелями», которые ведут к области наиболее эффективных решений вокруг «идеального конечного результата» [7].

## ВИРТУАЛЬНЫЙ ФОНД «ЭФФЕКТИВНАЯ ФИЗИКА»

Виртуальный фонд ЕНЭ и НТЭ «Эффективная физика» (<http://www.effects.ru>) является одним из компонентов информационно-методического обеспечения креативной педагогики. Он представляет собой учебно-методическое и справочное средство, реализованное на основе современных Internet-технологий. Фонд ориентирован на разные уровни образования (среднее общее, начальное, среднее, высшее и послевузовское профессиональное) и может применяться в учебном процессе по естественнонаучным и техническим дисциплинам в рамках семинарских, практических и лабораторных занятий, при подготовке к контрольно-аттестационным мероприятиям, а также в качестве средства самоподготовки и электронного справочника.

### СТРУКТУРА ФОНДА

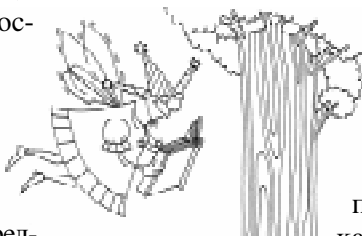
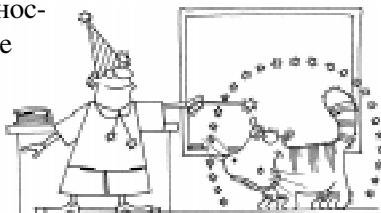
Виртуальный фонд реализован в виде Internet-хранилища описаний ЕНЭ и НТЭ, включающего средства формирования, представления, выбора и поиска описаний. Доступ к фонду осуществляется по Internet и является свободным. Для удаленной работы с ним необходим компьютер, подключенный к Internet и оснащенный стандартным web-браузером.

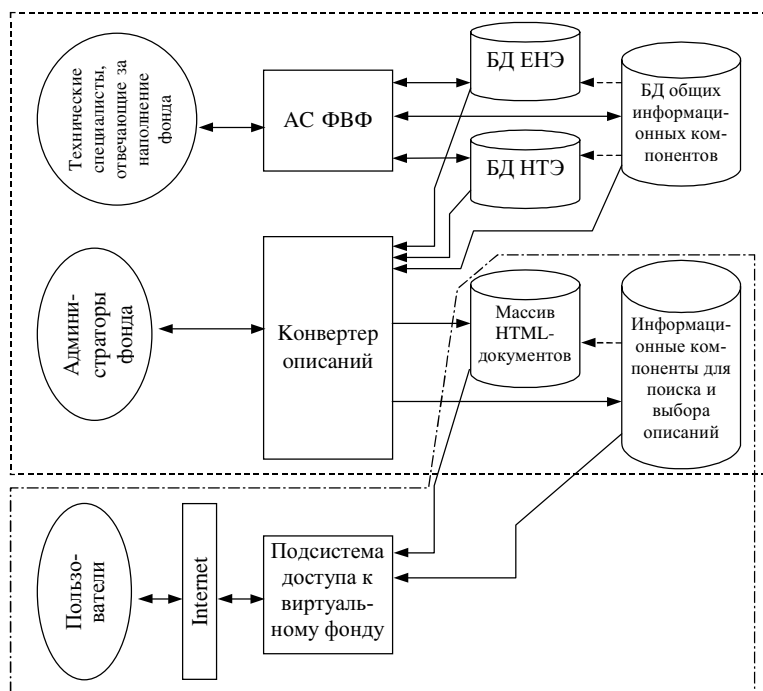
Описания эффектов состоят из следующих разделов:

– краткого и полного наименований;

– признака типа эффекта (ЕНЭ, НТЭ);

– сущности (краткая формулировка, ее пояснение; математическая модель, ее интерпретации, частные случаи; значение эффекта; эффекты, связанные с данным);





