

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Институт истории, филологии и философии
СО АН СССР

Философское общество СССР
Западно-Сибирское отделение

Новосибирский государственный университет
им. Ленинского комсомола

**МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ
ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА**

Тезисы докладов и сообщений
к научно-практической конференции
30 июня — 2 июля 1984 г.

Новосибирск
1984

Рудин д.с

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Институт истории, филологии и философии СО АН СССР
Философское общество СССР
Западно-Сибирское отделение
Новосибирский государственный университет
им.Ленинского комсомола

МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

Тезисы докладов и сообщений
к научно-практической конференции
30 июня — 2 июля 1984 г.

Новосибирск
1984

Рудин
Азизов - 1387
Синица

Рудин
Криво
В. Баранов
В. Баранов
В. Баранов

В условиях научно-технического прогресса техническое творчество превратилось в массовую деятельность. Уже одно это требует повышенного внимания философов и методологов науки и техники к данной проблеме. Важность внимания философов к этой проблеме возрастает в связи с появлением методов обучения техническому творчеству и методов решения творческих задач. Соответствующие эмпирические находки многих инженеров, рабочих и техников требуют осмысления со стороны научной и философской общности.

В городе Новосибирске по инициативе Обкома ВЛКСМ создана общественная школа технического творчества. Ее создание — ответ на практическую потребность предприятий города в освоении методов технического творчества. Работа школы требует притока свежей информации о достижениях в области технического творчества в стране, чему должна служить настоящая конференция.

Подготовка предстоящей конференции является конкретным ответом Западно-Сибирского отделения ЦО СССР на решения июньского 1963 г. Пленума ЦК КПСС. Установление научно-методических контактов по выдвинутой проблеме с многочисленным корпусом изобретателей и инженерно-технических работников страны, обобщение опыта творчества масс — вот основные цели конференции. Их осуществление поможет всем участникам внести свой вклад в развитие научно-технического прогресса в соответствии с августовским 1963 г. Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР. Таким путем философы стремятся ввести в действие неиспользованные резервы в соответствии с решениями декабрьского 1963 г. Пленума ЦК КПСС. Оргкомитет надеется на активное участие в дискуссии как авторов публикуемых тезисов, так и других участников конференции.

Оргкомитет

	стр.
От Оргкомитета.....	2
Несколько замечаний о ТРИЗ (И.В.Иловайский).....	7
I. ОБУЧЕНИЕ МЕТОДАМ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА	
I.1. Методология и психология обучения техническому творчеству	
Семенов С.Н. Основы философской культуры в курсе обучения методам научно-технического творчества (НТТ).....	10
Вфимов В.А., Кустов В.П. Обучение творчеству: современное состояние, проблемы, прогнозы.....	12
Паньгин Е.С. Курс РТВ-2000, — каким ему быть?.....	15
Кабин В.М. ТРИЗ и инженер.....	17
I.2. Формы обучения техническому творчеству	
Пигоров Г.С., Таран Ю.Н., Бельгальский Б.П., Антоненко С.В., Шифрис Я.Г., Мирошников О.Н. Анализ практики обучения техническому творчеству.....	19
Литвин С.Г. Ускоренная подготовка преподавателей МТТ.....	21
Тетельбаум С.Д. Курс "Основы технического творчества" — как форма активной профессиональной подготовки студентов.....	23
Крат Г.А., Тихоненко И.Г. Детское техническое творчество и инженерно-педагогические кадры.....	25
Петров В.М. Принципы составления учебных программ по ТРИЗ.....	25
Штейнберг В.Э. К вопросу о повышении творческой активности специалистов НИИ.....	27
Уманский В.Б., Якушкин А.И., Бойко В.К., Шаталов С.А., Капай Н.Н. Клуб любителей техники: формы организации обучения и исследований.....	31
Тихоненко И.Г. Обучение детей методам технического творчества.....	32
Поликовский М.Т. О преподавании курса патентоведения при изучении ТРИЗ.....	34

1.3. Развитие творческого воображения	
Злотина Э.С. Синтез интуитивного и формального в творчестве.....	36
Амнуэль П.Р. О роли научно-фантастической литературы в развитии творческого воображения инженера.....	37
Мурашковский В.С. О диалектическом подходе к исследованиям искусства.....	39
2. ПРЕДМЕТНАЯ ОСНОВА ОБУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОМУ ТВОРЧЕСТВУ: ТРИЗ	
2.1. ТРИЗ как техническая дисциплина	
Войтенко А.П. Онтологические вопросы исследования изобретательской деятельности.....	41
Пацук А.А., Андросов А.А. Что такое ТРИЗ?.....	44
Войтенко А.П. К вопросу о переходе от ТРИЗ к теории развития технических систем.....	46
2.2. Закономерности развития техники	
Антоненко С.В. О моделировании некоторых особенностей конструктивных процессов.....	49
Косарев Ю.Г. Об алгоритме конструирования идеально организованных иерархических систем.....	51
Петров В.М. Закономерности развития технических систем.....	52
Рубин М.С. О влиянии земных условий на развитие техники.....	54
Бойко В.К., Якушкин А.И. Технические системы: структуры и развитие.....	56
Бутенко В.Д., Бутенко Л.Н. Выявление резерва развития технических систем.....	57
Федяев Д.М., Тихоненко И.Г. Причины развития техники: состояние проблемы в исследованиях советских философов...	58
Предеин А.П. К вопросу о разработке общей модели развития технических систем.....	60
Саламатов Ю.П. Эволюция вещества в технических системах.....	64

Саламатов Ю.П., Кондраков И.М. Некоторые особенности идеальных технических систем.....	66
Шербаков С.Н. О классификации технических систем.....	68
Кондраков И.М. Динамизация технических систем.....	70
Литвин С.С. Согласование технических систем.....	72
2.3. Развитие понятийного аппарата ТРИЗ	
Бдуленко М.К. К алгоритму решения изобретательских задач.....	74
Фарбер Б.С. Методика решения "макроуровневых" задач в ТРИЗ.....	76
Бойко В.К., Якушкин А.И. Физические структуры и физические противоречия.....	78
Верткин И.М., Фей В.Р. Исследование тепловых технических систем.....	79
Фей В.Р., Верткин И.М. Исследование фазовых технических систем.....	80
Каган Э.Л. Принципы построения объективных критериев оценки новых технических решений.....	81
Коноваленко В.В. Классификация воплощений по количеству естественных и искусственных элементов.....	84
Кояловский С.В. Алгоритм исследования систем.....	86
Шербаков С.Н. О принципах построения системы стандартов на решение инженерных задач.....	89
Михайлов В.А. О роли химических эффектов в ТРИЗ.....	91
Хоменко Н.Н. Построение модели задачи.....	93
Горин Ю.В. Физика как инструмент решения технических задач. Состояние вопроса и перспективы.....	94
2.4. Новые области применения ТРИЗ	
Козловский С.В., Садеев П.З. Решение изобретательских задач в системах связи.....	96
Лихачев А.Ю. Пути решения задач в биологических и медицинских системах.....	97
Померанц М.С. Приложение принципов ТРИЗ к анализу некоторых нетехнических систем.....	99

Лихачев А.В. Сравнительный анализ решений технических и медико-биологических эвристических задач.....	100
Пуриков В.М. Математические эффекты в теории информации.....	102
Бутенко Л.Н., Лобачева Г.К. Выявление эвристических приемов в химии и химической технологии.....	104

2.5. Практика применения ТРИЗ

Селицкий А.Б. Работа с темником в процессе подготовки работников предприятий к техническому творчеству.....	105
Власов В.А. О применении ГОСР.....	107
Власов В.А., Селицкий А.Б. Из опыта практического применения теории решения изобретательских задач при совершенствовании скоростного оборудования целлюлозно-бумажной промышленности.....	109

Овчинников В.В. Проблема резания древесины и ТРИЗ....	111
Горчаков И.П. Опыт применения ТРИЗ по формированию семейства устройств для групповой капиллярной пайки.....	113
Тетельбаум С.Д. К теории решения изобретательских задач по тепловым схемам энергетических и энерготехнологических установок.....	114
Курашова Т.Л. Использование теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) в практических задачах лесной промышленности.....	117

2.6. ТРИЗ и ФСА

Бухман И.Б. Взаимодействие ТРИЗ и функционально-стоимостного анализа.....	119
Шаргородский И.М. Пример применения стандартов ТРИЗ на творческом этапе ФСА.....	121
Сербер Б.С., Никитин Н.Г. Прогнозирование конструкций коленных механизмов (с помощью ЗРТС) и постановка задачи для их разработки (на основе ФСА).....	122

НЕСКОЛЬКО ЗАМЕЧАНИЙ О ТРИЗ

"Теория решения изобретательских задач" (ТРИЗ) является отечественным достижением, и в ее разработку вложен талант и труд многих инженеров нашей страны.

ТРИЗ позволяет на основе знания закономерностей развития технических систем предвидеть и получать новые технические решения /1/.

1. ТРИЗ основана на положении, что развитие технических систем осуществляется через возникновение и устранение технических противоречий между частями системы, либо между системой и внешней средой;

2. Выявлены на обширном материале (систематический патентно-технический поиск) некоторые эмпирические закономерности развития технических систем и приемы устранения противоречий, например:

"развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности, т.е. вес, объем и т.п. характеристики систем стремятся к нулю, а функция системы сохраняется";

3. Найдена каноническая форма изобретательской задачи в виде "физического противоречия", когда к одной и той же части системы предъявляются взаимопротиворечивые физические требования (свойства);

4. Изобретена процедура сведения произвольной изобретательской задачи к канонической форме. В ходе этой процедуры выявляется техническое противоречие и сводится к физическому.

5. Для устранения физического противоречия используются:

- приемы устранения технических противоречий (на базе анализа патентных описаний) /2/;

- указатель физэффектов - уникальный справочник, информационно-поисковая система вида "требуемое действие, свойство" - "физэффект" /3/ - "стандарты" на решение изобретательских задач /1,4/.

6. Согласно ТРИЗ задачи подразделяются на пять уровней:

1) решаются средствами узкой специальности. В билете изобретений заявки этого уровня составляют не менее 1/3. ТРИЗ этими задачами не занимается;

2) относятся к одной отрасли техники, техническая систе-

ма изменяется несильно, могут решаться и без методики, используются на начальных стадиях обучения;

3) междотраслевые решения, техническая система изменяется сильно;

4) в технике аналогов как правило не находится, полная перестройка системы;

5) может требовать средств, неизвестных науке, прогнозирует поиск открытий.

Основной корпус задач, уверенно решаемых ТРИЗ - 3-го и 4-го уровней.

7. Предметная область ТРИЗ определяется накопленным справочно-информационным фондом, и может быть расширена методами специального патентного поиска. В настоящее время такой фонд обеспечивает уверенное решение задач с физико-химическим содержанием на базе втузовского курса общей физики и курса химии для химиков.

Возможности ТРИЗ определяются ее основными принципами и в меньшей мере зависят от справочно-информационного фонда:

- ТРИЗ меняет характер мыслительной деятельности инженера при решении творческих задач, заменяя пробы и ошибки целенаправленной процедурой решения задачи;

- ТРИЗ в ряде случаев позволяет предвидеть будущие технические решения;

- ТРИЗ позволяет увереннее планировать развитие и появление новой техники.

Триз объединяет ряд общетехнических эмпирических закономерностей, логику анализа технических систем и систему снятия психологических шор и преодоления психологической инерции. В силу комплексности своего содержания ТРИЗ является процедурой деятельности, в описании которой закономерности техники слиты с методами работы. Поэтому обучение ТРИЗ академическими методами (лекции отдельно от практических занятий) невозможно. Обучение носит активный диалоговый характер, и изложение предмета ориентировано на диалог, спор, преодоление инерции обиденного взгляда на вещи. Этим вызвано особое внимание к вопросам преподавания ТРИЗ и развитию творческого воображения.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. - М.: Советское радио, 1979.

2. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. - М.: Московский рабочий, 1973.

3. Бородастов Г.В., Денисов С.Д., Ефимов В.А., Зубарев В.В., Кустов В.П., Гончаров А.Н. Указатель физических явлений и эффектов для решения изобретательских задач. - М., 1979.

4. Стандартные решения изобретательских задач. Сост. Г.Альтшуллер. - Свердловск, 1982.

Канд. техн. наук
И.В.Иловайский

ОСНОВЫ ФИЛОСОФСКОЙ КУЛЬТУРЫ В КУРСЕ ОБУЧЕНИЯ МЕТОДАМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА (НТТ)

Как показывает практика, успешное овладение методами современной теории решения инженерных задач (ТРИЗ) требует определенной философской культуры. Поэтому представляется целесообразным включение в программы обучения методам НТТ специального раздела "Основы философской культуры научно-технического творчества", тесно увязанного с остальными разделами курса.

Мы считаем, что в рамках данного раздела необходимо акцентировать внимание на ряде методологических принципов, конкретным развитием которых является ТРИЗ.

Во-первых, обосновывая возможность массового обучения техническому творчеству необходимо опираться на марксистско-ленинскую теорию личности, подтверждающуюся данными современной педагогики и психологии (особо выделяются работы И.А.Соколинского и А.И.Мещерякова). Поскольку сущность человека есть "совокупность общественных отношений" (К.Маркс), то развитие творческих способностей в целом определяется не биологическими, а социальными качествами, формирующимися в процессе приобщения к культуре.

Во-вторых, в соответствии с принципом первичности материального, в основе процесса творчества следует выявить развитие его объективной стороны. Логика действий субъекта должна соответствовать логике объекта, т.е. объективным закономерностям его развития. Данное требование реализуется в ориентации на поиск объективных законов развития техники и на использование их как системы методических принципов и правил технического мышления.

В-третьих, поскольку метод технической деятельности в своей логике не произволен, но определяется объективными закономерностями, должна существовать лишь одна подлинная теория технического творчества, включающая в себя все рациональное, что содержится в известных методиках и приемах.

В-четвертых, вызывая определенные объективные процессы, человек преследует свои цели. Это — специфическая черта разумной человеческой деятельности. Поэтому необходимо учиться умению

постановки целей, что реализуется в процессе поиска идеального конечного результата (ИКР).

В-пятых, всякий процесс развития раскрывается через принципы и законы диалектики. Особое внимание следует уделить принципу всеобщей взаимосвязи, ориентирующему на всесторонний, системный подход к проблеме; и принципу развития, требующему рассматривать любой технический объект в его историческом движении, в тенденциях его изменения. Из законов диалектики особое значение имеет закон единства и борьбы противоположностей. Инженеру необходимо овладение учением о противоречиях как источнике развития, в том числе и творчества. Здесь следует раскрыть целую систему внешних и внутренних противоречий в развитии техники. Внешние противоречия — между потребностями и возможностями общества; между необходимостью передачи техники определенным трудовым функциям человека и недостаточным совершенством наличных технических средств; между экономическими, эргономическими, эстетическими и т.п. требованиями общества и существующей техникой — выраженные в технических требованиях и технических характеристиках, служат для инженера лишь исходным пунктом для выявления внутреннего технического противоречия между нужной функцией совершенствуемого устройства и его наличным действием. В глубине подобных функциональных противоречий лежат субстратные противоречия между наличными и необходимыми для наших целей свойствами объекта, используемого в данном устройстве. Разрешение технического противоречия на субстратном уровне — это отыскание или создание такого объекта или системы объектов, которые реализуют противоположные требования. Данные принципы реализуются в концепции "административных", "технических" и "физических" противоречий в ТРИЗ.

В-шестых, применение диалектической логики требует интенсивного приобщения инженера ко всем богатствам культуры, целостного развития его личности. Перспективную модель подлинного творца мы имеем в концепции всесторонне и гармонично развитой личности, применяющей к решению конкретной проблемы все богатство человеческой культуры. Ориентация на использование достижений психологии, приобщение к искусству, целостное развитие творческого потенциала личности реализуется в курсе развития творческого воображения (РТВ).

Отмеченные философско-методологические положения включены в общую программу обучения основам научно-технического творчества в Уфимской общественной школе научно-технического творчества.

В.А.Ефимов, В.П.Кустов

ОБУЧЕНИИ ТВОРЧЕСТВУ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ПРОГНОЗЫ

1. Сегодня повсеместно признается необходимость существенной перестройки традиционных методов и принципов обучения. Известно, что существовавшая система педагогического обучения начала складываться в Европе около 300 лет назад под влиянием идей эпохи Возрождения. Один из ее принципов гласил, что обучать нужно "всех всему", "всему, что должно знать" /1/. Современная педагогика по-прежнему стремится обучать всех всему, всем знаниям. Эта концепция стала в настоящее время тормозом в воспитании творческого человека. Она нивелирует способности, не дает возможности развиться самостоятельному мышлению.

