

УДК 658.512.011.56

В.В. ТРЕТЬЯК

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

## ВОЗМОЖНОСТИ И РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТНОГО ПОДХОДА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТИПОВЫХ ПРИЕМОВ УСТРАНЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИЙ

*В статье рассматривается возможность использования объектного подхода для реализации методов решения изобретательских задач с использованием типовых приемов устранения технических противоречий. Предложена математическая модель объектов исследования с помощью объектного подхода к проектированию. Представлены материалы по возможностям учебной программы для решения изобретательских задач при проектировании импульсных технологий. Автором представлена разработка учебной программы, которая позволяет производить синтез технических решений на основе возможностей алгоритмов решения изобретательских задач с использованием типовых приемов устранения противоречий.*

**Ключевые слова:** *объектный подход к проектированию импульсных технологий, учебная программа, синтез решений, типовые приемы устранения технических противоречий, импульсная металлообработка.*

### Введение

Известно, что импульсные методы обработки металлов давлением успешно внедрены и используются для объектов аэрокосмической техники.

Однако широкое использование этих методов в других отраслях сдерживается на протяжении длительного времени вследствие целого ряда причин.

Это связано с конкурентоспособностью импульсных и традиционных методов по номенклатуре и серийности выпускаемых изделий, постоянно возникающими вопросами техники безопасности, а также экономическими трудностями.

Использование компьютерных технологий позволяет сегодня проводить разработку и оптимизировать технологические процессы для новой номенклатуры изделий с использованием усовершенствованного оборудования и оснастки, сохраняя преимущества импульсных нагрузок, воздействующих на деталь.

Следует обратить внимание на то, что задачи, решенные в свое время основателем импульсных технологий Р. В. Пихтовниковым [1], с точки зрения изобретательских задач, относились ко всем, в том числе и к высшему 5-ому уровню изобретательских задач.

Использование новых идей в области физики, математики и информатики требует новых разработок и их реализации в промышленности.

### 1. Информационная модель объекта исследования

В мировой практике известны пакеты прикладных программ, позволяющие проводить разработки на различных уровнях проектирования новых изделий.

В настоящее время в учебном процессе применяются системы автоматизированного проектирования, использующие базы знаний.

Эти системы ориентированы на высококвалифицированных специалистов в своих областях и предназначены для решения конкретных инженерных задач.

Бесспорно, сегодня возникает необходимость разработки новых концепций для решения изобретательских задач высокого уровня.

В свое время были предложены достаточно эффективные алгоритмы и программные средства, способные решать такие задачи, однако их использование ограничивалось возможностями математических моделей и программной реализацией идей. Для решения изобретательских задач в настоящее время используется разнообразное количество математических моделей, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки, а также ограничена свойствами своего метода.

Сегодня необходимо использовать возможности современных программных средств, которые используют объектный подход к описанию объектов исследования.

В современных системах САПР информационная модель объекта исследования состоит из отдельных элементов-деталей, которые, в свою очередь, тоже являются объектами [2].

Информационная модель объекта исследования состоит из объектов, соответствующих некоторому множеству реальных предметов (деталей, их элементов и т.п.). Эти предметы (экземпляры объекта) имеют одни и те же свойства и подчиняются одним и тем же правилам строения и поведения методам).

Все многообразие деталей может быть построено вследствие использования ограниченного множества элементов, количество которых составляет обычно несколько десятков. Так, например, в системе СПРУТ-ТП модель детали формируют из конструкторско-технологических элементов (КТЭ).

Такой элемент является конструкторско-технологическим, поскольку он выполняет и конструкторские и технологические функции.

КТЭ обладают иерархической структурой, состоящей из уровней элементов: комплексных, основных и дополнительных.

Комплексные элементы – это осесимметричные, призматические и отверстия, соответствующие основным видам операций механической обработки деталей: токарной, фрезерной и сверлильной.