**Рисунок 1.** Архитектура виртуального фонда ЕНЭ и НТЭ.

- анимации, иллюстрирующей сущность эффекта и сформированной по унифицированным правилам;
- перечня разделов естественных наук, к которым относится ЕНЭ (по рубрикации разделов естественных наук);
- перечня областей техники, к которым относится НТЭ (по рубрикации областей технологий, техники и использующих их отраслей экономики);
- перечня ключевых слов, используемых при информационном поиске;
- формализованного описания эффекта;
- технических реализаций (текст и графические иллюстрации);
- примеров использования эффекта в технике (в составе принципов действия существующих ТС) – текст и графические иллюстрации;
- ссылок на литературные источники.

Архитектура виртуального фонда изображена на рисунке 1. Штриховыми линиями очерчены компоненты, используемые в режиме наполнения (ведения) фонда. Штрих-пунктиром ограничены компоненты, применяемые в режиме ра-



боты с фондом как с учебно-методическим или справочным средством. Первый режим является служебным, второй – основным. Конечные пользователи фонда взаимодействуют с ним через подсистему доступа.

*Методическое обеспечение* виртуального фонда включает:

- форму описания эффекта;
- инструкцию по подготовке описаний эффектов;
- методику использования фонда в учебном процессе.

Схема организации работ по наполнению виртуального фонда показана на рисунке 2. В них участвуют следующие катего-

рии исполнителей:

- авторы описаний ЕНЭ и НТЭ (ученые);
- редакторы, обеспечивающие методическую обработку описаний и унификацию их формализованных частей;
- разработчики графических иллюстраций;
- разработчики анимаций;
- технические специалисты, формирующие БД.

На заключительном этапе администраторы виртуального фонда выполняют конвертацию текущей версии БД в формат HTML-документов.

#### РАБОТА С ФОНДОМ

*Подсистема доступа к виртуальному фонду* реализована в виде web-окружения, включающего серверное программное обеспечение и информационные массивы. Программное обеспечение служит для поддержки формирования и выполнения поиско-

вых запросов, а также сбора статистики по запросам и обращениям к описаниям эффектов.

Стартовая страница виртуального фонда ЕНЭ и НТЭ показана на рисунке 3. Она содержит:

- гипертекстовое меню для перехода в основные режимы и разделы фонда;
- панель ввода запроса на поиск по текстовым разделам описаний эффектов;
- гиперссылки для перехода к страницам расширенного и формализованного поиска;
- гиперссылки для вызова общего алфавитного каталога эффектов, рубрикатора разделов естественных наук и рубрикатора областей техники и экономики.

Страница, содержащая рубрикатор разделов естественных наук, представлена на рисунке 4. Щелчок мыши на названии раздела инициирует обращение к странице с алфавитным списком относящихся к нему ЕНЭ. Для вызова алфавитного каталога всех ЕНЭ служит гиперссылка «Все». Расположенная в верхней части страницы линейка с буквами алфавита позволяет переходить к алфавитным спискам ЕНЭ, наименования которых начинаются с выбранной буквы.

Аналогичным образом организован интерфейс при работе с общим каталогом эффектов, а также рубрикатором областей техники и экономики.

Алфавитный порядок в каталогах и списках эффектов устанавливается по их полным или кратким наименованиям.