2. Если построить качественный график распределения специалистов от способности творчески мыслить, то получится кривая, изображенная на рис. 1. Среди 20 млн. дипломированных инженеров и техников доля гениальных и очень талантливых будет незначительна (самая левая часть графика). Далее расположатся крупные и ведущие специалисты масштаба отрасли, организации, отдела... Их способности будем считать выше средних. А на уровне средних - работают не менее 75 % специалистов. Многие считают это естественным.

3. График рис. 1 очень напоминает распределение грамотности среди населения России до Октябрьской революции (см. рис. 2) /2/. И тогда это тоже считалось естественным. Стоило больших трудов, создав государственную систему образования, поднять уровень грамотности сначала до низшего (ликвидировать неграмотность), затем до начального, а сегодня мы выходим на уровень всеобщего среднего образования. Но так как обучение шло в рамках принципа, отмеченного в первом тезисе настоящего доклада, то закономерен результат, приведенный во втором тезисе.

4. До тех пор, пока все более обширные знания, обрушиваемые на специалиста системой образования, будут "накладываться" на

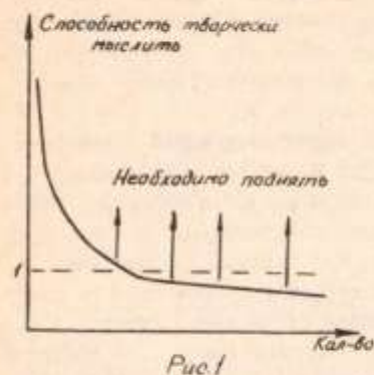


Рис. 1
1 - Средний уровень способностей творчески мыслить



Рис. 3

естественные способности человека анализировать и перерабатывать информацию, разрыв между талантливым и средним уровнем будет увеличиваться. Сейчас специалисту нужны не столько количество знаний, сколько методы эффективной их переработки и поиска нетривиальных решений, что отличает талантливое творческое мышление от обычного.

5. Естественна ли у физически одинаковых людей такая разная способность творчески мыслить? Можно показать, рассмотрев процесс эволюции мышления человека и развития общества, что: 1) способность к образованию языка неестественна для изолированного человека, но естественна для человека в обществе; 2) письменность неестественна в неразвитом обществе, но становится естественной при определенном соотношении личного и всеобщественного опыта и знаний; 3) владение грамотой — неестественная способность отдельного человека до тех пор, пока общество, руководствующееся прогрессивными устремлениями, не создаст системы всеобщего образования.

Но массовое приобщение членов общества к накопленным знаниям приводит к научно-технической революции и резкой интенсификации развития общества, к неимоверно быстрому усложнению ноосферы. На этом этапе метод, с помощью которого общество и личность продвигались по пути развития, — метод проб и ошибок — становится неестественным. Он перестает соответствовать системности ноосферы. Но человеку неестественен иной другой метод... до тех пор, пока общество, осознав новое препятствие на пути эволюции, не создаст всеобщую систему обучения (или воспитания) творческому мышлению, соответствующую сложности сегодняшней и будущей ноосферы.

6. Теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ), наверное, можно считать предвестником этой новой системы обучения. Обширный, как один из научно-технических центров страны, испытывает особую потребность перехода к более эффективным методам технического творчества. Остановившись на ТРИЗ, мы после нескольких лет применения можем заключить: 1) ТРИЗ полезна. О том говорит результаты учбы: группа в 30 человек за период обучения подала 103 заявки на изобретения, получив 93 "красных угла" (из них уже 40 А.С.), экономия от внедрения около 500 тыс. руб.; 2) в творческих бригадах, где больше ТРИЗовцев,

изобретательский выход лучше, сказывается единство мышления; для примера приведем результаты двух бригад по 5 членов (профры соответственно по 1 и 2 бригадам): созданы — в 1977 и 1980 гг.; ТРИЗовцев — 1 и 2; подано заявок — 30 и 33; "красных углов" — 25 и 16; внедрено изобретений — по 6; 3) для более полного удовлетворения потребностей организаций, работу городской системы обучения научно-техническому творчеству следует вести, например, по схеме, изображенной на рис. 3.

Литература

1. Ян Амос Коменский. Избранные педагогические сочинения. — М., 1955.
2. Большая Советская Энциклопедия, том СССР.

Е.С. Шныгин

КУРС РТВ-2000, — КАКИМ ЕМУ БЫТЬ?

В ходе решения изобретательских задач инженеры часто используют творческое воображение как элемент сознания. Этот процесс можно охарактеризовать как создание представлений и мысленных ситуаций, никогда в целом не воспринимавшихся человеком в действительности.

Воображение играет важную роль в человеческом сознании. Оно состоит, во-первых, в идеальном представлении результата деятельности до того, как он будет достигнут. Во-вторых, функция воображения связана с необходимым в процессе труда планированием своих действий. Воображение находится в сложной иерархической связи с процессами отражения объективной реальности (см. рис. 1).

В процессе решения технических задач, на разных его этапах, инженером применяется как воображение, так и логика, причем второе выступает антиподом первого. Творческое воображение, как функция сознания, совместно с логикой определяет сущность мышления, присущего только человеку. Однако место, занимаемое в сознании человека каждым из этих компонентов, неравноценно по величине и не постоянно во времени. Так, первобытный человек обладал зачаточной формой логического мышления в минималь-

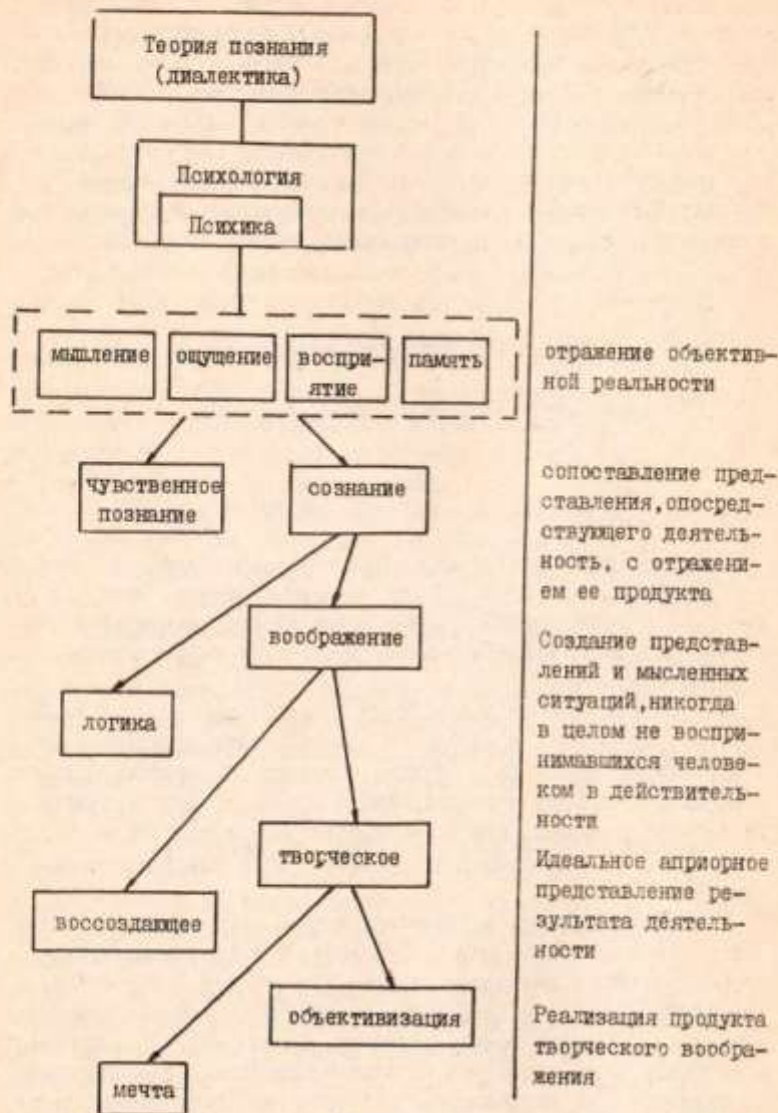


Рис. I

ном его проявлении, но зато чрезвычайно сильно было развито творческое воображение, призванное заполнить обширную область незнания. В процессе исторического развития мысленные образы духов, богов и т.п. постепенно вытеснялись знаниями, творческое мышление замещалось логикой. Современный человек обладает довольно низким уровнем творческого воображения, являющимся следствием усвоения большого объема информации к определенному моменту развития.

Задача обучения методу творческого мышления состоит, во-первых, в том, чтобы расширить область использования при решении инженерных задач как творческого воображения, так в равной мере и логики. Во-вторых, привить навыки применения обоих компонентов сознания в соответствии с конкретной необходимостью, возникающей в процессе инженерной деятельности.

Например, решая задачу с применением АРИЗа, формулировку мини-задачи и ее анализ инженер проводит методом логических умозаключений. Но при формулировке ИКР, выявлении противоречий и их разрешении необходимо творческое воображение.

Управление таким переключением сознания, а тем более — обучение этому, — задача сложная, и сложность ее — в неизученности проблемы, в отсутствии теоретических разработок и методических материалов. Но задача стоит того, чтобы быть решенной, она существенно приближает нас к выработке сильного инженерного мышления. Уверенность в правильности постановки задачи основана на диалектичности подхода к проблеме, выражающейся в единстве (в рамках сознания) и борьбе противоположностей — воображения и логики.

В.М.Хабин

ТРИЗ И ИНЖЕНЕР

XXVI съезд КПСС определил ускорение научно-технического прогресса, тесную интеграцию науки с производством как настоящее требование современной эпохи /1/.

Распространенный способ решения крупных проблем путем привлечения все большего количества специалистов и многократного увеличения объема финансирования исчерпал себя. По расчетам демографов, до конца века прирост населения в стране в рабочем

возрасте составит менее пяти миллионов, против тридцати за предшествующие пятнадцать лет /7/. Увеличение затрат на науку свыше трех процентов национального дохода (сейчас четыре процента) не приводит к ожидаемым результатам /5,6/. Выход один – повышения производительности труда всех категорий специалистов от рабочего до инженера и ученого /1/. Возрастает роль инженеров, как создателей новой техники на базе достижений науки.

Во всем мире идет поиск методов интенсификации творческой, раньше других – инженерной деятельности. Создано много методик /3/. Поиск идет по двум путям. По "иррациональному" (мозговой штурм, синектика и др.), в основе которого подсознательное, несознаваемое, о чем наука мало знает. Цель методик – получение наибольшего количества идей, но у них нет критериев оценки полученных идей. Главный недостаток – они основаны на использовании случая. От первого принципиально отличается второе направление организации технического творчества (ТРИЗ и ее основа – АРИЗ). АРИЗ исходит из того, что техника материальна, а ее развитие диалектично. Отсюда вывод: существуют объективные законы развития технических систем, эти законы можно познать и использовать для сознательного решения новых технических задач без перебора вариантов. ТРИЗ постоянно развивается. При этом на любом этапе развития теория исключает программу операций по выявлению и преодолению противоречий, средства управления психологическими факторами человека и обширный и в то же время компактный информационный фонд (приемы, стандарты, физические эффекты и явления). Суть ТРИЗ в том, что она принципиально меняет технологию производства новых технических идей /2,4/.

На занятиях в школах технического творчества, после знакомства с различными методиками, слушатели-инженеры делают однозначный выбор в пользу глубокого изучения ТРИЗ, поэтому изучению и практическому овладению этой теорией уделяется основное внимание.

Овладение теорией решения изобретательских задач повышает творческий потенциал инженеров. В психологии инженеров место задачи – "загадки" занимает задача, как этап закономерного развития конкретной технической системы. Инженер умеет быстро схватывать суть задачи и уровень уже известных решений, а так-

же видит тенденцию развития на более высокий уровень. Отсюда смелость в подходе к задаче. Появляется жажда новых задач, повышается интерес к творческой работе. Задачи, на решение которых уходили месяцы, после обучения нередко решаются сходу, днями.

По мере роста количества обученных появляется возможность планового решения задачи или серии задач путем создания небольших целевых творческих групп. Все это позволит сократить сроки решения новых задач и разработки изделий на высоком уровне, а также организовать планирование новых разработок на объективной основе, что особенно важно для планового народного хозяйства.

Литература

1. Материалы XXVI съезда КПСС. – М.: Политиздат, 1981.
2. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – М.: Радио, 1979.
3. Буш Г.Я. Основы эвристики для изобретателей. – Рига: Знание, 1977.
4. Линькова Н.П. Воображение – в рамках цели. – ЗКО, 1977, № 3.
5. Лук А.Н. Психология творчества. – М.: Наука, 1978.
6. Мангутув И.С. Инженер. – М.: Советская Россия, 1978.
7. Перевезенцев В. Демографическая политика. – Соц. индустрия, 1983, 6 сент.

Г.С.Лигорев, В.Н.Таран, Б.П.Бельгольский
С.В.Антоненко, Я.Г.Шифрис, О.Н.Мирошников

АНАЛИЗ ПРАКТИКИ ОБУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОМУ ТВОРЧЕСТВУ

1. Нашим Комитетом по интенсификации научного и технического творчества Приднепровского научного центра АН УССР и областного НТО по поручению методсовета ВСНТО выполнено (с помощью анкет, целевых командировок и систематизации публикаций) обследование обучения в стране методом творческого поиска (МТ): направленного (по методикам ТРИЗ и ОСА) и ненаправленного (морфализ, синектика и др.). Установлено, что подготовка и

проведение обучения МТ по государственным (вузы, ИПК, ПТУ) и общественным каналам (народные университеты и школы) является в настоящее время ведущей формой развития и практического приложения методологии научно-технического творчества — новой междисциплинарной области знания, находящейся в состоянии становления. Актуальность его ускорения определяется возрастающей общественной потребностью в МТ, обеспечивающих метод и в а ц и ю творческого труда (вслед за механизацией физического и машинизацией на основе ЭВМ стереотипного умственного труда).

2. Распространение обучения МТ опирается на немногочисленных специалистов и малые их (преимущественно неформальные) коллективы, а обстановка в целом с развитием и освоением МТ остается пока неудовлетворительной: охват обучением МТ на несколько порядков меньше числа нуждающихся в нем; развитие МТ идет в основном в направлении активизации технического творчества и мало захватывает научное, несмотря на общность ряда механизмов и методов и большую потребность науки в последних; крайне низка организация развития МТ, в том числе исследований, информационного обеспечения, оценки эффективности, массового обучения молодежи и старшего поколения, подготовки преподавателей (включая пединституты и ИПК) и учебно-методических материалов. Все это определяет необходимость перехода от преимущественно общественных к государственно-общественным путям и формам развития и освоения МТ.

3. Одной из ближайших практических задач является формирование эффективных программ обучения МТ. Анализ оформленного при обследовании фонда из 30 программ (пополнение его продолжается) показал крайнее разнообразие объемов (от 8 до 300 часов) и содержания обучения (большинство не имеют аналогов). Выполнены классификация программ по целям и способам их реализации, унификация (с помощью метода экспертных оценок) основных разделов программ и их функциональный анализ. По целям программы разделены на 3 типа: ознакомительные (обозначены О) объемом до 60 часов, дающие в основном знакомство с МТ; учебные (У), объемом до 140 часов, обеспечивающие обучение практическому применению МТ; специализирующие (С), объемом до 300 часов для подготовки преподавателей-специалистов МТ. Выделено

два резко отличных подхода к реализации целей обучения. Первый (характерный для программ и методик обучения ТРИЗ) ставит задачу практически овладеть МТ и для этого сконцентрировать обучение на наиболее эффективном для практики знании (законы развития технических систем, АРИЗ, стандарты и приемы разрешения противоречий), такие программы названы методическими (м). Второй подход предусматривает изучение подряд всех МТ независимо от их эффективности, что обуславливает поверхностный характер такого обзорного (о) курса. Установлено наличие ознакомительных и учебных программ разного вида, т.е. Оо и Ом, Уо и Ум. Специализирующие программы обычно все и методические.

4. Сформулированы функции программ: основная (Осн) — обучить решению задач, и две вспомогательные — передать сопутствующие знания (B_1) и установить взаимосвязь МТ и смежных областей знаний (B_2). Основная функция реализуется изучением 4 типовых разделов программ: методы решения технических задач и ТСА, развитие творческого воображения, законы и противоречивые развития технических систем и экономика технического творчества. Вспомогательные — изучением разделов: B_1 — патентоведения, организация умственного труда и применение ЭВМ, B_2 — изучением вопросов философии, психологии и этики творчества. Указанные функции характерны для основной массы обучаемых технических специалистов, но существенно меняются при специальном изучении МТ (например при подготовке пользователей САПР).

5. Предложен показатель эффективности использования времени обучения, т.е. практичности программ (П), исходя из соотношения времени, затрачиваемого на реализацию основных и вспомогательных функций, и выполнены расчеты П, показавшие большую практичность программ вида Ом, чем Уо. Разработаны рекомендуемые структуры типовых наиболее ходовых программ видов Ом и Ум (ближкие к применяемым при обучении ТРИЗ в ИПК).