Основные элементы, входящие в состав комплексных: цилиндр, торец, плоскость, контур и др. Дополнительные элементы (выточки, пазы, канавки, фаски и т.д.) располагаются на основных и к их обработке можно приступить только после предварительного формирования основных элементов.

При этом виртуальная деталь, в отличие от комплексной детали в групповой технологии, может не иметь физической реализации. Это происходит в тех случаях, когда в ее состав входят взаимоисключающие элементы, например, дополнительные, связанные со шпоночным или шлицевым соединением на одном и том же основном элементе – цилиндрической ступени вала. Виртуальная деталь, как правило, включает в себя множество комплексных деталей.

Каждый КТЭ, как и деталь в целом, представляет собой объект со своим набором свойств. Имеется возможность наследования свойств от старшего объекта к младшему (рис. 1), например, шероховатости от детали к ее элементам. Модель детали и ее элементов создают с помощью редактора информационной модели изделия [3].

Информационные модели проектируемых и изготавливаемых изделий формируют и редактируют с помощью редактора информационных моделей, который можно использовать и отдельно от системы СПРУТ-ТП. Объект характеризуется именем и идентификатором (до восьми символов), а также индивидуальным списком свойств (словарем). Объекты связаны между собой отношениями «род-вид» (например, варианты исполнения детали) и «целое-часть» (составные части детали или сборочной единицы).

Связь «род-вид» реализуется включением в словарь объекта свойства-дискриминатора, значением последнего является идентификатор объекта-подтипа. Связь «целое-часть» реализуется и хранится в отдельном файле.

Связь «род-вид» реализуется включением в словарь объекта свойства-дискриминатора, значением последнего является идентификатор объекта-подтипа. Связь «целое-часть» реализуется и хранится в отдельном файле.

Экземпляры объектов генерируются автоматически с помощью подключенных к объектам методов базы знаний. Естественный способ представления знаний параметрического синтеза – использование правил-продукций: ЕСЛИ <условие>, ТО <действие>.

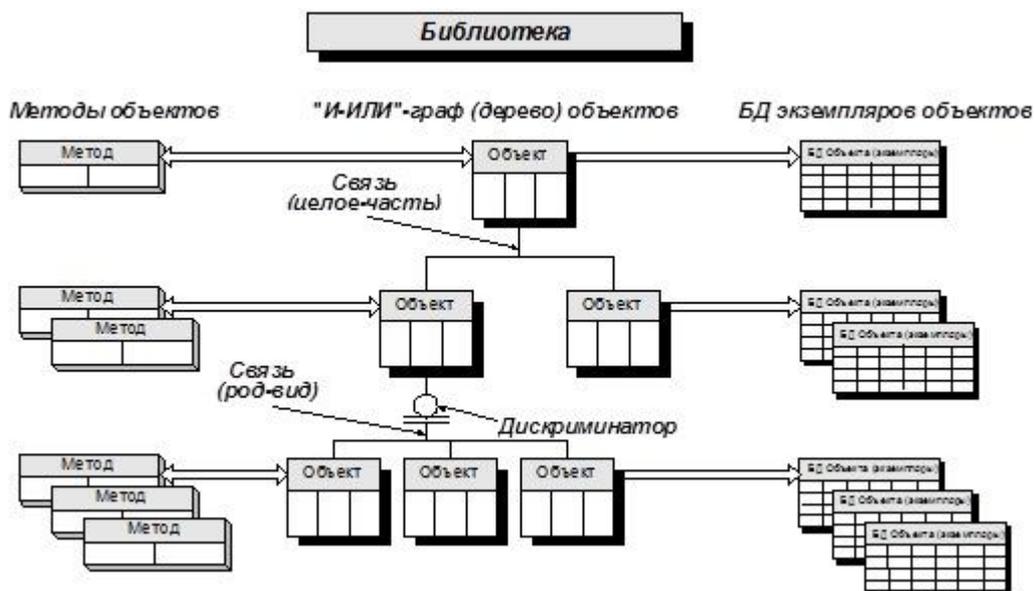


Рис. 1. Структура библиотеки объектов

Такие правила строят на базе словаря, содержащего термины технического языка и их условные обозначения (идентификаторы).