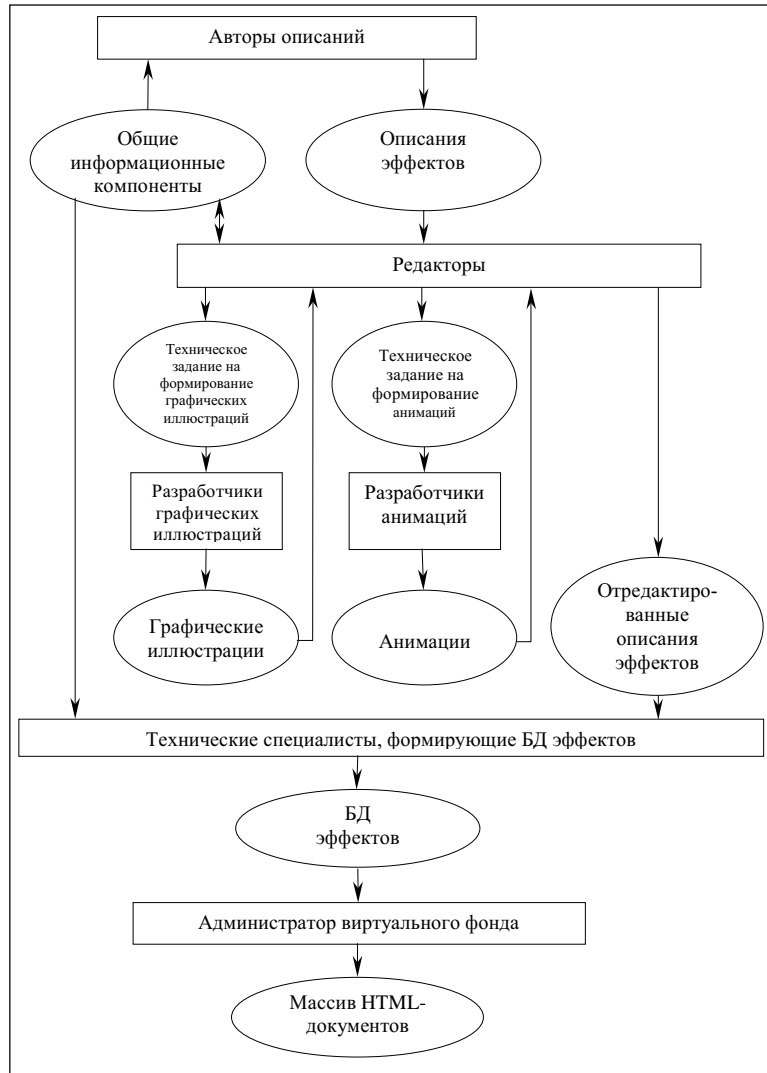


Рисунок 2. Организация работ по наполнению виртуального фонда.

□ – категория специалистов; ○ – информационные компоненты; → – передача информации.

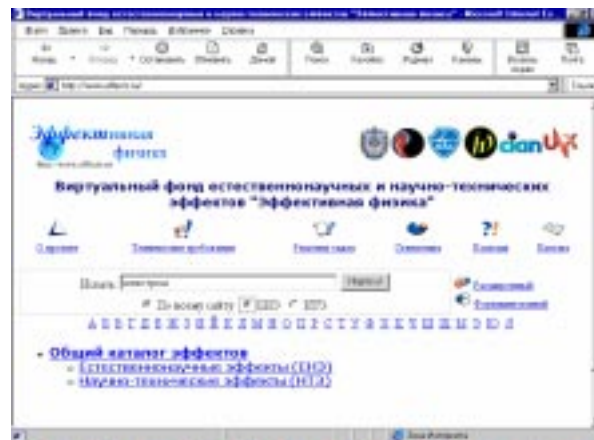


Рисунок 3. Стартовая страница виртуального фонда



Рисунок 4. Страница с рубрикатом разделов естественных наук.

Щелчок мыши на наименовании эффекта вызывает страницу с его описанием (рисунок 5).

Функции поиска по текстовым разделам описаний эффектов реализованы с помощью традиционных средств, используемых в поисковых системах Internet. По сравнению с ними принципиально более широкие возможности обеспечивают средства поиска по формализованным описаниям.

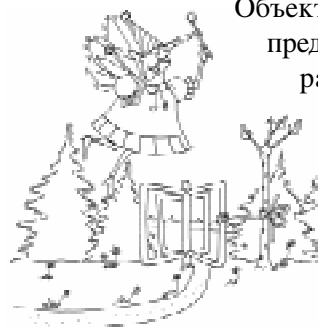
Формализованное описание эффекта включает:

- описание входной и выходной систем эффекта;
- описание преобразования входной системы в выходную;
- описание отношений между элементами входной и выходной систем.