С.Г.Литвин

УСКОРЕННАЯ ПОДГОТОВКА ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ МТ

В настоящее время остро стоит вопрос о быстрой и качественной подготовке кадров, способных организовывать школы и курсы изобретательского творчества и преподавать в них. Во многих

городах существуют школы и даже университеты изобретательского творчества, в некоторых вузах изучение методов технического творчества входит в программу обучения.

Но после обучения выпускники чаще всего не способны преодолеть психологический барьер - выйти в качестве преподавателя к технически образованной аудитории и быть готовым справиться с неизбежным первоначальным недоверием и предубеждением слушателей, особенно из числа способных и уже получивших определенные результаты изобретателей. Они часто не подготовлены к этому, ведь за время обучения они либо просто отвечали во время опросов, либо прочли еще по 1-2 лекции своим же товарищам, у которых барьер недоверия уже сломлен преподавателем.

В 1982 - 1983 учебном году на курсах изобретательского творчества при Пермском областном совете ВОИР был проведен эксперимент по ускоренной подготовке преподавателей. На первом этапе в ноябре 1982 года была набрана группа из 12 человек, с которой до начала февраля 1983 года было проведено 48 часов занятий. 42 часа отводилось на теорию решения изобретательских задач и методы активизации технического творчества и 6 часов - на развитие творческого воображения.

Акцент был сделан на основы теории, много времени отводилось на разрешение спорных вопросов. Практических задач, не считая разминок, за это время разобралось немного. Немногочисленность группы позволяла вести преподавание в виде беседы, что помогало слушателям лучше уяснить себе некоторые узловые моменты теории. К началу февраля в группе осталось 9 человек, 6 из них смогли продолжить обучение в качестве стажеров-преподавателей.

Начался второй этап. Была набрана новая группа из 25 человек. Ей было прочитано 55 часов, из которых 28 часов - стажерами. Акцент делался на практические вопросы, на решение конкретных изобретательских задач.

Для стажеров чтение лекций перед незнакомой аудиторией было мощным стимулом для серьезной подготовки. Поддерживая свой авторитет преподавателя, они были вынуждены "на ходу" открывать новые для себя приемы и учились ориентироваться в сложной ситуации. Истинное волнение снималось тем, что они знали, что в случае "захода в тупик" на помощь придет другой стажер или

преподаватель. После занятий проводился разбор действий, выявлялись ошибки и достижения.

Четверо стажера уже после 2-3 самостоятельно прочитанных часов освоились и стали читать на удовлетворительном уровне. Один из них, В.А.Овчинников, параллельно с обучением на курсах организовал чтение лекций на своем предприятии.

Как и выпускники-слушатели, стажеры в качестве выпускного выполняли задание по нахождению технического решения проблемы, взятой со своего производства. Но кроме того, они активно помогали преподавателю на консультациях перед защитой выпускной работы.

По результатам эксперимента можно предложить следующую методику подготовки преподавателей:

- I этап - Углубленная теоретическая и психологическая подготовка небольшой группы (50 - 100 часов).
- II этап - Обучение слушателей-практикантов и слушателей-стажеров практическим навыкам нахождения технических решений. Кроме того, слушатели-стажеры должны прочесть несколько самостоятельных лекций, как теоретического, так и прикладного характера. Итог второго этапа - защита выпускных работ на уровне изобретения (50 - 100 часов).
- III этап - Самостоятельное чтение стажерами курсов объемом 10 - 15 часов, по окончании которого проводится их аттестация.

Эта методика, насколько известно, до сих пор не применялась для подготовки кадров преподавателей МТИ, хотя и позволяет проводить эту подготовку быстро и эффективно.

С.Д.Тетельбаум

КУРС "ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА" - КАК ФОРМА АКТИВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ

В вузах Украины в соответствии с решением коллегии Минвуза УССР был введен курс "Основы технического творчества". Указанный курс содержит, помимо методов психологической активизации технического творчества, такие разделы как алгоритмические и

программные методы решения инженерных задач, моделирование технических систем и вещественой полевой анализ, эвристические приемы преодоления технических противоречий, физические и физико-химические эффекты и законы в решении инженерных изобретательских задач.

Все эти разделы самым тесным образом связаны как с общинженерными курсами так и особенно со специальными профилирующими дисциплинами независимо от узкой технической специализации. Эта связь определяется использованием основных положений общинженерных и специальных дисциплин при решении технических, инженерных задач.

Студенты, осваивая курсы физики и химии, не всегда четко и ясно представляют возможности использования огромной массы физических, химических эффектов и законов в многочисленных технических приложениях. В то же время одним из основных "инструментов" в решении технических задач являются физические и химические законы и эффекты, применение которых позволяет добиваться высокоэффективных результатов.

Аналогичная ситуация возникает при изучении специальных и профилирующих дисциплин. Знания, полученные студентами, зачастую носят пассивный характер и их активизация может происходить лишь при решении конкретных технических задач в условиях неопределенности исходных данных и недостаточности информации.

Следует отметить, что в силу специфики самого курса ряд разделов должен излагаться лишь в активной форме и требует активных методов обучения, т.е. проблемного обучения, элементов деловых игр в сочетании с учебным процессом на производстве.

Имеются также и определенные особенности использования ТСО в указанном курсе. Эти особенности заключаются в том, что оптимальным является не столько демонстрация физических явлений и технических объектов, сколько показ ситуаций, связанных с необходимостью совершенствования имеющихся образцов и созданием новой техники.

Г.А.Крат, И.Г.Тихоненко

ДЕТСКОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО И ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ КАДРЫ

Намеченная на июньском 1983 г. Пленуме ЦК КПСС реформа школы должна найти свое отражение и в методике обучения детей техническому творчеству. Прежде всего возрастает важность такой методики в связи с усилением роли производительного труда в воспитании. Возникает необходимость во всеобщем систематическом обучении, а значит нужны, в частности специальные преподаватели. В настоящее время руководством детским техническим творчеством занимаются либо энтузиасты, либо просто случайные люди. Жизнь требует для этой работы специалистов широкой инженерной эрудиции, с глубоким знанием психологии и педагогики, знакомых с современными методами поиска технических решений. Необходимы инженеры-педагоги детского технического творчества. Новое качество, которое должно появиться при объединении таких разных специальностей (инженер и педагог) — это возможность сознательного формирования навыков технического творчества.

Нам представляется, что подготовка инженеров-педагогов со специализацией "Детское техническое творчество" должна осуществляться на базе технических или педагогических вузов с инженерно-педагогическими факультетами или специального института типа Свердловского инженерно-педагогического института профтехобразования.

Реальной возможностью организации подготовки специалистов по детскому техническому творчеству может быть использование уже существующих (около двух десятков) кафедр "Инженерной педагогики и психологии". Дефицит таких кадров может быть восполнен через систему повышения квалификации и факультативные курсы. Следует признать удачной практикой подготовки специалистов по детскому техническому творчеству Госкомитетом профтехобразования.

В.М.Петров

ПРИНЦИПЫ СОСТАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫХ ПРОГРАММ ПО ТРИЗ

Методической основой составления учебных программ автор

предлагает программно-целевой подход в виде, изложенном в /1/, в следующей последовательности: 1. Определение генеральной цели обучения; 2. Прогнозирование тематики обучения; 3. Построение дерева знаний; 4. Определение потребностей в специалистах; 5. Определение взаимосвязей между отдельными видами знаний и дисциплин, формулировка ограничений и требований к ним; 6. Выбор критериев эффективности обучения; 7. Распределение учебного времени между отдельными видами знаний и дисциплин.

В частности, аналогичная последовательность может быть использована при составлении учебных программ по ТРИЗ.

В докладе подробно излагаются технологии и алгоритмы проведения каждого из этапов. Кратко опишем этапы методики составления учебных программ.

Генеральная цель обучения в основном задается администрацией, учебно-методическим отделом и т.п. инстанциями или определяется, исходя из более частных целей по специальному алгоритму.

Прогноз тематики обучения осуществляют на качественном и количественном уровнях, используя закономерности развития изучаемых областей знаний. Для ТРИЗ это законы развития технических систем.

Дерево знаний, необходимых для достижения генеральной цели обучения, должно также включать умения и навыки, которыми должен обладать данный специалист. В наиболее общем виде любой специалист должен овладеть определенными группами навыков по: специальности, идеологической убежденности, коммуникабельности и творческому отношению к труду. Причем под идеологической убежденностью должна пониматься не только ее основная часть — коммунистическая убежденность, но и убежденность в своей специальности, умение отстаивать ее интересы. Требования к организации творческого процесса сформулированы автором в /2/.

Определение потребностей в специалистах производится на количественном и качественном уровнях. Качественный уровень предназначен для выявления будущих специальностей или областей знаний.

Между отдельными областями знаний, выявленными на этапе построения дерева знаний, выявляют взаимосвязи, а, исходя из них, определяют ограничения и требования ко всему комплексу знаний

в целом и каждой области знаний в отдельности.

По выявленным ограничениям и требованиям определяют и уточняют критерии эффективности обучения. К наиболее общим критериям можно отнести: актуальность рассматриваемого знания для данной дисциплины, специальности и специалистов; средства, затрачиваемые на обучение; время, необходимое для овладения данными знаниями; степень осуществления генеральной цели обучения в отведенный период обучения; эффект от обучения: познавательный, деловой, экономический, социальный и психологический, политический и т.п.

Распределение учебного времени между отдельными видами знаний внутри каждой дисциплины и между ними осуществляется экспертными методами, например, с использованием метода расстановки приоритета /3/.

Ранжирование знаний начинается с верхнего уровня дерева знаний и постепенно доходит до самых нижних. Таким образом, происходит распределение времени между дисциплинами и в каждой из них между отдельными знаниями и их частями. Точно также происходит распределение учебных часов на овладение знаниями, умениями и навыками.

Литература

1. Петров В.М. Системный анализ выбора технических задач. — Методы решения конструкторско-изобретательских задач. Тезисы докладов. Рига: РПИ, 1978.
2. Совершенствование стиля работы молодых специалистов и ученых. Методические рекомендации. / Автор В.М.Петров. — Л.: ИИК СП, 1981.
3. Блехберг В.А., Глушенко В.Ф. Какое решение лучше?: Метод расстановки приоритетов. — Л.: Лениздат. 1982.

В.З.Штейнберг

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ТВОРЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ НИИ

Необходимость ускорения научно-технического прогресса обуславливает создание системы управления научно-техническим творчеством (НТТ) специалистов. Анализ изобретательской работы в

НИИ - результатов НТТ - показал, что 50 % заявок на изобретения и 50 % изобретений создается специалистами в возрасте от 40 до 50 лет и только 10 % изобретений - в возрасте до 30 лет; в то же время 25 % изобретателей приходится на специалистов со стажем до 5 лет и по 20 % - со стажем 5 - 10 и 10 - 15 лет. То есть, несмотря на творческую активность в первые 5 - 10 лет работы после окончания вуза, изобретательская результативность их низка. И совсем мал процент изобретателей среди непосредственных исполнителей НИОКР (менее 20 %).

Проблема управления НТТ включает три группы задач:

- совершенствование методологии выполнения НИОКР;
- повышение квалификации исполнителей;
- совершенствование стимулов повышения творческого уровня новых технических решений.

Первым шагом по пути создания системы управления НТТ в НИИ являлась организация общественной школы научно-технического творчества, обеспечивающей повышение научно-технического потенциала и творческой активности исполнителей и исправляющей, в определенной степени, недостаток высшего специального образования. Действительно, творческий уровень среднего "среднестатистического" выпускника вуза можно охарактеризовать тремя важнейшими показателями: творческим уровнем знаний, решаемых задач и достигаемых результатов (рис. 1). Этот уровень составляет примерно 10 % от оптимального и, к тому же, не всегда реализуется в процессе трудовой деятельности (рис. 2).

В первые годы работы школы 120-часовая программа обучения включала теорию решения инженерных задач и курс развития творческого воображения инженера. Преподаватели из числа квалифицированных специалистов института подготавливались и обеспечивались учебно-методическими материалами на семинарах в г.г.Киеве, Свердловске, Ангарске, Новосибирске, которые проводились разработчиками и преподавателями теории решения инженерных задач.

В дальнейшем программа максимально привязывается к основным научным направлениям института, ее разделы ориентируют на системный подход к постановке и решению технических задач, при котором решение изобретательской задачи является важным этапом, вытекающим из всестороннего анализа развития технической сис-

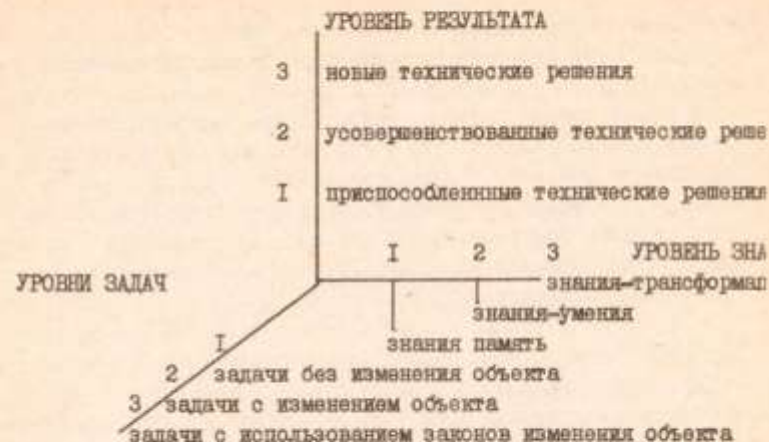


Рис.1. К оценке творческого уровня инженера.



Рис.2. Изменение творческого уровня инженера:
а) оптимальное; б) реальное.

темы. Сегодня программа включает следующие основные разделы:

- тенденции развития авиационной техники, материалов и технологий;

- основы культуры научно-технического творчества инженера; основы философской культуры научно-технического творчества, развитие творческого воображения инженера, поиск и работа с научно-технической информацией, выявление и патентная защита новых технических решений, применение научных знаний в новых технических решениях, функционально-стоимостный анализ, методы активизации поиска новых технических идей;

- введение в теорию развития технических систем: системный характер техники, этапы и закономерности развития технических систем, постановка и решение технических, в том числе изобретательских задач, прогнозирование развития технических систем;

- практические занятия и выполнение выпускной работы.

Занятия проводятся в специально оборудованном учебно-методическом кабинете, в одну группу включается не более 10 слушателей, темами выпускных работ являются актуальные производственные задачи и исследования закономерностей развития технических средств авиационного производства.

Накопленный в ходе проведения занятий опыт позволяет приступить к поиску путей совершенствования методологии выполнения НИОКР и мероприятий по стимулированию создания изобретений высокого творческого уровня.

В методологии выполнения НИОКР наименее разработанными разделами являются методы анализа тенденций и прогнозирования развития технических систем, трудности создания которых обусловлены отсутствием систематических исследований, обобщающих развитие различных отраслей техники. Задача заключается в выявлении внутренних закономерностей, описывающих качественные изменения процессных, функциональных и структурно-морфологических характеристик технических систем в ходе их развития.

Совершенствование моральных и материальных стимулов повышения творческого уровня новых технических решений - давно назревшая задача перехода от валовых показателей в изобретательской работе к ее качественной оценке. Существующие критерии оценки творческого уровня изобретений должны быть пересмотрены и основаны на действительном вкладе изобретения в развитие технической системы.

Из изложенного следует, что создание системы управления научно-техническим творчеством является комплексной проблемой, внешне различные задачи которой базируются на объективных закономерностях развития технических систем и их использовании на практике.

В.Б.Уманский, А.И.Якушкин,

В.К.Бойко, С.А.Шаталов, Н.Н.Кацай

КЛУБ ЛЮБИТЕЛЕЙ ТЕХНИКИ:

ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ современного состояния организационных форм обучения методам решения технических проблем и задач и проведения исследований по оценке эффективности существующих методов и разработке новых показывает, что существуют две группы проблем, связанных соответственно, с обучением и исследованиями. К первой группе относятся проблемы отбора в школы (институты, университеты) технического творчества людей с устойчивыми интересами к техническому творчеству, оценки применения научных методов в практической деятельности по окончании обучения, отсева слушателей из-за несоответствия их ожиданий с преподаваемыми методами решения технических задач. Ко второй группе проблем относятся подготовка исследователей и разработчиков новых методов и совершенствование уже существующих, необходимость координации исследований (из-за отсутствия в стране единого методологического центра разработки методов технического творчества), а также обеспечение эффективной работы исследователей и достоверной оценки полученных результатов.

Анализ причин возникновения указанных проблем выявил несоответствие организации обучения методам технического творчества и их исследования со структурой потребностей человека в творческой познавательной деятельности в области техники.