В качестве действий используются расчеты по формулам, выбор данных из многовходовых таблиц, выбор информации из баз данных, генерация графических изображений и т.д.

Технолог-эксперт формирует правила параметрического синтеза с помощью специального инструментального средства – системы генерации баз знаний [2].

После ввода необходимых правил автоматически генерируется программное средство, которое в дальнейшем используется при проектировании технологических процессов.

Базы знаний являются модульными, открытыми для модернизации и доступными для понимания любым технологом.

Связанные между собой объекты объединяются в библиотеки. Библиотека объектов содержит описание типов свойств объектов и связей между ними.

Соответствующая ей база данных экземпляров содержит значения свойств каждого из экземпляров.

## 2. Решение изобретательских задач с помощью алгоритмов АРИЗ

Изобретательских задач бесчисленное множество. Но содержащиеся в них технические противоречия довольно часто повторяются. Поскольку существуют типичные противоречия, то существуют и типичные приемы их устранения.

В творческой мастерской изобретателя приемы играют роль набора инструментов и чтобы пользоваться ими, нужны определенные навыки.

В простейшем случае изобретатель, просматривая перечень приемов, ищет подсказку по аналогии.

Это способ медленный и не очень эффективный. Иначе обстоит дело, когда решение задачи ведется по АРИЗ: таблица применения приемов указывает наиболее подходящее решение для данной задачи [3,4].

На первых этапах освоения АРИЗ изобретатель применяет приемы подряд, на более поздних – по таблице.

Однако во всех случаях надо знать типовые приемы и уметь их использовать.

Перечень типовых приемов — это своего рода настольный справочник изобретателя, но справочник особого рода: изобретатель должен рассматривать его как основу, которую необходимо самостоятельно пополнять по новым техническим и патентным публикациям.

Таблица, построенная на приемах, взятых из таких ведущих отраслей техники, будет помогать находить сильные решения для обычных изобретательских задач.

Чтобы таблица годилась и для задач, возникающих в ведущих отраслях, она должна дополнительно вобрать в себя и новейшие приемы, которые еще только входят в изобретательскую практику.

Например, АРИЗ-65 имеет таблицу, составленную на основе анализа пяти тысяч изобретений, относящихся к сорока трем патентным классам.

В АРИЗ-71 таблица значительно более подробна. При ее составлении проанализировано свыше сорока тысяч изобретений.

На кафедре технологии производства авиационных двигателей в рамках учебной программы разработана программа для реализации нескольких алгоритмов АРИЗ. Алгоритм решения изобретательской задачи на основе АРИЗ-65 состоит из 3-х последовательных стадий – аналитической, оперативной (устранение технического противоречия) и синтетической.

В свою очередь каждая стадия подразделяется на ряд последовательно осуществляемых шагов.

Одно сложное действие алгоритм разбивает на ряд частичных, более легких шагов. На рис. 2 представлены главная экранная форма для выбора меню в работе каждой из стадий.

На рис. 3 представлены этапы решения аналитической задачи. На этом этапе студенты решают задачу правильной постановки задачи, представляют себе идеальный конечный результат, определяют мешающие факторы и находят причину противоречия и определяют условия, при которых данное противоречие снимается. Работа с данной формой подкреплена конкретными примерами.