Рисунок 5. Фрагмент описания ЭНЭ.

Входная и выходная системы состоят из объектов и отношений, имеющих вещественно-полевую природу.



Объекты и отношения представляются наборами характеристик, выбираемых из онтологии (систематики) научных технических характеристик и выражаемых

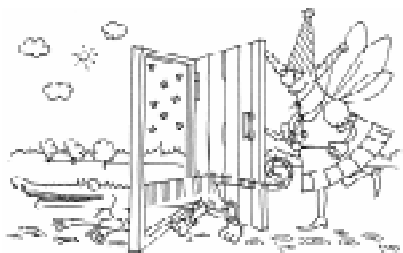
качественно или количественно. Во втором случае указываются комбинации диапазонов значений. Для отношения помимо набора характеристик задается пара объектов-коррелятов.

Выбранные характеристики помечаются как положительные или отрицательные. Качественные положительные характеристики обозначают наличие тех или иных свойств, качественные отрицательные – отсутствие. Аналогично, для количественных характеристик указываются комбинации положительных либо отрицательных диапазонов. Положительные диапазоны обозначают принадлежность, отрицательные – непринадлежность им значений соответствующих показателей.

Во входной системе выделяются характеристики, выступающие в качестве *причин* действия эффекта, а в выходной – характеристики, являющиеся его *следствиями*. В множество причин включаются характеристики, влияющие на проявление эффекта, с помощью которых можно управлять его действием. К следствиям относятся изменения в выходной системе по сравнению с входной.

Преобразование входной системы эффекта в выходную представляется совокупностью функций связи характеристик-причин входной системы и характеристик-следствий выходной, выражаемых правилами «при определенном изменении характеристики-причины имеет место определенное изменение характеристики-следствия» (при условии, что прочие характеристики-причины не меняются).

Описание отношений между элементами входной и выходной систем отражает траектории преобразования объектов и отношений в рамках эффекта.



В данной части описания указывается множество пар, первыми элементами которых являются объекты (отношения) входной системы, а вторыми – соответствующие им объекты (отношения) выходной системы. Смысл подобного соответствия заключается в том, что элементы выходной системы преобразуются из (формируются на основе) элементов входной системы. Важно, что в процессе этого преобразования, несмотря на изменение свойств, сохраняется качественная суть объектов и отношений.

Не всем объектам и отношениям могут быть приспаны корреляты в противоположной системе. Элементы входной системы, не переходящие в выходную систему, исчезают (деградируют). Элементы выходной системы, для которых не указаны соответствующие элементы-источники во входной системе, появляются в результате действия эффекта.

Формализованное описание НТЭ дополнительно включает перечень входящих в него ЕНЭ.

Онтология научно-технических характеристик фиксирует общее терминологическое пространство для экспертов, готовящих описания эффектов, и пользователей фонда. Она используется как при построении формализованных описаний эффектов, так и составлении запросов на поиск по ним. В настоящее время онтология включает более 1200 свойств и отношений, организованных в таксономию с определенными на них ограничениями целостности, отражающими совместимость характеристик. Фрагмент онтологии, отображаемый в окне выбора характеристики, показан на рисунке 6.



Рисунок 6. Фрагмент онтологии научно-технических характеристик.

### ПРИМЕРЫ ПОИСКА ЭФФЕКТОВ

Проиллюстрируем роль формализованного описания на примере. На рисунке 7 представлено формализованное описание эффекта Холла. Подчеркнем, что все фигурирующие в нем характеристики выбраны из онтологии.