Выявлено, что основными составляющими структуры потребностей человека в техническом творчестве являются осознание и конкретизация его интересов и увлечений, реализация этих интересов (в виде изучения и применения существующих методов технического творчества и исследования и разработки новых методов) и получение общественного признания важности и необходи-

мости его творческой деятельности. Также существенно важным является необходимость в соответствующих психологических и эмоциональных условиях, способствующих активной деятельности и раскрытию творческих способностей человека.

Рассмотрены возможности устранения указанных выше проблем за счет единства организации обучения и исследований в рамках клуба любителей техники. Предложены его структура, формы и методы работы клуба.

Показаны преимущества такой организации обучения и проведения исследований в области технического творчества за счет целенаправленного отбора слушателей в школу технического творчества из числа кандидатов в члены клуба любителей техники, ознакомленных с содержанием и целями работы клуба, координации деятельности его членов, создания творческой атмосферы и условий, стимулирующих высокий уровень активности членов клуба.

И.Г.Тихоненко

ОБУЧЕНИЕ ДЕТЕЙ МЕТОДАМ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

В настоящее время Госкомитетом РСФСР по профтехобразованию, Республиканским учебно-методическим кабинетом Госпрофобра РСФСР ведется работа по подготовке к введению в профтехучилища предмета "Творчество в моей профессии". В связи с этим впервые возникает необходимость в создании системы обучения детей методам технического творчества, а значит нужны темплан и программа предмета, учебник для учащихся, литература для преподавателей.

О детском техническом творчестве написано очень много книг. К сожалению, они большей частью не годятся для обучения методам, так как учат либо тому, что происходит до творческого процесса (получение знаний, формирование навыков), либо тому, что происходит после (оформление идеи в модель, распространение). Обучение выполнению самого сложного, творческого этапа возможно только на основе ТРИЗ (естественно, что и литература по ТРИЗ требует обработки, адаптации). Уже есть проект темплана и программы /1/, пособие по физэффектам /2/, наконец, есть небольшой опыт ведения самого предмета.

В программе основное внимание должно быть уделено задачам.

Соотношение, предлагаемое в проекте (20 часов лекций из 40), не учитывает возрастных особенностей учащихся. В частности, нужны не лекции о коллективном творчестве, а создание отношений дружбы, взаимопомощи между детьми. Решение творческих задач позволяет создавать такую атмосферу достаточно легко. В программу должны войти и общие вопросы: понятие о изобретательстве, научно-техническая информация – но за основу курса удобнее всего взять ТРИЗ. ТРИЗ – стержень предмета "Творчество в моей профессии", задачи – основа курса ТРИЗ.

Первоочередной задачей, наряду с подготовкой преподавателей, является написание учебника-задачника по предмету для учащихся. В теоретической части такого пособия (подготовлен его черновой вариант) основное внимание должно быть уделено представлению о идеальном конечном результате, противоречиям и приемам их устранения, развитию творческого воображения, физэффектам. Предложен, в частности, сокращенный вариант АРИЗ удобный для учебных целей. Подобраны задачи к отдельным разделам.

Важное значение имеет связь предмета с курсом физики. Нами совместно с Д.В.Горным подготовлена статья о использовании изобретательских задач на уроках физики. Опубликована статья о основных направлениях такого использования /3/.

Много работы предстоит сделать в методическом плане. Нужно порекомендовать примерное распределение материала по урокам, выработать рекомендации по ведению предмета в целом и по отдельным урокам, нужно написать учебник для преподавателей предмета, чтобы не затруднять их поиском по обширному полю литературы.

Нам кажется, что основными направлениями детского технического творчества в перспективе должны стать: знакомство с техническими и физико-техническими закономерностями путем решения учебных изобретательских задач; рационализация и изобретательство на уровне отдельных усовершенствований узлов, деталей машин, способов производства; выявление неожиданных перспективных путей развития техники (от игрушечных гравипланов к настоящим).

Литература

1. Экспериментальный темплан и программа предмета "Творче-

ство и моей профессии". - М.: Госкомито, ГУМК РСФСР, 1983.

2. Горин В.В. Методические рекомендации по изучению с учащимися ПТУ физических эффектов и явлений. - М.: Госкомито, ГУМК РСФСР, 1982.

3. Тихоненко И.Г. ТРИЗ надо использовать в школе. - Техника и наука, 1983, № 7.

М.Т.Полыковский

О ПРЕПОДАВАНИИ КУРСА ПАТЕНТОВЕДЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТРИЗ

Практика преподавания теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) показала, что непременным условием применения полученных навыков в практической деятельности изобретателя является знание основ патентования. Не случайно поэтому основы патентования изучаются практически во всех школах ТРИЗ, в том числе и в Петрозаводском народном университете научно-технического творчества.

При изучении основ патентования мы стараемся в первую очередь решить следующие задачи:

1. привить слушателям умение и потребность пользоваться информационными, в частности, патентными источниками;
2. умение квалифицировать полученное решение задачи, т.е. определить, может ли оно быть заявлено в качестве изобретения. При этом слушатели должны четко усвоить критерии охраноспособности изобретения;
3. умение составить формулу изобретения;
4. умение составить заявку на изобретение.

В процессе изучения основ патентования слушателям дается также понятие об открытии, рационализаторском предложении, промышленном образце, товарном знаке, ноу-хау, правах изобретателя и рационализатора.

Изложенные выше моменты являются традиционными при изучении курса патентования. Последний, однако, в приложении к изучению ТРИЗ имеет ряд специфических особенностей. Остановимся на некоторых из них.

Одним из основных фундаментальных понятий, на которых основана ТРИЗ, является понятие противоречия. Категория противоре-

чия одновременно представляет собой базис, на котором строится понятие сущности изобретения, понимаемого как ступень в поступательном развитии объекта техники. Рассмотрение в курсе патентования диалектики понятия изобретения помогает слушателям в усвоении таких специфических для ТРИЗ понятий как "техническое противоречие", "физическое противоречие".

С понятием противоречия связано понимание развития технической системы через последовательную цепь отрицаний, в ходе которых сохраняется некоторая инвариантная базисная структура, в качестве которой может выступать выполная структура объекта.

Формулирование одного из основных инструментов ТРИЗ - стандартов на решения технических задач - основано на понятии о выполной структуре объекта техники. Именно выполная структура позволяет на строго логической основе проводить аналогию между качественно различными техническими системами.

В то же время одним из критериев охраноспособности изобретения являются "существенные отличия". Оценка этого критерия в практике экспертизы изобретений наиболее сложна, будучи связана с поиском аналогий во всем богатстве накопленных в науке и технике знаний. Необходимо отметить, что до сих пор в теории экспертизы не только не решена, но по существу еще и не поставлена задача алгоритмизации поиска аналогов при оценке критерия "существенные отличия" изобретения.

Представляется, что система стандартов на решения изобретательских задач, основанная на выполной структуре объектов, а также информационный фонд задач-аналогов, накопленный в рамках ТРИЗ, может быть первым шагом в решении задачи алгоритмизации процесса экспертизы технического решения по критерию "существенные отличия".

Отмеченные выше моменты не исчерпывают затронутой темы преподавания основ патентования в процессе изучения ТРИЗ, однако, на наш взгляд, достаточно убедительно свидетельствуют о пересечении некоторых разделов ТРИЗ и патентования, взаимно обогащающем друг друга.

СИНТЕЗ ИНТУИТИВНОГО И ФОРМАЛЬНОГО В ТВОРЧЕСТВЕ

С возникновением теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) появилась возможность решения технических и изобретательских задач с использованием элементов ТРИЗ: стандартов на решение изобретательских задач, приемов разрешения противоречий, алгоритма решения изобретательских задач и т.д. Начался процесс "формализации" технического творчества.

В технике этот процесс только зарождается. В некоторых же областях деятельности человека — науке, искусстве — синтез формального, логического и творческого, интуитивного подходов существует века.

Анализируя развитие науки, музыки, живописи, исполнительского искусства, можно вывести определенные тенденции, закономерности в соотношении этих диаметрально противоположных подходов в творчестве. Эти закономерности вытекают из законов материалистической диалектики — закона отрицания отрицания, перехода количественных изменений в качественные.

В соответствии с указанными закономерностями первоначальное развитие происходит за счет интуитивного. В дальнейшем увеличивается роль формального подхода, возрастает число правил, требований. Затем — дальнейшее ужесточение существующих правил и их разрушение. Завершается этот процесс появлением нового подхода, новых правил, частично включающих в себя старые.

Рассмотрим синтез различных сторон творчества человека на примере развития музыки.

Наиболее показательна в этом отношении история возникновения и развития сонатной формы, на основе которой созданы сонаты, симфонии, концерты.

Первые гомофонные сонаты, прообраз современной сонатной музыки, появились на основе церковной музыки Шюа, Хаслера, Преториуса и других композиторов средневековья. Только "озарением", "интуицией", "счастливой находкой" можно объяснить появление первых сонат Д.Скарлатти, К.Ф.Э.Баха, А.Корелли. К середине XVIII века сложилась определенная форма сонаты (И.Гайдна, М.Клементи, В.А.Моцарт). Еще более жесткими стали правила построения произведений сонатной формы в творчестве Л.Бетховена.

Эти правила определяли порядок чередования частей сонаты и развитие партий в каждой части, указывали на соотношения тональностей партий, часто использовались определенные средства модуляции, гармонизации.

Шло и другое развитие сонаты — сочинялись сонаты для оркестра (симфонии), для оркестра с одним или несколькими солирующими инструментами (концерты), сонаты для хора, голоса и оркестра (оратории). Но правила построения произведения, его ритмическая и тональная структура оставались прежними.

Кульминацией в развитии классической формы сонаты явилось творчество Л.Бетховена. И вслед за этим начали рушиться казавшиеся неизменными законы. Появились новые приемы выразительности, в музыке складывался новый романтический стиль со своими правилами и находками.

Наиболее яркие представители романтизма в музыке — вообще отказывались от использования сонатной формы. Часто одним из факторов, объединяющих отдельные части сонаты в законченное произведение, становится программность. Современная сонатная музыка развивается в нескольких направлениях. Одно из них — классические сонаты С.Прокофьева, Д.Шостаковича, симфонии Малера. Другое — отказ от сонатной классической формы в творчестве П.Булеза, Б.Титченко и др.

Аналогичные тенденции наблюдаются при рассмотрении живописи, архитектуры, исполнительского, балетного искусства. Во всех областях творческой деятельности человека на определенных этапах развития происходит постепенное увеличение роли формального, системного подхода, появление большого количества правил. Затем обычно следует отказ от большинства из них, усиление интуитивной стороны творчества, появление новых правил.

П.Р.Амнуэль

О РОЛИ НАУЧНО-ФАНТАСТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
В РАЗВИТИИ ТВОРЧЕСКОГО ВООБРАЖЕНИЯ ИНЖЕНЕРА

Наряду с систематическими упражнениями по развитию творческого воображения инженера, использующими те или иные методики (метод приемов, метод фантограмм, морфологический анализ и т.д.), большим подспорьем является чтение научно-фантастической литературы (НФЛ).

Можно указать несколько возможных путей влияния НЭД на развитие творческой фантазии:

1. Непосредственная подсказка интересного инженерного решения или научной гипотезы. Это случается довольно редко, хотя непосредственное влияние НЭД здесь прослеживается легче всего. Можно указать сотни идей, впервые появившихся на страницах НЭД, а затем воплощенных в жизнь, например, батисфера (рассказ Г. Уэллса "Над бездной"), электрические часы (И. Верн, "20 000 лье под водой"), радиоуправляемые ракеты (Д. Шлоссель, "Лунный курьер") и т.д.

2. Более частое влияние НЭД — мысленный эксперимент, проведенный писателем-фантастом, который не подсказывает инженеру решения задачи, но подталкивает мысль на нетривиальный путь. Мысленные эксперименты фантастов позволяют расшатать психологическую инерцию инженера или ученого.

3. Даже неосуществимая или принципиально неверная идея, высказанная фантастом, играет свою определенную положительную роль, поскольку в этом случае у читателя возникает желание опровергнуть неправильную посылку фантаста — тем самым активизируется творческая работа инженера.

4. НЭД играет роль мысленного "полигона", на котором впервые испытываются нетрадиционные, новые, "безумные" идеи ученых и инженеров. Фантастический эксперимент позволяет уяснить возможности новых идей, их влияние на общество, возникающие в связи с внедрением новых идей психологические, этические и другие проблемы, связь новых идей с общим направлением развития науки и техники и т.д.

5. НЭД способна показать инженеру или ученому нетрадиционное "поле поиска" в решении задачи, расширить круг исследований, расширить границы морфологического анализа.

6. Исследование арсенала идей НЭД позволило создать методику конструирования фантастических идей, применимую и для развития творческого воображения (четырёхэтапная схема, метод приемов). В дальнейшем исследование идей НЭД позволит уточнить эти методики, создать новые системы упражнений для развития творческого воображения.

7. Фантастические произведения сами служат "полигоном" для развития воображения — тем тренажером, который позволяет чита-

телю яснее понять и правильно использовать методы развития творческого воображения, позволяет решать творческие задачи, требующие большого запаса фантазии.

8. Исследование идей НЭД позволяет сконструировать аппарат для оценки нетривиальных идей, возникающих в ходе занятий по развитию творческого воображения. Возможность объективной оценки таких идей дает возможность совершенствовать идеи, добиваясь большего "коэффициента фантазии".

Ю.С. Муранковский

О ДИАЛЕКТИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ К ИССЛЕДОВАНИЮ ИСКУССТВА

Основную путаницу в тематику исследований вносит то, что словом "искусство" обозначают разные явления, вызванные разными причинами. Это и художественные средства, и произведения искусства, и даже личные качества артиста^{*}, что вообще к делу не относится. Традиционные исследования лежат на уровне произведений и личных качеств артиста. Такое ограничение тормозит развитие науки об искусстве, так как в поле зрения попадают только морфологические элементы произведений, к тому же в статичном, неизменном виде. Это невольно ориентирует на "правильность" существующих форм, преграждая дорогу возможным новым формам. Изучение же биографий артистов и призывание их к творчеству вообще уведет исследователей в сторону, поэтому полно натяжек и противоречий. Например, народность присуда творчеству и Т. Шевченко, и А. Пушкина, и К. Гоцци. Но было бы неверно искать ее истоки лишь в биографии писателей. Ведь, если Т. Шевченко — выходец из народа, то А. Пушкин — представитель дворянского класса. А что касается К. Гоцци, то тут вообще вышел конфуз, он был аристократ до мозга костей, искренне презиравший простой народ. Такая путаница происходит от насильственного связывания личности артиста с его образом. Более детальное рассмотрение показывает, что образ артиста — это конкретное воплощение художественных потребностей общества. Образ

^{*} Артист — от слова "art" (искусство). Этим словом обозначается человек, занимающийся любым видом искусства.

совершенно не зависит от личности носителя и развивается по своим законам в соответствии с развитием художественных потребностей общества. Удачи и неудачи артистов зависят от степени приобщения к образу. Сущность же образов стабильна и только переходит от одного носителя к другому. Например, хорошо виден образ лживого и почти неприличного насмешника при рассмотрении линии совершенно разных по характерам и биографиям носителей: Аристофан – Рабле – Вольтер – Гашек – Воннегут.

Исследование на уровне произведений у традиционных искусствоведов довольно глубоко, но опять без учета диалектики. Изучаются структуры произведений, в то время как закономерности можно вывести только из изучения развития структур, причем в тесной связи с развитием художественных потребностей общества.

Не изучаются традиционным искусствоведением и развитие и применение художественных средств (ХС). А ведь именно здесь лежит механизм развития искусства. Центральная, главная закономерность развития ХС заключается в том, что объем ХС увеличивается за счет ранее недопустимых. На современном этапе широко применяются, например, недопустимые ранее фонетические (корневые) ритмы, каллиграммы, диссонансирующие интервалы, нарушения чистоты голоса, нарушения законов перспективы. Применение новых ХС, новое применение старых ХС, просто невозможность старого применения старых ХС – все это источники противоречий, аналогичные изобретательской ситуации в техническом творчестве. Принципы же разрешения противоречий едины для любого рода деятельности человека – будь то техника, наука или искусство. Артистическая задача по структуре ничем не отличается от научной или изобретательской. Структура поиска решений та же: построение модели задачи – выбор изменяемого элемента – ориентировка на идеальный результат – выявление противоречия – разрешение противоречия. Решение артистических задач на уровне ХС алгоритмизируемо.

Исследование большого количества артистических задач дает возможность выявить в будущем типовые приемы преобразования ХС, что приведет к расширению спектра ХС в разных видах искусства.

Такой системно-диалектический подход проясняет картину так называемого "художественного" мышления. Это не что иное, как

системно-диалектическое мышление, объединяющее в единое целое различные специальные системы.