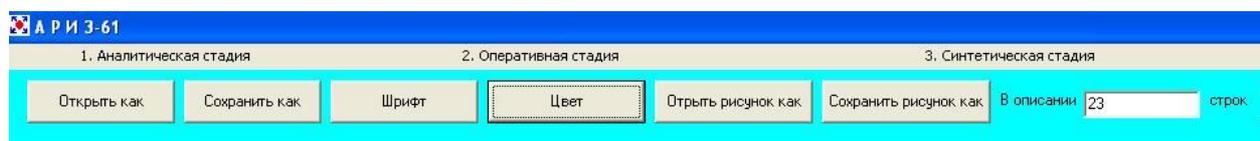


Рис. 2. Главная форма для решения изобретательских задач с помощью алгоритма АРИЗ-61

1. Аналитическая стадия	2. Оперативная стадия
1.1 Поставить задачу.	▶
1.2 Представить себе идеальный конечный результат.	▶
1.3 Определить, что мешает достижению этого результата (т. е. найти противоречие).	▶
1.4 Определить, почему мешает (найти причину противоречия).	▶
1.5 Определить, при каких условиях не мешало бы (т. е. найти условия, при которых противоречие снимается).	▶
Выводы	▶

Рис. 3. Форма для решения аналитической задачи

На рис. 4. представлены этапы решения оперативной задачи. На этой стадии студенты анализируют возможности изменения в самом объекте, проверяется возможность разделения объекта на независимые части, проверяется возможность изменения во внешней среде, в соседних объектах, проводятся исследования в соседних областях техники и в случае непригодности апробированных приемов производится возврат к более общей задаче. На рис. 5 представлены этапы решения синтетической задачи. На этой стадии предлагается внести изменения в форму данного объекта и придать ей новую сущность, внести изменения в другие объекты, связанные с данным, внести изменения в методы использования объекта и проверить применимость найденного принципа изобретения к решению других технических задач (рис. 5).

Программа оснащена и другими алгоритмами решения задачи. Например, в качестве следующего прототипа используется АРИЗ-71, включающий уже 6 стадий исследования (выбор задачи, уточнение условий задачи, решение аналитической стадии, предварительная оценка найденной идеи, решение задачи в оперативной и синтетической стадии).

### 3. Использование типовых приемов устранения технических противоречий для решения изобретательских задач в учебном процессе

В творческой мастерской изобретателя особую роль играют наборы инструментов, позволяющие проектировать новые объекты по аналогии с известными. Для успешного использования таких приемов, в простейшем случае, изобретатель, просматривая перечень приемов, ищет подсказку по аналогии. Это способ медленный и не очень эффективный.

Перечень типовых приемов — это своего рода настольный справочник изобретателя, но справочник особого рода: изобретатель должен рассматривать его как основу, которую необходимо самостоятельно пополнять по новым техническим и патентным публикациям.

На рис. 6 представлена экранная форма для выбора типовых приемов устранения технических противоречий.

Она подкреплена 40 типичными противоречиями, используемыми для решения изобретательских задач.

1. Аналитическая стадия	2. Оперативная стадия	3. Синтетическая стадия
	2.1. Проверка возможности изменений в самом объекте (т. е. в данной машине, данном технологическом процессе).	▶
	2.2. Проверка возможности разделения объекта на независимые части.	▶
	2.3. Проверка возможности изменений во внешней (для данного объекта) среде.	▶
	2.4. Проверка возможности изменений в соседних (т. е. работающих совместно с данным) объектах.	▶
	2.5. Исследование прообразов из других отраслей техники (поставить вопрос: как данное противоречие устраняется в других отраслях техники?).	▶
	2.6. Возвращение (в случае непригодности всех рассмотренных приемов) к исходной задаче и расширение ее условий, т. е. переход к другой, более общей задаче.	▶
	Вывод	▶

Рис. 4. Форма для решения оперативной задачи

2. Оперативная стадия	3. Синтетическая стадия
	3.1. Внесение изменений в форму данного объекта (новой сущности машины должна соответствовать новая форма).
	3.2. Внесение изменений в другие объекты, связанные с данным.
	3.3. Внесение изменений в методы использования объекта.
	3.4. Проверка применимости найденного принципа изобретения к решению других технических задач.
	Выводы