Традиционные поисковые средства позволяют находить документы, индексируемые компоненты которых содержат слова или фразы, указанные в запросе. Наличие формализованного описания и онтологии научно-технических характеристик существенно расширяет возможности поиска. Например, описание эффекта Холла будет выдано в ответ на запросы следующего содержания:

- найти все эффекты, во входной системе которых присутствует твердое тело, являющееся проводником;
- найти все эффекты, во входной системе которых присутствуют вещественный объект и магнитное поле;
- найти все эффекты, во входной системе которых присутствует вещественный объект, по которому протекает электрический ток определенной плотности;
- найти все эффекты, в выходной системе которых присутствует объект, не являющийся газом и имеющий определенную разность потенциалов;
- найти все эффекты, во входной и выходной системах которых присутствуют один вещественный и один полевой объект.

Входная система	Выходная система
<p><i>Объект 1.</i> Наименование: твердое тело (ТТ). Характеристики:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• твердое тело;</li> <li>• НЕ диэлектрик;</li> <li>• плотность электрического тока <math>j \in ]0; 10^3]</math> А/м<sup>2</sup>.</li> </ul> <p><i>Объект 2.</i> Наименование: магнитное поле (МП). Характеристики:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• магнитное поле;</li> <li>• индукция магнитного поля <math>B \in ]0; 10^5]</math> Тл.</li> </ul> <p><i>Отношение 1.</i> Наименование: вещество в поле. Объекты-корреляты: ТТ, МП (ТТ внутри МП). Характеристики:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• класс отношения – макрообъект – полевой объект/макрообъект вложен в поле.</li> </ul>	<p><i>Объект 1.</i> Наименование: твердое тело (ТТ). Характеристики:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• твердое тело;</li> <li>• НЕ диэлектрик;</li> <li>• плотность электрического тока <math>j \in ]0; 10^3]</math> А/м<sup>2</sup>;</li> <li>• разность потенциалов <math>U \in ]0; 0,1]</math> В.</li> </ul> <p><i>Объект 2.</i> Наименование: магнитное поле (МП). Характеристики: без изменений.</p> <p><i>Отношение 1.</i> Наименование: вещество в поле. Объекты-корреляты: ТТ, МП (ТТ внутри МП). Характеристики: без изменений.</p>

Рисунок 7. Формализованное описание эффекта Холла.

Заметим, что приведенные запросы содержат термины, которых в явном виде нет в формализованном описании эффекта Холла (проводник, вещественный объект, газ, полевой объект). Тем не менее, благодаря онтологии, поисковые средства фонда успешно обрабатывают подобные запросы. Решение о релевантности им эффекта Холла принимается, исходя из согласования следующих компонентов запросов и описания:

- проводник не есть диэлектрик;
- твердое тело – разновидность вещественного объекта;
- твердое тело не есть газ;
- магнитное поле – разновидность полевого объекта.

В запросе на поиск эффектов по формализованным описаниям (рисунок 8) представляются входная и (или) выходная системы искомых эффектов. Входная (выходная) система состоит из одного или нескольких объектов и (или) одного или нескольких отношений. В свою очередь, каждый объект и отношение выражаются набором характеристик, выбранных из онтологии и отмеченных как положительные (присутствующие) или отрицательные (отсутствующие). Представление отношения может включать ссылку на пару несовпадающих объектов-коррелятов.

Для положительной качественной характеристики объекта



Рисунок 8. Страница ввода запроса на поиск эффектов по формализованным описаниям.





или отношения запроса релевантными считаются:

– положительная характеристика соответствующего объекта или отношения эффекта, которая либо совпадает с ней, либо подчинена ей в онтологии (непосредственно или транзитивно);

– одна или группа отрицательных характеристик соответствующего объекта или отношения эффекта, которые в онтологии вместе с положительной характеристикой из запроса непосредственно подчинены одной и той же характеристике и связаны отношением «исключающее или», обуславливающим положительное значение характеристики из эффекта, совпадающей с характеристикой из запроса, причем это положительное значение не противоречит положительным значениям других характеристик из эффекта.