Развитие искусства – объективный диалектический процесс. Изучать его можно только как систему, причем систему диалектическую, развивающуюся. Законы развития искусства неравномерно связаны с законами развития общественных потребностей, которые проявляются в виде типовых образов. Само же развитие искусства происходит за счет неравномерности развития художественных средств. Это приводит к противоречиям, разрешение которых тоже происходит по определенным закономерностям.

А.П.Войтенко

ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1. Совокупность законов ТРИЗ лежит в плоскости идеальных построений и задает идеальный научный объект, имеющий такую же гносеологическую природу, что и, например, идеальные объекты (физики, как то: идеальный газ, математический маятник, абсолютно твердое тело и т.п. Этот идеальный научный объект ТРИЗ можно назвать "идеально развивающейся технической системой".

Как и любой идеальный научный объект, "идеально развивающаяся техническая система" появляется лишь после того, как в результате особой работы нарисована онтологическая картина в которой зафиксирован объект идеализации. ТРИЗ построена на онтологии, в которой появление изобретений объясняется саморазвитием техники /1,2/.

Тем самым задается как бы существующий в реальности онтологизированный объект – "развивавшаяся техническая система" (см. рис. 1).

2. В работах по ТРИЗ "идеально развивавшаяся техническая система" явным образом не задана. Форма изложения законов ТРИЗ такова, что постоянно производится операция отнесения идеальных построений в план онтологии, что придает видимость наличия объективного содержания у идеальных построений ТРИЗ.

3. Существование в ТРИЗ онтологической картины значительно затрудняет критику ее положений, так как любое несоответствие

они) и тем самым сформировать, с одной стороны, предмет "управляемая изобретательная деятельность и мышление", а с другой стороны, технику управления изобретательской деятельностью и мышлением. Только после создания такой техники можно начать построение соответствующего научного предмета исследования как эмпирического, так и теоретического.

В настоящее время техника управления изобретательской деятельностью и мышлением уже прошла начальный этап и включает в себя около десятка разрозненных изобретательских методов и комбинаций из них. Актуальной становится задача построения научного предмета, в рамках которого лишь и могут вырабатываться знания, подготавливающие перевод техники управления изобретательской деятельностью и мышлением в инженерию проектирования и программирования креативной деятельности.

Литература

1. Яценко Л.В. Философские и социологические вопросы теории решения технических задач. - Философские науки, 1981, № 2, с. 34 - 43.
2. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. - М.: Сов. радио, 1979.
3. Розов М.А. Предмет исследования и некоторые закономерности его формирования и развития. - В кн.: Проблемы исследования систем и структур. Материалы к конференции. М., 1965, с. 36 - 41.
4. Щадровицкий Г.П. Автоматизация проектирования и задачи развития проектной деятельности. - В кн.: Разработка и внедрение автоматизированных систем в проектировании. Теория и методология. М.: Стройиздат, 1975, с. 9 - 177.

А.А.Пацук, А.А.Андросов

ЧТО ТАКОЕ ТРИЗ?

Созрела необходимость и есть все основания говорить, что ТРИЗ - теория решения инженерных задач - имеет все атрибуты для приобретения статуса самостоятельной науки, занимающей свое особое место в системе прикладного естествознания. Во-пер-

вых, ТРИЗ, как и всякая естественная наука, имеет свой собственный материальный объект изучения, подчиняющийся объективным законам природы. Во-вторых, ТРИЗ, как и всякая строгая наука, имеет свой собственный метод исследования, подчиняющийся законам мышления. В-третьих, ТРИЗ, как и всякая прикладная наука, имеет своей полезной целью - практическое умение осознанного преобразования объекта изучения для удовлетворения общественных потребностей. В-четвертых, ТРИЗ, как и всякая научная дисциплина, имеет свои собственные терминологию и методику преподавания.

Объект, метод и цели, а также специфичная терминология и методика преподавания образуют в адекватном единстве научный предмет ТРИЗ - область компетенции и границы, вне которых компетенция этой науки прекращается.

В предлагаемом докладе впервые предпринята попытка дать экспликацию предмета ТРИЗ и тем самым в какой-то мере ответить на вопрос, поставленный в заглавии.

Дело в том, что вокруг ТРИЗ ходит множество разногласий и суждений, основанных скорее на интуитивно-чувственном, нежели на логико-рациональном восприятии внутреннего содержания и практического выхода ТРИЗ. Посему критерием истины при оценке ТРИЗ служит пока не объективная логика вещей и польза дела, а степень субъективной авторитетности того или иного высказывания. Все это приводит в отчаяние разработчиков, вкусивших плоды от ТРИЗ, и дает обильную пищу противникам для язвительной критики. И здесь без научно-философского осмысления предмета и места ТРИЗ в системе прикладного естествознания, пожалуй, не обойтись. К сожалению, научные разработки в этом аспекте практически отсутствуют. Под научными разработками здесь понимаются выводы, суждения и умозаключения, истинность которых не зависит ни от воли, желания и намерений, ни от авторитета субъекта-разработчика, ни от ссылок на авторитеты.

В предлагаемом докладе с позиций материалистической диалектики как науки показано, что:

- объектом изучения ТРИЗ является естественный процесс логико-исторического развития технических объектов;
- эмпирической базой исследования является мировой патентный фонд, в котором собрана и зафиксирована фактическая

история и логика естественного развития технических объектов;

- методом исследования является диалектическая логика и ее законы, отражающие объективную диалектику всякого развития;
- научной задачей является выяснение и объяснение объективных законов развития технических объектов и обнаружение конкретных проявлений этих законов во всяком техническом объекте;
- практической целью ТРИЗ является производство новых (изменение известных) технических решений осознанным, дискурсивным путем, в противоположность путям интуитивным, эвристическим в психологических теориях творчества.

Такой методологический подход, решительно отмежевываясь от психологических и формально-логических теорий творчества, выясняет и объясняет фундамент и стратегический план становления ТРИЗ как самостоятельной естественно-прикладной науки, которая средствами материалистической диалектики изучает структурно-функциональную логику исторического развития технических объектов.

Практический выход ТРИЗ в инженерное творчество имеет три направления, различающиеся критериями решения инженерной задачи:

- по критерию новизны (патентноспособности) решения - это АРИЗ (алгоритм решения изобретательских задач);
- по критерию минимума суммарных общественных затрат при осуществлении и использовании решения - это ФСА (функционально-стоимостный анализ);
- по критерию экологичности решения (минимума воздействий на окружающую среду) - это направление пока витает в воздухе, но насущность его несомненна.

А.П.Войтенко

К ВОПРОСУ О ПЕРЕХОДЕ ОТ ТРИЗ К ТЕОРИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

1. В процессе практического использования ТРИЗ обнаруживаются противоречия между законами развития технических систем (ТС). Так, закон увеличения степени идеальности ТС противоречит закону увеличения степени управляемости /1/. Попытка устранить это противоречие за счет введения "принципа вытеснения неидеальности" /1,2/ неубедительна.

Можно указать еще на противоречие между законом увеличения степени выполненности ТС и законом увеличением степени идеальности. Согласно закону увеличения степени выполненности, развитие ТС идет от невыхода к неполным выходам и далее - к выходам. Таким образом, в структуре выхода должны появляться новые элементы и связи, что влечет за собой появление новых элементов и связей в ТС и, следовательно, приводит к усложнению структуры ТС. Закон же увеличения степени идеальности требует, в частности, упрощения структуры системы /1/. Таким образом, с одной стороны, структура ТС должна усложняться, а, с другой стороны, она должна упрощаться.

Ввиду постановки задачи о переходе от ТРИЗ к теории развития технических систем (ТРТС) /3/, появляется ряд вопросов. Можно ли устранить противоречивость законов ТРИЗ? Как можно построить противоречивую и полную ТРТС? Какие проблемы при этом возникнут? Можно ли их преодолеть?

2. Создание ТРТС должно базироваться на онтологии системного подхода /4, 5/. Согласно ее положениям, любая ТС может быть представлена в четырех категориальных планах: морфология, процессы, функциональная структура и материал. Эти планы могут разворачиваться на уровнях системы, подсистемы и надсистемы.

Для описания развития любой технической системы необходимо иметь минимум пять групп законов: развитие процессов, функциональной структуры, материала, морфологии и внешнего функционирования. Вычленение поросят друг от друга, эти группы законов должны быть затем взаимосвязаны, что приводит к необходимости установления еще 10 групп законов развития связей между первыми пятью группами законов. Только в этом случае возникнет система законов развития.

Вычлененные в ТРИЗ законы составляют конгломератные образования из указанных 15 групп системы законов развития. Например, закон увеличения степени выполненности включает часть, связанную с развитием функциональной структуры (увеличение числа элементов выхода и связей между ними), и часть, связанную с развитием материала (переход к порошкам, ферромагнитным порошкам). Если, например, число веществ в выходе уменьшилось, но они все стали ферромагнитными, то уменьшение степени выполненности становится неопределенным.

Еще больший конгломерат представляет собой закон увеличения степени идеальности. В нем можно выделить: закон увеличения степени идеальности структуры (меньше элементов – система идеальнее), закон увеличения степени идеальности внутреннего функционирования (больше функций выполняет каждая подсистема – степень идеальности выше), закон увеличения степени идеальности материала (большая доля материала функциональна – идеальность выше), закон повышения идеальности связи процесс – функциональная структура (согласованнее процесс функционирования подсистем – идеальность выше; больше число одновременно осуществляемых функций – идеальность выше), закон увеличения идеальности внешнего функционирования (больше функций выполняет система – идеальность выше; больше результат превышает затраты – идеальность выше). Если, например, в системе элементов стало больше и они выполняют меньше функций, но при этом большая доля материала участвует в функционировании, лучше согласованность функционирования подсистем, а технические показатели лишь немногим превышают прежние, то однозначно сказать об увеличении степени идеальности нельзя.

4. Основной трудностью в построении ТРТС является вычленивание законов развития материала, поскольку это переводит теорию в план предсказания свойств еще не созданных материалов. Если эту трудность попытаться обойти, остановившись на частном варианте теории, в которой изменение техники будет базироваться только на известных материалах, то тогда теория перестанет быть теорией развития технических систем (так как в системе законов развития элиминирование группы развития материала качественно преобразует содержание каждой оставшейся группы законов и всей их системы). ТРТС превратится в теорию применения известных материалов для нужд техники. Но и при таком варианте теории проблематична возможность установления связей между: а) процессами и материалом и б) функциональными структурами и материалом /5, 6/.

Помимо этого, проблему представляет ограничение множества системных представлений технического объекта, т.е. создание достаточно полного конфигуратора технической системы /7/.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Столкновение законов. – Техника и наука, 1980, № 9, с. 16.
2. Петров В.М. Идеализация технических систем. – В кн.: Областная научно-практическая конференция "Проблемы развития научно-технического творчества ИТР". Тезисы докладов. Горький, 1983, с. 60 – 62.
3. Альтшуллер Г.С. ТРИЗ в строительных лесах. – Техника и наука, 1980, № 12, с. 17 – 18.
4. Щедровицкий Г.П. Автоматизация проектирования и задачи развития проектной деятельности. – В кн.: Разработка и внедрение автоматизированных систем в проектировании. Теория и методология. М.: Стройиздат, 1975, с. 9 – 177.
5. Щедровицкий Г.П. Два понятия системы. – В кн.: Труды XIII международного конгресса по истории науки: Секция IА, П.М.: Наука, 1974, с. 149 – 153.
6. Щедровицкий Г.П. Человек и деятельность в инженерно-психологических исследованиях. – В кн.: Проблемы инженерной психологии. Вып. I. М., 1971, с. 120 – 124.
7. Лефевр В.А. О способах представления объектов как систем. – В кн.: Тезисы докладов симпозиума "Логика научного исследования" и семинара логиков. Киев: Изд-во Киевского госуниверситета, 1962, с. 25 – 27.

С.В.Антоненко

О МОДЕЛИРОВАНИИ НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КОНСТРУКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

Сущность конструктивного процесса сводится к формированию и/или преобразованию отношений, определенных на некотором множестве объектов. Поскольку совокупность объектов с отношениями есть система, логично рассматривать конструктивные процессы как процессы формирования и развития систем. Модели этих процессов, в частности, в /1, 2/.

В соответствии с /2/, любой конструктивный процесс имеет два предельных состояния: начальное, именуемое "деградацией" (Д), при котором на множестве не определено ни одно отношение

(энтропия максимальна), и конечное, именуемое "вырождением", при котором все элементы множества однозначно упорядочены (энтропия отсутствует). В /2/ указано также, что реальные системы, как правило, эволюционируют в направлении от Д к В, но на определенном этапе эволюции переходят на качественно иной уровень, не достигая состояния В. Представляется интересным рассмотреть вопрос о точке появления качественного "скачка".

Если рассматривать состояние Д и В как диалектически единую "точку" конструктивного процесса, то становится очевидным, что переход должен совершаться в точке с противоположными свойствами, т.е. ровно на "середине" эволюции. Это же, в свою очередь, приводит к мысли о двух (а не одном!) видах конструктивных процессов: синтетическом (от Д к В) и аналитическом (от В к Д), а также о том, что до момента "скачка" на уровень надсистемы последняя должна находиться в состоянии Д(В).

Такие незначительные, на первый взгляд, уточнения позволяют сформулировать ряд правил протекания конструктивных процессов.

1. Конструктивные процессы могут быть реализованы двояко: синтетически (на основе элементов) либо аналитически (на основе анализа определенной целостности, например, функции технической системы).

2. Любой конструктивный процесс имеет предел развития, обусловленный "длиной" "эволюционного пути".

3. Результат конструктивного процесса инвариантен к пути его реализации.

4. Конструктивный процесс является продуктом эволюции альтернативных состояний. Следствием этого является необходимость и достаточность для образования надсистемы выполнения конструктивного процесса для пары "система - антисистема".

Положения 1 - 4 для частных случаев отмечались отдельными авторами. Из изложенного следует, что они носят всеобщий характер.

Сознательное применение этих положений может повысить эффективность конструктивных процессов.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. - М.: Сов.

радио, 1979 - Кибернетика. - 184 с.

2. Седов Е.А. Одна формула и весь мир. Книга об энтропии. - М.: Знание, 1982. - Наука и прогресс. - 142 с.

Ю.Г. Косарев

ОБ АЛГОРИТМЕ КОНСТРУИРОВАНИЯ ИДЕАЛЬНО ОРГАНИЗОВАННЫХ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМ

При конструировании различного рода систем из изменяющихся функциональных блоков, кроме решения задачи функционального конструирования (выбора набора исходных блоков и функциональной структуры для их объединения в систему, способную выполнять заданную функцию), возникает необходимость обеспечить высокое качество функционирования путем выбора оптимальной схемы и оптимальных пропорций распределения ресурсов между исходными блоками.

Принципиальная возможность создания формальных (алгоритмических) методов решения подобных задач показана в теории гармоничных систем /1, 2/. На основе этой теории удалось выявить достаточно содержательный класс объектов и установить условия достижения предельно возможного значения величины эффективности функционирования системы, построенной из этих объектов, для основных схем использования ресурсов: параллельной и последовательных с маневром и без маневра ресурсами.

В соответствии с /1, 2/ каждый из исходных функциональных объектов A_i должен характеризоваться размерами области определения зависимости величины эффективности функционирования $U_i = C_i f(x_i)$ от количества ресурсов x_i и постоянной величиной удельной эффективности C_i . Показано, что для случая, когда функция $f(x)$ является степенной, существуют простые аналитические выражения, позволяющие для каждой из схем использования ресурсов определить наилучшие распределения ресурсов между объектами, а также значения удельной эффективности системы и размеры области определения функции эффективности от количества ресурсов, которые полностью определяются значениями аналогичных величин для исходных объектов.

Поскольку эффективность системы в этом случае связана с количеством ресурсов степенной функцией того же вида, что и для

исходных объектов, то система представляет собой объект, с которым можно формально поступать точно так же, как и с исходными объектами.

Таким образом, располагая набором исходных функциональных блоков с указанными выше свойствами использования ресурсов, можно получать новые и новые блоки, выполняющие все более сложные функции с предельно возможной эффективностью, величина которой полностью определяется свойствами исходных блоков.

В соответствии с этим для каждого функционального блока возникают два типа изобретательских задач: превзойти существующую рекордную величину удельной эффективности и расширить размеры области использования ресурсов.

Литература

1. Косарев В.Г. О математической модели гармоничных систем. Ч. I. - В кн.: Математическое обеспечение вычислительных систем из микро-ЭВМ (Вычислительные системы, вып. 96). Новосибирск, 1983, с. 3 - 28.

2. Косарев В.Г. О математической модели гармоничных систем. Ч. II. - В кн.: Анализ разнотипных данных (Вычислительные системы, вып. 99). Новосибирск, 1983, с. 15 - 38.