Рис. 5. Форма для решения синтетической задачи

Типовые приемы устранения технических противоречий.					
1. Принцип дробления	?	+	21. Принцип проскока	?	+
2. Принцип вынесения	?	+	22. Принцип "обратить вред в пользу"	?	+
3. Принцип местного качества Button3: TButton Origin: 16, 96; Size: 273 x 33 Tab Stop: True; Order: 2	?	+	23. Принцип обратной связи	?	+
4. Принцип вынесения	?	+	24. Принцип "посредника"	?	+
5. Принцип объединения	?	+	25. Принцип самообслуживания	?	+
6. Принцип универсальности	?	+	26. Принцип копирования	?	+
7. Принцип "матрешки"	?	+	27. Дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности	?	+
8. Принцип антивеса	?	+	28. Замена механической схемы	?	+
9. Принцип предварительного напряжения	?	+	29. Использование пневмоконструкций и гидроконструкций	?	+
10. Принцип предварительного исполнения	?	+	30. Использование гибких оболочек и тонких пленок.	?	+
11. Принцип "заранее подложенной подушки"	?	+	31. Применение пористых материалов	?	+
12. Принцип эквипотенциальности	?	+	32. Принцип изменения окраски	?	+
13. Принцип "наоборот"	?	+	33. Принцип однородности	?	+
14. Принцип сфероидальности	?	+	34. Принцип отброса и регенерации частей	?	+
15. Принцип динамичности	?	+	35. Изменение физико-химических параметров объекта	?	+
16. Принцип частичного или избыточного решения	?	+	36. Применение фазовых переходов	?	+
17. Принцип перехода в другое измерение	?	+	37. Применение термического расширения	?	+
18. Использование механических колебаний	?	+	38. Применение сильных окислителей	?	+

Рис. 6. Форма использования типовых приемов устранения противоречий

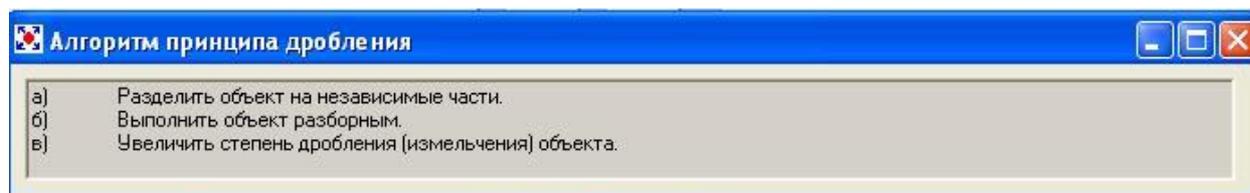


Рис. 7. Форма для просмотра алгоритма принципа дробления

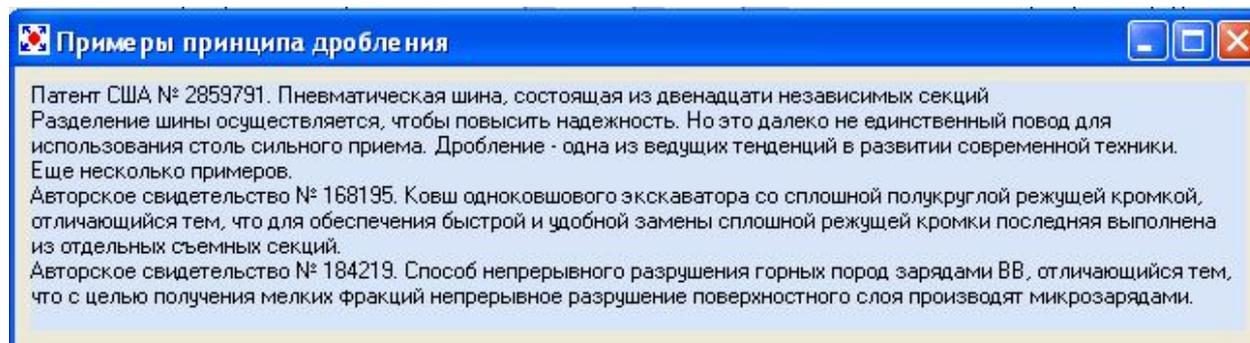


Рис. 8. Форма для просмотра примеров алгоритма принципа дробления

В свою очередь для каждого из противоречий представлен краткий алгоритм и примеры его реализации (рис. 7 и 8).