Например, для запроса, содержащего единственный объект с положительной характеристикой «стабильное фазовое состояние», релевантными будут эффекты, в формализованных описаниях которых фигурирует объект с положительной характеристикой «стабильное фазовое состояние», «твердое», «жидкое», «газообразное», «плазма», «высокотемпературная плазма» и т.д., либо с отрицательной характеристикой «нестабильное фазовое состояние».



объекта

Для отрицательной качественной характеристики объекта или отношения запроса релевантными считаются:

– отрицательная характеристика соответствующего объекта или отношения эффекта, которая либо совпадает с ней, либо подчиняет ее в онтологии (непосредственно или транзитивно);

– положительная характеристика соответствующего объекта или отношения эффекта, для которой в онтологии задано или выводимо отношение «исключающее или», связывающее ее с отрицательной характеристикой из запроса и обуславливающее от-

рицательное значение характеристики из эффекта, совпадающей с характеристикой из запроса.

Например, для запроса, включающего единственный объект с отрицательной характеристикой «твердое» (имеется в виду фазовое состояние), релевантными будут эффекты, формализованные описания которых содержат объект с отрицательной характеристикой «твердое», «стабильное», «вещественный объект» либо с положительной характеристикой «жидкое», «газообразное», «плазма», «нестабильное фазовое состояние», «высокотемпературная плазма» и т. д.

## РАЗВИТИЕ ФОНДА

Исходный состав участников проекта по созданию виртуального фонда ЕНЭ и НТЭ был сформирован из специалистов в области физики и техники, поэтому в настоящее время в фонде представлены, главным образом, физические эффекты. Большая часть из них являются ЕНЭ. Поскольку формализованное описание НТЭ включает ссылки на входящие в него ЕНЭ, широкомасштабное формирование массива описаний НТЭ целесообразно разворачивать после того, как будет подготовлен представительный массив описаний ЕНЭ.

Несмотря на текущее рабочее название фонда («Эффективная физика»), в перспективе планируется представить в нем эффекты, относящиеся не только к физике, но и к другим естественным наукам (в первую очередь, химии и биологии), а также областям техники, в которых они используются.

Применение виртуального фонда при решении образовательных задач способствует *росту эффективности учебного процесса и повышению качества подготовки обучающихся* за счет системного представления



множества эффектов, относящихся к разным разделам естественных наук и областям техники, установления связей между естественнонаучными и технологическими знаниями, традиционно приобретаемыми изолированно друг от друга в рамках разных дисциплин, а также использования современных информационных технологий, обеспечивающих новые дидактические возможности.

Выделяются следующие основные направления развития виртуального фонда ЕНЭ и НТЭ.

1. Продолжение наполнения фонда (в том числе расширение спектра представляемых в нем естественных наук и областей техники).

2. Включение фонда в состав компонентов образовательного портала по естественным наукам (<http://en.edu.ru>).

3. Реализация в программных средствах фонда функций генерации учебно-тренировочных задач, поддержки их выполнения и оценивания результатов [8]. Основой для построения подобных механизмов служат формализованные описания эффектов, онтология научно-технических характеристик, а также информация о связях эффектов с разделами естественных наук и областями техники и экономики.

4. Создание дополнительных средств, обеспечивающих явное отражение связей разделов естественных наук с областями техники и экономики.