В.М.Петров

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Предпринята попытка наложить систему законов развития технических систем (ЗРТС).

Все законы развития технических систем автор предлагает разделить на три группы: законы жизнеспособности, эффективности и эволюции.

Минимальная жизнеспособность технических систем (ТС) является необходимым условием при их разработке. Она определяется правильной организацией ТС, рассматривающей принципы формирования структуры и управления разрабатываемой ТС. Структура определяется наличием минимально необходимого набора работоспособных элементов и связей. В докладе рассматриваются качества и требования, предъявляемые к каждому элементу жизнеспособности ТС.

Эффективность систем будет тем выше, чем больше эффект от их использования и чем меньше затраты на разработку, изготовление и эксплуатацию ТС. Повышение эффекта определяется повышением уровня организации ТС в целом и ее компонентов (структуры и управления, зависящих от элементов и связей). В частности, повышение эффекта производится согласованием уровня частей системы, например, путем согласования параметров частей системы или их адаптацией.

Снижение затрат в ТС обеспечивается увеличением срока "жизни", числа функций, выполняемых этой системой, и удельных параметров системы, а также уменьшением массо-габаритов и энергозатрат ТС.

Во второй группе законов эффективность понимается как комплексная и включает в себя составляющие: техническую, экономическую, экологическую, эргономическую, социально-психологическую и политическую. Каждая группа эффективности накладывает в виде ограничений на законы развития техники.

Эволюция техники прежде всего подчиняется закону увеличению степени идеализации ТС, изложенному в /1/. Дальнейшее развитие этого закона описано в /2/.

Движущая сила идеализации ТС - возникновение потребностей. Они могут удовлетворяться путем применения материальных объектов или знаний по известному и новому назначению или созданием новых систем.

Увеличение степени идеализации происходит путем увеличения степени организации, осуществляемое через разрешение противоречий, присущих ТС, возникающих вследствие неравномерности ее развития. Противоречия разрешаются отрицанием отрицания, переходом количественных изменений в качественные и динамизацией ТС. Отрицание отрицания происходит путем отвергания существующих систем и переносом существующих решений на новом уровне.

Количественные изменения в качественные переходят путем перехода в надсистему и/или переходом к качественно новым системам.

Динамизация ТС осуществляется: переходом с макро- на микро-уровень, увеличением энергонасыщенности и увеличением степени управляемости системой, представляющим собой переход от пассивных к активным ТС и увеличение степени безопасности.

Переход с макро- на микроуровень проявляется в виде изменения масштабности и связанности ТС и переходам к полям, т.е. использованием физических, химических и биологических эффектов. Масштабность определяется тенденцией перехода ТС от надсистемы к системе и подсистеме, и от полусостояния к макро, микро, нулю и минимуму. Повышение идеализации идет по пути уменьшения связанности: переход от монолитного твердого вещества к отдельным элементам, связанным гибкими связями, к гибкому, порошкообразному, пастообразному (гель), жидкому, газообразному объекту и полю.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. - М.: Сов. радио, 1979.
2. Петров В.М. Идеализация технических систем. - Областная научно-практическая конференция "Проблемы развития научно-технического творчества ИТР". Тезисы докладов. Горький, 1983.

М.С.Рубин

О ВЛИЯНИИ ЗЕМНЫХ УСЛОВИЙ НА РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ

На развитие техники влияют земные условия. Состав атмосферы, давление, гравитация - все это сказывается на конструкции технических систем. Зная закономерности взаимодействия техники и природы, можно увереннее прогнозировать развитие технических систем и решать изобретательские задачи. В основе взаимодействия техники и природы лежат внутренние противоречия. Исследование этих противоречий и стало целью настоящей работы.

Природные условия обладают набором технологических свойств, которые определяются первичными характеристиками земных условий (температура, давление, состав атмосферы и земной коры, гравитация, суточные и сезонные изменения, Луна, Солнце), производными от этих характеристик (ветер, волны) и особенностями самого человека (видимая часть света, характерные размеры и отрезки времени, запах). Конкретный набор значений всех этих параметров составляет то, что принято считать нормальными земными условиями. Понятие о нормальных условиях может меняться

с изменением географического расположения, климата и с проникновением человека во все более отдаленные уголки Земли.

Разные технические системы в зависимости от своего "возраста" по-разному взаимодействуют с природой. В начале развития техническая система старается максимально использовать природные факторы. Более "старые" технические системы стремятся перейти от естественных земных условий к искусственным, более эффективным для функционирования системы. На этом этапе характерен уход от условий Земли: используются сверхвысокие и сверхнизкие температуры и давления, синтезируются новые вещества и т.д.

Для обоих видов взаимодействия техники и природы (использование земных условий и уход от них) характерны свои противоречия. Первое противоречие состоит в том, что простота и низкая стоимость использования земных условий конфликтует с ограничениями, которые эти условия накладывают на развитие техники. При уходе от условий Земли возможности техники расширяются, но стоимость и сложность оборудования возрастает.

При разрешении этих противоречий проявляются характерные приемы, которые можно использовать в изобретательской практике и при прогнозировании развития техники. По-новому могут быть рассмотрены некоторые разделы ТРИЗ. Приемы преодоления технических противоречий, например, такие как использование инертной среды и сильных окислителей, принцип антивеса и эквипотенциальности относятся к уходу от земных условий. Было бы целесообразно для "молодых" технических систем исследовать приемы использования земных условий. Аналогичная ситуация и с оператором АРИЗ, учитывающим психологическую инерцию: есть оператор, позволяющий уйти от нормальных условий, (РВС), но нет оператора, позволяющего отвлечься от сложных механизмов и использовать природные эффекты. Поскольку физэффекты тоже так или иначе связаны с земными условиями, то и этот раздел ТРИЗ может быть уточнен.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: СТРУКТУРЫ И РАЗВИТИЕ

Анализ современного состояния уровня разработки законов развития технических систем, применяемых в теории решения изобретательских задач [1], показывает, что дальнейшая алгоритмизация прогнозирования развития технических систем, анализа конфликтной ситуации и выбора задачи будет достигаться путем формализации описания состава технической системы, учета иерархического построения технической системы и факторов, определяющих изменение ее структуры, а также исследования закономерностей развития основных типов структур технических систем.

Исследования указанных проблем проводились на основе сбора и анализа фактографических материалов по истории развития техники и науки и патентной информации, при этом существенное значение придавалось максимально полной и детальной реконструкции развития реальных технических систем.

Развитие реальных технических систем анализировалось с учетом как объективных, так и субъективных факторов. Рассматривалось идеальное развитие структур систем-аналогов реальных технических систем.

Исследовались принципы определения элементов, включаемых в состав технической системы; рассматривалось развитие целевой, организационно-функциональной и физической составляющих структуры технической системы; степень идеальности совершенствования структуры технической системы оценивалась с позиции иерархического идеального конечного результата. На этой основе анализируются возможности построения классификации технических систем.

Выявленные закономерности и результаты исследования могут быть использованы в теории решения изобретательских задач для прогнозирования развития существующих технических систем, определения принципов организации взаимодействия элементов структуры принципиально новых технических систем, правильного выбора технической задачи из конфликтной ситуации, оценки качества найденного решения задачи с помощью иерархического идеального конечного результата.

Предложен комплекс правил использования найденных закономер-

ностей развития технических систем и определено их место в системе алгоритмических инструментов теории решения изобретательских задач.

Литература

Г. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука: Теория решения изобретательских задач. - М.: Сов. радио, 1979.

В.Д.Бутенко, Л.Н.Бутенко

ВЫЯВЛЕНИЕ РЕЗЕРВА РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В своем развитии технические системы (ТС), как и любые другие системы материального мира, проходят путь зарождения, собственно развития и отмирания, уступая место другим ТС с более высокими возможностями. Очевидно, отрицание ТС самой себя происходит не ранее, чем она исчерпывает все резервы своего развития. Поскольку естественный ход развития ТС непосредственно связан с деятельностью людей, было бы полезно держать этот процесс под контролем, так как несвоевременная замена одной ТС другой может неблагоприятно отразиться на соответствующей отрасли народного хозяйства, будь она преждевременной или запоздалой. Потребность в объективной оценке стадии развития ТС здесь очевидна.

В докладе предпринимается попытка ввести такую оценку, назвав ее показателем резерва развития (РР) ТС и используя для этой цели уже известный в ТРИЗ показатель эффективности ТС. Предлагается показатель РР ТС в общем виде рассчитывать по следующей формуле:

$$РР\% = \left(1 - \frac{\varphi_{э.с}}{\varphi_{э.м.ох}}\right) \cdot 100$$

где РР% - численное значение показателя РР ТС в процентах;

$\varphi_{э.с}$ - численное значение принятого за основу некоторого показателя эффективности ТС, достигнутого на момент анализа;

$\varphi_{э.м.ох}$ - предельно возможное значение этого параметра.

В докладе приводится методика расчета величины показателя

на примере двух конкурирующих систем — маломощных ламп накаливания (ЛН) и люминесцентных ламп (ЛЛ), а также затрачиваются вопросы изучения динамики процесса развития ТС. В качестве показателя эффективности ТС принят световой к.п.д., т.е. отношение энергии излучаемой к энергии получаемой источником света.

На основании сравнения результатов расчетов показателей РР ($РР = 75\%$ и $РР = 75-80\%$) и предположения, что кривая динамики развития ТС сохраняет прямолинейный характер, по крайней мере, до 60-70 % своего предельного значения, делается вывод о преждевременности категорических суждений о бесперспективности ЛН. Обе ТС достаточно молоды, так как не прошли и трети пути в своем развитии. Реализация еще 25 % РР, а этому не видится физических препятствий позволит уравнивать основные светотехнические показатели обеих ламп, но тогда накаливаемые лампы в силу их таких очевидных преимуществ, как малые габариты, простота конструкции, отсутствие сложной и громоздкой пускорегулирующей аппаратуры, легкость плавного и глубокого регулирования величины и качества светового потока могут стать вне конкуренции со стороны люминесцентных ламп, а в некоторых случаях просто незаменимы. Необходимо только преодолеть стойкий, сформировавшийся десятилетиями, психологический барьер, препятствующий пока их развитию.

Д.М.Федяев, И.Г.Тихоненко

ПРИЧИНЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ: СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ В ИССЛЕДОВАНИЯХ СОВЕТСКИХ ФИЛОСОФОВ

Вопрос о причинах развития техники представляется авторам актуальным, так как с ним связано одно из основных положений ТРИЗ: техника развивается по собственным объективным законам. Как и всякий развивающийся объект, техника имеет как внешние, так и внутренние причины развития. Ряд авторов полагает, что основными являются внешние причины. Так, например, К.С.Питров утверждает, что "производственные отношения и общественные потребности выступают в качестве движущих сил научно-технического творчества" /4, с. 48/. Аналогичные высказывания мы находим в работах Г.И.Шеменева, Ю.С.Мельченко, С.В.Шухардина. Отсюда можно сделать вывод об отсутствии у техники внутренних причин

развития, а, следовательно, и объективных законов.

Г.Н.Волков, возражая против такого подхода, отмечает, что техника является элементом производительных сил, поэтому логика ее развития не может быть определена "с помощью того класса явлений, которые сами для своего объяснения нуждаются в анализе особенностей технического прогресса" /3, с. 37/. Тем не менее, Г.Н.Волков считает, что внутренние причины (внутренние противоречия) объясняют развитие техники лишь в деталях, в частности /2, с. 24/.

Некоторые авторы считают причины внутреннего характера определяющими. "Если технические противоречия объясняют лишь детали развития техники, — отмечает В.И.Белозерцев, — то неизбежно сводится на нет значение общих закономерностей технического прогресса, в основе механизма действия которых — возникновение и разрешение технических противоречий в различных формах их проявления" /1, с. 34/. На недооценку значимости внутренних технических противоречий указывает также В.П.Каширин /5, гл. 5/.

По нашему мнению, те или иные внешние противоречия технического развития "работают", только проявляясь, преломляясь через внутренние. Поэтому объективные законы развития техники имеют место, но проявляются как тенденции.

Для доказательства этого положения следует, прежде всего, рассмотреть данную проблему как часть другой, более общей (проблемы диалектики цели и средства). Известно, что средство не только ищется в соответствии с поставленной целью, оно, как материальное, в то же время и определяет цель как идеальное. Поэтому техника как средство должна, в какой-то степени, определять цели по преобразованию природы, а, следовательно, по своему собственному преобразованию. Данное предположение подтверждается также известной нам совокупностью фактов. Так, например, исследования К.С.Питрова показали, что три четверти всех изобретений относятся к внутренним техническим противоречиям. История техники показывает, что роль внутренних противоречий неуклонно возрастала в силу следующих причин:

1. Углубляется разделение труда, усиливаются связи и взаимозависимость отдельных элементов техники. Техника становится целостной системой;

2. Возрастает производительность труда. Раньше отставание той или иной отрасли можно было скомпенсировать простым увеличением затрат — теперь это невозможно. Противоречия, возникающие из-за неравномерности развития отдельных отраслей, становятся все более острыми и начинают играть главную роль.

Естественно, относительная самостоятельность техники не означает, что мы находимся в ее власти. Это означает только, что и в этой области наша свобода основывается не на тех или иных произвольных идеях, а на познании необходимости.

Важным этапом в познании закономерностей развития техники стало появление ТРИЗ. Особенно остро диалектичность ТРИЗ чувствуется при выявлении противоречий (административных, технических, физических). Новые связи между элементами системы помогают установить всеполюсный анализ. Используя представление о ИКР, мы устанавливаем связи с под- и надсистемами. ИКР дает "генеральное" направление развития техники.

Литература

1. Белозерцев В.И. Проблемы технического творчества как вида духовного производства. — Ульяновск, 1970.
2. Волков Г.Н. Истоки и горизонты прогресса. — М.: Политиздат, 1976.
3. Волков Г.Н. Эра роботов или эра человека? — М.: Политическая литература, 1965.
4. Питров К.С. Движущие силы и источники научно-технического творчества. — Философские науки, 1972, № 6.
5. Философские вопросы развития науки и техники. — Томск: ТГУ, 1982.

А.П.Предеин

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ ОБЩЕЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Сформулированные в рамках ТРИЗ законы развития технических систем (ТС) могут служить объективной основой для прогнозирования их качественного изменения. Сведение этих законов в единое, логически цельное учение, в настоящее время является важ-

нейшей задачей /2/. Эта задача может быть решена разработкой общей модели развития ТС, которая включала бы в себя все известные закономерности в качестве составных частей, связывала бы их в единое целое и объясняла бы их соотношение.

Основным элементом этой модели необходимо считать техническое противоречие (ТП), определяющее взаимозависимость между главными "полезными" показателями ТС. Характер этой зависимости нуждается в дополнительном исследовании, но, в первом приближении, ее можно считать обратно пропорциональной (рис. 1). Основным количественным критерием развития ТС является положительный эффект (ПЭ), который можно определить как произведение упомянутых показателей.

Графически модель развития можно представить в прямоугольной системе координат как последовательность векторов, соединяющих промежуточные значения достигнутых системой показателей, определяющих ТП (рис. 2). Эта последовательность векторов-этапов имеет тенденцию к зигзагообразности и расположена вдоль вектора ИКР, совпадающего с биссектрисой угла между осями координат. Зигзагообразная линия является своеобразной траекторией "центра тяжести" объекта развития и ограничена "коридором развития", ширина которого определяется экономическими и физическими пределами.

Для наиболее общей модели развития, представляемой в виде спирали /1/, характерным является повторение старых принципов на новом уровне. Предложенная модель (рис. 3), которую можно истолковать как проекцию восходящей спирали на плоскость, параллельную ее оси, характеризуется, в отличие от спирали, не просто повторением, а чередованием одних и тех же принципов. При этом чередующиеся принципы являются, в известном смысле, противоположными. Эта особенность увеличивает прогностическую ценность описываемой модели.

Фундаментальные законы развития ТС: закон перехода в надсистему и закон перехода с макроуровня на микроуровень /3/, с точки зрения описываемой модели, оказываются связанными между собой и, по отношению к одной и той же ТС, входят как части в более общую закономерность. Согласно этой закономерности, развитие ТС, как тенденция, происходит путем чередования преимущественного уровня развития, т.е. после перехода в надсистему

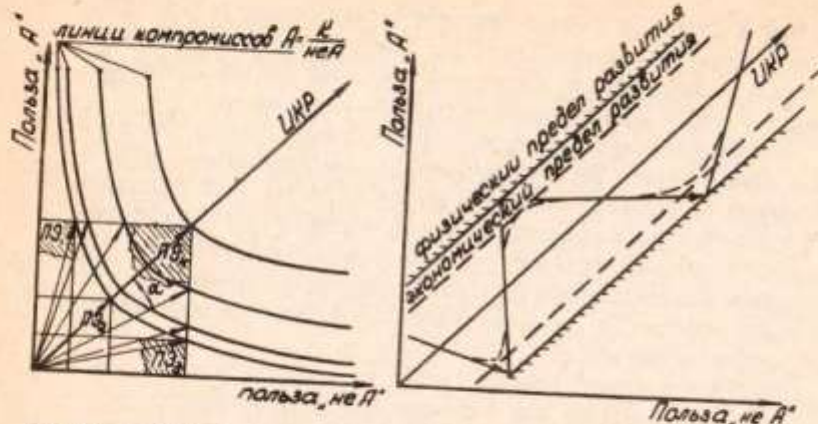


Рис. 1 Критерий развития ТС:
 $PI = A \cdot neA \cdot \cos \alpha$

Рис. 2 Трассировка развития ТС.