### Выводы

Данный подход к решению изобретательских задач апробирован в дипломном проектировании магистров в Национальном аэрокосмическом университете им. Н.Е. Жуковского «ХАИ» на кафедре «Технологии производства авиационных двигателей» и может быть использован для проведения лабораторных работ в курсе НИРС, а также использован для научных исследований, как в области импульсных технологий, так и в других отраслях техники [5].

### Литература

1. Пихтовников, Р.В. Перспектива развития листовой штамповки взрывом [Текст] / Р.В. Пих-

товников, В.К. Борисевич. – М.: Машиностроение, 1977. – 144 с.

2. Евгеньев, Г.Б. Систематология инженерных знаний [Текст]: учеб. пособие для вузов / Г.Б. Евгеньев. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 346 с.

3. Альтиуллер, Г.С. Алгоритм изобретения [Текст] / Г.С. Альтиуллер. – М.: Московский рабочий, 1973. – 296 с.

4. Альтиуллер, Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач [Текст] / Г.С. Альтиуллер. – Новосибирск: Наука, 1986. – 209 с.

5. Разработка алгоритмов и учебной программы синтеза технических решений при проектировании авиационной техники [Текст] / В.В. Третьяк, А.В. Онощенко, Н.С. Матусевич, М. Чехресаз // Всеукраїнська наук. техн. конф. "Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні ІКТМ-2012": Тез. доп. – Х.: Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського "ХАІ", 2012. – Т. I. – С. 123.

Поступила в редакцию 01.06.2013, рассмотрена на редколлегии 12.06.2013

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., профессор кафедры технологии производства авиационных двигателей В.Ф. Сорокин, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.

## МОЖЛИВОСТІ І РЕАЛІЗАЦІЯ ОБ'ЄКТНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ВИНАХІДНИЦТВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТИПОВИХ ПРИЙОМІВ УСУНЕННЯ СУПЕРЕЧНОСТЕЙ

**В.В. Третьяк**

В статті розглянуто можливість використання об'єктного підходу для реалізації методів рішення задач винахідництва з використанням типових прийомів усунення технічних суперечностей. Запропоновано математичну модель об'єктів дослідження за допомогою об'єктного підходу до проектування. Представлено матеріали по можливостях учбової програми для вирішення задач винахідництва при проектуванні імпульсних технологій. Автором представлено розробку учбової програми, яка дозволяє проводити синтез технічних рішень на основі можливостей алгоритмів рішення задач винахідництва з використанням типових прийомів усунення суперечностей.

**Ключові слова:** об'єктний підхід до проектування імпульсних технологій, учбова програма, синтез рішень, типові прийоми усунення технічних суперечностей, імпульсна металообробка.

## POSSIBILITIES AND REALIZATION OF OBJECTIVE APPROACH FOR DECISION OF INVENTION TASKS WITH THE USE OF MODEL RECEPTIONS OF REMOVAL OF CONTRADICTIONS

**V.V. Tretiyak**

In article the possibility of the use of objective approach for realization of methods of decision of invention tasks with the use of model receptions of removal of technical contradictions is considered. A mathematical model of objects of research by the objective approach to planning is offered. Materials on possibilities of on-line tutorial for the decision of invention tasks at planning of impulsive technologies are presented. An author presents development of on-line tutorial, which allows making the synthesis of technical decisions on the basis of possibilities of algorithms of decision of invention tasks with the use of model receptions of removal of contradictions.

**Keywords:** objective approach to planning of impulsive technologies, on-line tutorial, synthesis of decisions, model receptions of removal of technical contradictions, impulsive metal-working.

**Третьяк Владимир Васильевич** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии производства авиационных двигателей, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: vladimir.tretjak@mail.ru