### Литература.

1. Техническое творчество: теория, методология, практика. Энциклопедический словарь-справочник / Под ред. Половинкина А.И., Попова В.В. М.: НПО «ИНФОРМ-СИСТЕМА», 1995.
2. Половинкин А.И., Бобков Н.К., Буш Г.Я. и др. Автоматизация поискового конструирования / Под ред. Половинкина А.И. М.: Радио и связь, 1981.
3. Глазунов В.Н. Поиск принципов действия технических систем. М.: Речной транспорт, 1990.
4. Попов В.В., Протасов Ю.И., Грибов В.Т., Попов Р.В. Физические эффекты и явления в горном деле. Учебное пособие. Ч. 1. М.: МГИ, 1993.
5. Башмаков А.И., Башмаков И.А., Владимиров А.И. и др. Креативная педагогика: методология, теория, практика / Под ред. Круглова Ю.Г. М.: МГОПУ им. М.А. Шолохова, изд. центр «Альфа», 2002.
6. Башмаков А.И., Владимиров А.И., Грачев В.А. и др. Технологии и средства развития творческих способностей специалистов / Под ред. Грачева В.А. М.: ЭДКД, 2002.
7. Popov V.V. Education in the Light of Liberspace Evolution and Transition to Cyberspace // Journal of Science Education and Technology (USA, New York, Plenum Publishing Corporation). 2001. Vol. 10, № 2, p.155–163.

Эти средства играют существенную дидактическую роль. Они позволяют легко выявить и проследить связи между отраслями науки и технологиями, получить информацию о том, каково практическое значение разделов естественных наук и ЕНЭ, в каких областях техники и экономики они применяются, какие естественнонаучные направления и положения (ЕНЭ) лежат в основе технологических достижений (НТЭ). Важно, что подобные сведения преподносятся обучаемым не как априорная истина, а подкрепляются конкретными объективными аргументами.

5. Представление описаний эффектов в виде, обеспечивающем возможности их включения в состав динамически формируемого интегрального контента, покрывающего учебную программу или план. Для этого каждое описание снабжается набором метаданных (манифестом в терминологии IMS) и в совокупности с входящими в него информационными компонентами (графикой, анимациями) реализуется как образовательный объект, то есть автономная единица контента, служащая «строительным материалом» для синтеза интегральных образовательных ресурсов [5, 8]. При воплощении такого подхода виртуальный фонд может использоваться не только как единая информационная система, но и как хранилище высококачественного образовательного контента.



8. *Башмаков А.И., Башмаков И.А.* Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2003.

Участники проекта по созданию виртуального фонда:

- ГНИУ «Центр информационно-аналитического обеспечения системы дистанционного образования» (ГНИУ «ЦИАН»);
- ЗАО «Корпорация Университетские сети знаний» (ЗАО «УНИКОР»);
- каф. физики Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана (заведующий – проф. А.Н. Морозов);
- каф. физики Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина (заведующий – проф. В.Б. Нагаев);
- каф. физики Московского авиационного института (заведующий – проф. Г.Г. Спирин);
- каф. общей физики Московского физико-технического института (заведующий – проф. А.Д. Гладун).

В работах по проекту также участвуют ученые из других российских университетов и институтов РАН.

Концепция, архитектура и программная реализация фонда разработаны специалистами ГНИУ «ЦИАН» и ЗАО «УНИКОР». Данные организации обеспечивают общую координацию работ, формирование информационных компонентов (ввод описаний эффектов в базу данных (БД), создание графических иллюстраций и анимаций), а также техническую поддержку функционирования фонда в Internet.

***Башмаков Александр Игоревич,  
канд. техн. наук, зам. генерального  
директора ЗАО «Корпорация  
университетские сети знаний»  
(ЗАО «УНИКОР»),***

***Бухарова Надежда Анатольевна,  
инженер ГНИУ «Центр  
информационно-аналитического  
обеспечения системы  
дистанционного образования»  
(ГНИУ «ЦИАН»),***

***Жедаевский Дмитрий Николаевич,  
ст. научный сотрудник ГНИУ «ЦИАН»,***

***Поляков Александр Александрович,  
докт. техн. наук, профессор,  
начальник Управления  
информационных технологий в  
образовании Министерства  
образования РФ,***

***Попов Валерий Васильевич,  
докт. техн. наук, профессор,  
директор ГНИУ «ЦИАН».***



Наши авторы, 2003.  
Our authors, 2003.