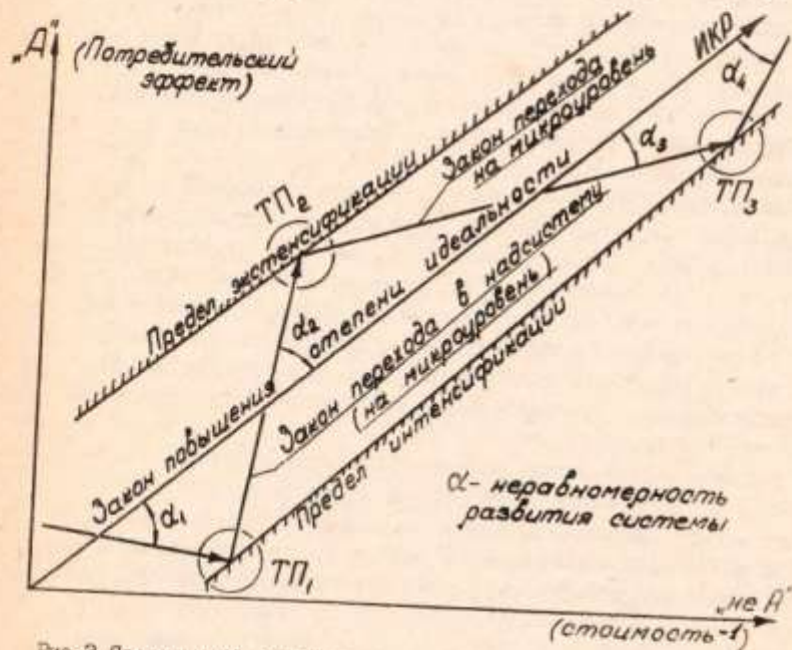


Рис. 3 Соотношение фундаментальных законов развития ТС.

(развитие на макроуровне) начинается развитие на микроуровне, как совершенствование частей новообразованной системы. После исчерпания резервов развития на микроуровне происходит следующий переход в надсистему – очередное повышение уровня иерархии. При этом, этап "макро – микро" является интенсификацией системы и характеризуется резким снижением удельных затрат, а этап "микро – макро" – экстенсификацией и сопровождается появлением принципиально нового потребительского эффекта. Для интенсификации характерна универсализация функций частей системы, а для экстенсификации – специализация.

Следующий фундаментальный закон развития – закон неравномерности развития частей системы, в предложенной схеме интерпретируется углом α между частным вектором развития (на данном этапе) и общим вектором развития (вектором ИКР), представляющим, в свою очередь, важнейший закон развития по пути повышения степени идеальности системы. Этот угол определяет степень стихийности развития и по мере ее уменьшения стремится к нулю.

В целом "зигзагообразность" развития является проявлением диалектических законов "единства и борьбы противоположностей" и "отрицания отрицания".

Описанная модель развития позволяет установить соотношение между его фундаментальными законами и может оказаться полезной при прогнозировании основных этапов развития не только технических, но и других систем.

Литература

1. Ленин В.И. Полн. собр. соч., т. 26.
2. Альтшуллер Г.С. Проблемы развития ТРИЗ. Тезисы к научно-практической конференции в г. Челябинске 15 – 17 янв. 1980 г.
3. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – М.: Сов. радио. Сер. Кибернетика, 1979.

ЭВОЛЮЦИЯ ВЕЩЕСТВА В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

1. Составной частью, а возможно и базисом, идеализации технических систем (ТС) является процесс увеличения степени идеальности вещества. Выявление структуры и направленности этого процесса необходимо для более глубокого обоснования законов развития и прогнозирования ТС, формирования указателя физ., химеэффектов.

2. При разработке гипотетической "этажной" схемы эволюции вещества (рис. 1) приняты во внимание объективные тенденции развития ТС и законы материалистической диалектики:

- процесс идеализации (I) характеризуется выражением $I = \lim_{M, I, Z \rightarrow 0, n \rightarrow \infty} \sum \Phi_n(M, I, Z)$, из которого могут быть получены уравнения двух характерных видов ТС /I/: $I(S_1) = \lim_{M, I, Z \rightarrow 0, n \rightarrow \infty} \sum \Phi_n(M, I, Z)$, $I(S_2) = \lim_{M, I, Z \rightarrow 0, n \rightarrow \infty} \sum \Phi_n(M, I, Z)$, где Φ_n - функции ТС, M - масса, I - габариты, Z - энергоемкость, $S_{1,2}$ - системы;

- идеализации присущи противоречивые тенденции (специализация - универсализация, отзывчивость - антиотзывчивость, управляемость - самоуправляемость, макро- и микроуровневость, изменчивость - стабильность);

- противоречия возникают, развиваются и разрешаются на этапе, появляется новое качество (усложнение структуры, связей, организации), это служит "очагом" возникновения противоречий на следующем этапе;

- вещество, как система, не является первым этапом возникновения противоречий; их рассмотрение возможно на более глубоких подуровнях молекулы, атомы, элементарные частицы, пространство-время;

- главная тенденция развития вещества (от низшего к высшему, как часть общей эволюции материи и принципа негэнтропийности развития ТС): ...-(В -(ПС -(С -(НС ... (обозначения см. на схеме);

- изменения "претензии" внешней среды проникают в ТС по вновь созданному "каналу" более развитого вещества обратная связь, создают "напряжения" в подсистемах, противоречия разрешаются в строго определенном направлении (запрограммированность эволюции).

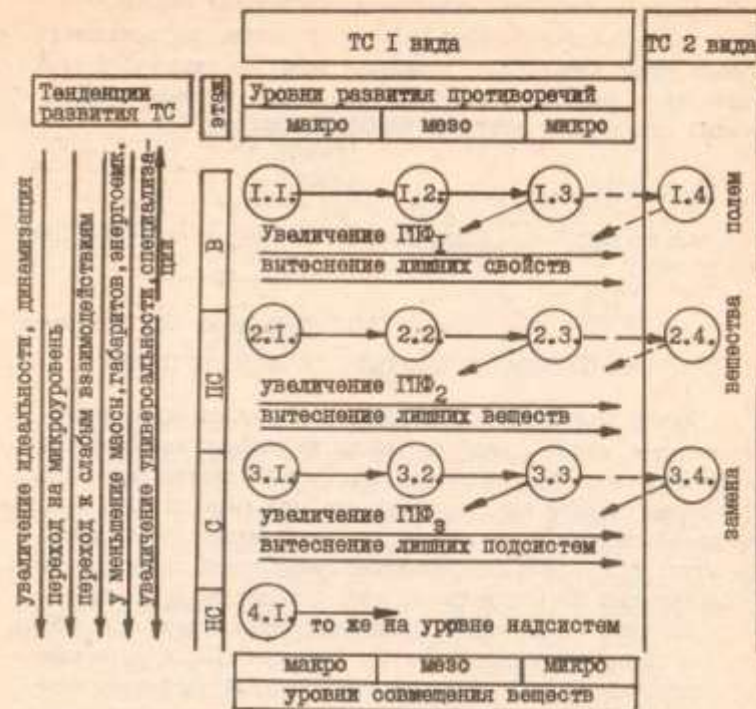


Рис. 1. Схема эволюции вещества в технических системах
В - вещество, ПС - подсистема, С - система, НС - надсистема, $\Pi\Phi_{1,2,3}$ - главная полезная функция, соответственно- В, ПС, С.
I.1. - применение случайных В; I.2. - применение В, сумма св свойств которых совпадает с $\Pi\Phi_1$ (специализация веществ);
I.3. - синтез одного В с полной $\Pi\Phi_1$ без побочных свойств ("идеальное" вещество ИВ-1 со специализированными подуровнями);
2.1. - случайное совмещение функций одной из ПС в ИВ-1; 2.2. - применение ПС из специализированных В; 2.3. - синтез универсальной ПС из ИВ-2 с полной $\Pi\Phi_2$; 3.1. - случайное совмещение функций одной из С в ИВ-2; 3.2. - все системы выполнены из В типа ИВ-2; 3.3. - синтез универсальной С с полной $\Pi\Phi_3$ из ИВ-3.

3. Цель эволюции на каждом этапе (идеальное вещество) достигается в какой-то момент времени, но этажи надстраиваются, внешняя среда изменяется, возникают новые противоречия; уход подсистем в вещество и возникновение новых системных этажей — главный результат и источник эволюции вещества.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. — М.: Сов. радио, 1979.

Ю.П.Саламатов, И.М.Кондраков

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИДЕАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

1. Развитие технических систем (ТС) идет по определенным объективным законам, наиболее общим из которых является закон увеличения степени идеальности технических систем (идеальная ТС — когда системы нет, а ее функции выполняются) /1/. Понятие идеальной системы (т.е. конечного, недостижимого результата развития) необходимо для выявления генеральной линии развития и особенностей формирования систем, лежащих на этой линии.

2. Для этого необходимо проанализировать модель простейшей ТС (как составной части ТС I, II и III рангов) /2/ в ее динамическом внутреннем функционировании и взаимодействии с внешней средой. Структура такой системы (рис. 1) должна включать в себя необходимый минимум составных частей и связей между ними: иерархию внутренних подсистем (ПС, П^нС), связи с соседними системами ($S(C)$; $S(ПС)$) и с надсистемой ($S(C, HC)$).

При взаимодействии ТС с внешней средой, т.н. при поступлении извне потоков энергии, вещества и информации — полезных ($Э_п, В_п, И_п$) и вредных ($Э_в, В_в, И_в$) — начинается внутреннее функционирование перечисленных выше связей. В результате в надсистему ТС выдается: продукция (Пр), отходы вещества и энергии ($В_о, Э_о$) и измерительная информация (И) о состоянии системы.

3. Закон увеличения степени идеальности включает в себя по меньшей мере четыре соподчиненных и внутренне противоречивых принципа: неравновесности состояния взаимодействия с внешней средой, негэнтропийности, наименьшего действия и увеличения управляемости.

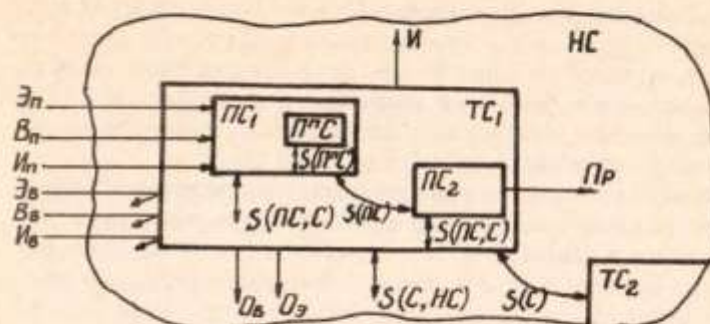


Рис. 1

4. Принцип сохранения неравновесного состояния взаимодействия с внешней средой, обеспечивающий жизнеспособность ТС, состоит в противоборстве факторов, направленных на поддержание неравновесия со средой, и уравнивающих факторов среды, направленных на приведение ТС в состояние равновесия. ТС достигает состояния неравновесия путем оптимального перераспределения $Э, В$ и $И$ между подсистемами (если для этого хватает внутренних ресурсов — селективных подсистем, связей между ними, запасов "прочности") или изменяется, заменяется новой ТС (если внутренних ресурсов недостаточно и нечем ответить на "требования" внешней среды, то возникают и быстро развиваются противоречия). Один из путей опережающего (прогностического) развития ТС — искусственное ужесточение изменений внешней среды для создания сильных противоречий.

5. Принцип негэнтропийности развития ТС, обеспечивающий развитие ТС в направлении идеальности, заключается в увеличении ее сложности /2/ (увеличении количества возможных вариантов отклика), повышении организации (разделении функций между специализированными связанными между собой открытыми подсистемами и объединении их в универсальную систему) и переходу к самоорганизующимся системам. Конкретным выражением принципа является, например, процесс идеализации вещества ТС.

6. Принцип наименьшего действия, обеспечивающий минимизацию количества действия (затрат $Э, В, И$) в процессе развития

и взаимодействия, выражается в необходимости осуществления таких минимальных преобразований в ТС, после которых в ней происходили бы сами по себе изменения, направленные на увеличение главной полезной функции системы. Этот принцип также необходимо учитывать при анализе и направленном изменении связей между подсистемами, веществами и полями путем определения идеального конечного результата для изменяемой ТС.

7 Принцип увеличения управляемости, обеспечивающий минимизацию управляющих воздействий в процессе функционирования ТС, заключается в динамизации ТС, согласовании ритмики работы подсистем и потоков Э, В и И, системы и внешней среды, а также во введении обратной связи и переход к самоуправлению.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. - Сов. радио, М., 1979.
2. Альтшуллер Г.С., Селенский А.Б. Крылья для Икара. Караля. Петрозаводск, 1980.

С.Н.Щербаков

О КЛАССИФИКАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Технической системой (ТС) будем называть материальную систему, созданную для удовлетворения потребностей человека. Основным признаком ТС является ее назначение. Известны три назначения, осуществляемые тремя типами ТС:

- преобразование энергии (энергетические системы - ЭС);
- преобразование вещества (обрабатывающие системы - ОС);
- преобразование информации (информационные системы - ИС).

К ЭС относятся, например, двигатели, тепло- и электрогенераторы, аккумуляторы энергии, насосы, трансмиссии, трансформаторы, транспортные средства. К ОС - станки, прессы, землеройные машины, К ИС - телевизор, радио, телефон, фотоаппарат, книга, вычислительная машина.

Система каждого типа может включать в себя подсистемы всех трех типов. Например, токарный станок (ОС) включает двигатель (ЭС), масляный фильтр (ОС), лимбы, рукоятки управления (ИС).

Рассматривая информационные системы, будем исходить из того, что информация есть отражение неоднородности материи.

Информация о веществе возникает при взаимодействии его с каким-либо полем. Поле после взаимодействия с веществом несет на себе его отпечаток (след, отражение), иначе говоря, несет информацию. Поле-носитель информации (свет, звук, радиоволны, магнитное и электрическое поле) воспринимается органами чувств человека либо непосредственно, либо после ряда преобразований. Вместе с полем-носителем человек воспринимает и переносимую им информацию.

Информация о поле возникает при взаимодействии его с веществом, состав, структура и свойства которого известны. Вещество (измерительный прибор или комплекс) преобразовывает поле к виду, удобному для восприятия. Зная параметры поля на выходе и свойства вещества-преобразователя, можно составить представление о поле на выходе. Такое представление и есть информация об исследуемом поле.

Некоторые поля (свет, звук, тепло и др.) воспринимаются человеком непосредственно. Действуя на органы чувств, поля возбуждают их, как и всякое вещество. Возбуждение есть отпечаток (след, отражение) поля на веществе, первичная информация о поле. Мозг, преобразовывая возбуждение, составляет представление о поле, вторичную информацию.

Рассмотренные процессы отражения (считывания) информации, преобразования и восприятия ее есть процессы преобразования энергии. Информационные системы, осуществляющие эти процессы, в сущности являются системами ЭС.

Для решения задач контроля, регулирования, управления, проектирования, научных, обучения необходимо сохранять информацию, полученную ранее. Сохранить информацию - значит запечатлеть ее на некотором веществе (памяти) путем взаимодействия с полем, осуществляющим перенос информации.

Запоминание происходит путем изменения состава, структуры, свойств, либо возбуждения вещества - памяти. Информационные системы, осуществляющие запоминание информации, таким образом, представляют собой системы ОС.

Анализ функций информационных систем показывает, что все эти системы, предназначенные для получения информации (обнару-

жения и измерения), преобразования, запоминания и хранения ее, сводятся к системам ЭС и ОС.

Проведенный выше анализ технических систем показывает, что по назначению следует выделить два класса ТС, энергетические (ЭС) и обрабатывающие (ОС). В настоящее время в различных материалах по ТРИЗ информационные системы рассматриваются независимо от ЭС и ОС, что приводит к ошибкам классификации изобретательских задач и дублированию методов построения и развития ТС.

И.М.Кондраков

ДИНАМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

1. Динамизация – направленное приспособление (адаптация) технической системы к меняющимся внешним и внутренним условиям. Она является одной из главных тенденций развития современных технических систем. Известны также некоторые ее особенности /1/.

2. В своем развитии технические системы неизбежно проходят этап динамизации /2/. "Молодые" технические системы имеют преимущественно жесткие связи между частями и жесткую структуру, которые не позволяют системе адаптироваться к меняющимся условиям. В процессе развития системы жесткие связи и структура заменяются на подвижные, гибкие, динамичные, легко поддающиеся управляемому изменению. Причем, степень этой подвижности постоянно увеличивается путем введения новых гибких, подвижных связей /1/. Поэтому увеличение степени динамизации – один из объективных и главных законов динамики развития технических систем.

3. Цель настоящей работы – исследовать особенности и механизмы динамизации технических систем и связать закон увеличения степени динамизации с общими закономерностями развития технических систем.

Как показывает анализ патентного и историко-технического фонда, цель динамизации технических систем состоит в том, чтобы сделать их более управляемыми, лучше адаптируемыми к меняющимся условиям. Характерными особенностями динамизации являются: направленность и относительный характер адаптации, пе-

реход к новым принципам работы и столкновение разных тенденций развития технических систем.

4. Технические системы – иерархические системы /3/. В своем развитии они могут находиться как на макро-, так и на микроуровнях /2/. Динамизация на разных уровнях имеет свои особенности. Сначала динамизируется структура системы (связи), вещество и поле на макроуровне, затем, когда исчерпываются возможности динамизации на макроуровне, происходит переход к динамизации вещества и полей на микроуровне. При этом динамизация проходит ряд характерных стадий, отражающих развитие структуры, связей, вещества системы как по вертикали – в соответствии с законом перехода рабочих органов технических систем с макро- на микроуровень и с использованием свойств различных уровней организации вещества, так и по горизонтали – от конструкций из твердого тела до конструкций из высокодисперсных веществ, жидкости, газа, плазмы. С переходом от стадии к стадии по вертикали повышается управляемость технических систем.

5. Цепочки, которые образуют эти стадии, отражают наиболее важные направления динамизации, зависящие от многих факторов, влияющих на их выбор. Причем, каждая стадия привязана к определенной группе физических, химических и геометрических эффектов. В этом аспекте развитие информационного фонда теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) позволит составить более полную схему динамизации, а, следовательно, увеличить прогностическую силу закона. На этапе динамизации также заметно проявляется ряд тенденций, характеризующих ее особенности.

Динамизация отражает диалектический характер, единство и борьбу противоположных тенденций развития технических систем. Так, стремление адаптировать техническую систему к меняющимся условиям среды требует увеличения сложности организации технических систем. А развитие ее в направлении увеличения степени идеальности требует уменьшения сложности организации, т.е. упрощения. Возникающее при этом основное противоречие этапа динамизации разрешается двумя путями. Первым – динамизацией оперативной зоны системы, взаимодействующей с меняющейся средой. И вторым – антидинамизацией оперативной зоны.

7. Антидинамизация – процесс, противоположный динамизации, заключающийся в приспособлении системы к меняющимся внешним и

внутренним условиям за счет повышения степени жесткости структуры (связей) и вещества. Антидинамизация преобладает в тех случаях, когда воздействие каких-либо меняющихся условий вызывает необходимость уменьшения или ликвидации подвижности технической системы.

8. Знание особенностей и механизмов динамизации позволяет решать не только изобретательские задачи, но и прогнозировать появление новых задач.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Реквием по МПО. - Техника и наука, 1982, № 1.
2. Альтшуллер Г.С., Селицкий А.Б. Крылья для Икара. - Петрозаводск: Карелия, 1980, с. 112 - 116, 103, 104.
3. Бородастов Г.В., Альтшуллер Г.С. Теория и практика решения изобретательских задач. ЦНИИ атоминформ. М., 1980, с.5-8.

С.С.Литвин

СОГЛАСОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Согласование технических систем - это установление соответствия их основных характеристик с целью оптимизации работы этих систем. Следует отметить, что согласование не обязательно означает одинаковость, равенство тех или иных параметров или характеристик. Для улучшения совместной работы технических систем (ТС) могут потребоваться заведомо различные значения характеристик каждой системы или даже переменные, динамичные характеристики.

В ТРИЗ известен закон согласования ритмики частей системы, утверждающий необходимость согласования частот колебаний, периодичности действия всех подсистем ТС /1/. Но согласование ритмики (динамическое согласование) - это лишь один из видов согласования. Возможные виды согласования должны соответствовать известным в науке видам анализа: компонентному, структурному, параметрическому, функциональному и др. Таким образом, кроме согласования ритмики можно выделить по крайней мере еще четыре основных вида согласования ТС:

1. Компонентное - согласование материалов, веществ.
2. Структурное - согласование размеров, формы, структур.
3. Параметрическое - согласование основных параметров технических систем: температур, весов, давлений, плотностей, электрических сопротивлений и т.п.
4. Функциональное - согласование основных функций.

Согласуемые технические системы в зависимости от их роли в производственном процессе могут находиться в разных "взаимоотношениях" друг с другом. Согласование в каждом из таких случаев имеет свои особенности.

1. Согласование подсистем одной ТС.
2. Согласование ТС и внешней среды.
3. Согласование изделий и инструмента.
4. Согласование инструментов между собой.
5. Согласование изделий между собой.

При этом нужно помнить, что согласуемые ТС могут быть как вещественными, так и полевыми.

Согласование является одним из основных путей повышения идеальности ТС. Можно сформулировать следующую закономерность, тенденцию: развитие технических систем идет в направлении повышения степени их согласования между собой.

Каждому признаку технической системы, стремящейся к идеальной, соответствует свой вид согласования (см. табл. I).

Т а б л и ц а I

№ п/п	Признаки ТС, стремящейся к идеальной	Вид согласования
1.	Работает только тогда, когда это необходимо.	Динамическое (согласование ритмики)
2.	Работает только там, где это необходимо	Структурное
3.	Состоит только из того, что необходимо	Компонентное
4.	Параметры имеют только такие значения, которые необходимы.	Параметрическое
5.	Сама (только за счет внутренних ресурсов) делает все то, и только то, что необходимо.	Функциональное

Тенденция согласования ТС непосредственно связана с другими закономерностями их развития, другими путями повышения идеальности ТС. Так, для перехода в надсистему, повышения универсальности, полноты (самодействия), удельных параметров, локальности (перехода к оперативной зоне) желательнее произвести согласование того или иного вида. В свою очередь повышение динамичности, выполноты (степени организации структуры), переход на микроуровень значительно облегчают согласование технических систем.

Существует также согласование более высокого ранга. Это согласование тенденций развития ТС. Уровень динамичности, например, должен быть согласован с уровнем выполноты или универсальности. В противном случае, неравномерность путей достижения идеальности приводит к противоречию закономерностей развития ТС.

Литература

И. Алтушлер Г.С. Творчество как точная наука. - М.: Сов. радио, 1979.

М.К.Бдуленко

К АЛГОРИТМУ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

Одна из основных трудностей при работе с Алгоритмом - построение модели задачи или, что то же, выбор элементов конфликтующей пары (КП).

Можно составить разные модели мини-задачи на одну и ту же изобретательскую ситуацию. Это приводит к разным физическим противоречиям (ФП), к разным решениям.

Например, в задаче "о запайке ампул" /I/ можно получить две модели, две конфликтующие пары:

малое пламя - ампула,

большое пламя - лекарство.

В задаче "об испытании кубиков агрессивной жидкостью" можно выделить по крайней мере две модели, две конфликтующие пары: агрессивная жидкость - камера, агрессивная жидкость в отсутствующей камере - кубик.

Выход один: нужно определить критерий выбора модели задачи. "Разнообразие" моделей обусловлено "разнообразием" состояний инструмента, входящего в конфликтующую пару. Анализ задач показал, что существует два типа противоположных состояний инструмента, приводящих к разным моделям:

неэффективный инструмент - эффективный инструмент,
отсутствующий инструмент - присутствующий инструмент.

В первом примере "малое пламя" - неэффективный, а "большое пламя" - эффективный инструмент. Во втором примере "камера" - присутствующий, а "отсутствующая камера" - отсутствующий инструмент.

Таким образом, выбор состояния инструмента должен определять выбор модели мини-задачи.

В книге /I, с. 56/ предлагается "использовать ту формулировку технического противоречия (ТП), которая обеспечивает наибольшую производительность основного действия системы" (каждому ТП соответствует определенное состояние инструмента). Однако встречаются задачи, на которые невозможно распространить данный критерий. Например, в задаче "о приеме радиоволн" /2/ не имеет смысла говорить о производительности.

Каков же критерий выбора состояния инструмента? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно обратиться к цели использования инструмента, определяющей требования к нему.

В сфере задач, охватывающих производственные процессы, главное требование к инструменту - производительность. Значит, производительность инструмента нужно сохранять в первую очередь. В этом случае модель задачи, действительно, должен определять инструмент, находящийся в состоянии, обеспечивающем наибольшую производительность производственного процесса. Поэтому модель первой задачи представляет конфликтующая пара: большое пламя - лекарство; а модель второй задачи: агрессивная жидкость в отсутствующей камере - кубик (присутствующая камера, разрезаемая агрессивной жидкостью, требует затрат времени на замену или ремонт; т.е. снижает производительность процесса "испытание кубиков").

В сфере задач "непроизводственного" типа на первое место выступает эффективность процесса. Поэтому здесь модель задачи должен определять инструмент, находящийся в состоянии, обеспе-

чивающем наибольшую эффективность процесса. В задаче "о приеме радиоволн" наибольшую эффективность обеспечивает отсутствующий молниевод: не затеняет радиоволны. Модель задачи: отсутствующий молниевод - молния.

Такой подход позволяет выделить главную модель задачи и, следовательно, - основное физическое противоречие данной технической системы.

В докладе также рассматриваются вопросы разрешения физических противоречий.

Литература

1. Альтшуллер Г.С., Салицкий А.Б. Крылья для Икара. - Петрозаводск: Карелия, 1980.
2. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. - М.: Сов. радио, 1979.

Б.С.Барбер

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ "МАКРОУРОВНЕВЫХ" ЗАДАЧ В ТРИЗ

Противоречие есть критерий истины, отсутствие противоречия - критерий заблуждения.

Гегель

Одним из объективных законов развития технических систем является переход с макроуровня на микроуровень.

Но как поступить, если для практического осуществления такого перехода еще не разработаны "микроуровневые" условия? Предположим, нужно использовать свойство жидкости заменять вязкость под действием магнитного поля, а жидкости с требуемыми свойствами пока не синтезированы? Получается, что физэффект известен (в данном случае - реологический эффект) - а жидкостей с конкретными свойствами пока нет. Вопрос создания магнитных жидкостей с требуемыми свойствами является не простым. А как же быть, если практика требует незамедлительного решения поставленной задачи?

Если обратиться к мировому фонду патентной и научно-техни-

ческой литературы, то нетрудно обнаружить, что на сегодняшний день разработано и описано огромное количество остроумнейших механизмов (от Кулибина до Артобалева /3/) на макроуровне, которые в сочетании с решениями на микроуровне представляют собой эффективные решения /1, 2/. (Например, подмагничивание стальных деталей макроуровневых механизмов Альтшуллер Г.С.)

Проблема состоит в том, чтобы из этого огромного массива механизмов выбрать наиболее подходящий или разработать новый.

Для этой цели предлагается использовать методику, базирующуюся на ТРИЗ. (Для сокращения изложения укажем, что переход с "микро" на "макроуровень" начинается после составления вспомогательной формулы решения задачи.)

Предполагается разработать таблицу "микро- макроуровневых" аналогов, а точнее, таблицу соответствия физических эффектов и механических устройств. Рассмотрим фрагмент таблицы.

Т а б л и ц а

№ пп	Входное воздействие на систему	Реакция системы на воздействие	Физический эффект (на микроуровне)	Макроуровневый аналог физэффекта
1.	Магнитное (или электростатическое) поле воздействует на жидкость	Изменение вязкости жидкости	Реологический эффект	Взаимодействие между молекулами заменить взаимодействием между шариками
2.	Механическое поле, а конкретнее крутящий момент воздействует на стальной образец	Диаметр при закручивании уменьшается, образец удлиняется, объем увеличивается	Эффект Пойнтинга	Взаимодействие между молекулами заменить взаимодействием между слоями молекул, использовать спиральную стальную ленту

Из таблицы видно, что между эффектами на "микро" и на "макроуровне" наблюдается некоторая аналогия. В случае спиральной

ленты это зависимость Эйлера

$$P = Qe^{\mu\alpha}$$

где P — усилие, действующее на один из концов ленты, которое можно удержать с помощью силы Q , приложенной к противоположному концу ленты, при условии что она намотана вокруг барабана с углом обхвата α , а коэффициент трения между материалом барабана и ленты μ .

Так, при разработке управляемого коленного механизма был использован макроуровневый аналог эффекта Пойнтинга.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. — М.: Сов. радио, 1979. — 172 с.
2. Альтшуллер Г.С., Селюцкий А.Б. Крылья для Икара. — Петрозаводск: Карелия, 1980. — 223 с.
3. Артоболевский И.И. Механизмы в современной технике. Т. I — VI. — М.: Наука, 1973.

В.К.Бойко, А.И.Якушкин

ФИЗИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ И ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОТИВОРЕЧИЯ

Одной из основных проблем теории решения изобретательских задач является алгоритмизация поиска нужного физического эффекта или явления, их комбинации, осуществляемого при решении технических задач /1/.

В работе рассматриваются вопросы структуризации физических эффектов и явлений, их классификации, а также применения полученных результатов в теории решения изобретательских задач.

На основе анализа физических эффектов и явлений /2/ за счет выявления закономерностей их проявления на различных уровнях иерархии материальных структур предложена классификация структур физических эффектов и явлений с учетом их структурных и вещественно-полевых различий; обосновано деление материальных структур (в которых проявляются физические эффекты) на уровни, основанное на различном характере связей между элементами этих структур, а также определены принципы отнесения физических эффектов и явлений к определенному классу.

В работе рассмотрены и проанализированы взаимосвязи между

классами предложенной классификации, рассмотрены принципы включения внешней (физической) среды в материальные структуры и ее влияние на проявление физических эффектов и явлений.

Предложены правила применения классификации физических эффектов и явлений при решении технических задач с целью повышения степени алгоритмизации выявления физического противоречия и поиска физического решения на основе результатов, полученных при исследовании и структуризации физических эффектов и явлений, а также оценка идеальности полученного физического решения.

Рассмотрены проблемы использования принципов классификации в случае сложных комбинаций физических эффектов и явлений и указаны основные направления дальнейших исследований.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука: Теория решения изобретательских задач. — М.: Сов. радио, 1979.
2. Денисов С. и др. Указатель физических эффектов и явлений. — Обнинск, 1979.

И.М.Варткин, В.Р.Фей

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПОЛНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

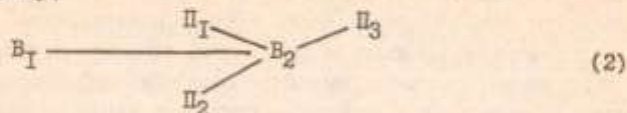
Простейшая схема преобразования полей в теполных системах может быть представлена формулой:

$$B_1 \xrightarrow[\begin{matrix} \Pi_1 \\ \Pi_2 \end{matrix}]{\quad} B_2 \quad (I)$$

Существуют только четыре поля, хорошо поддающиеся управлению и потому могущие быть использованными в качестве Π_1 : электрическое, магнитное, тепловое, механическое. Значительную часть управляемых теполных систем составляют теполи, т.е. теполы типа (I) с тепловым полем в качестве Π_1 и, чаще всего, с Π_2 в виде механического поля.

Понятие о теполях может быть расширено, если учесть структуры, имеющие на входе еще одно или несколько полей, кроме

Π_1 , например,



Возможны и еще более сложные тепловые структуры, например, такие:

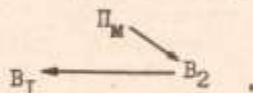


Распространенность структур типа (1), (2) и (3) в технике и возможность их применения для эффективного решения изобретательских задач обуславливают необходимость всестороннего изучения теполов. Такое исследование предпринято нами на основе предварительно собранного и классифицированного банка теполов. В ходе исследования выявлены некоторые правила синтеза и преобразования теполов систем. В докладе будут приведены конкретные рекомендации по решению изобретательских задач с применением теполов.

В.Р.Фей, И.М.Верткин

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕПОЛНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В современной технике (и соответственно в теории решения изобретательских задач) широко используются феполевые системы, т.е. системы, модель которых может быть представлена формулой



где Π_M — поле магнитное (или электромагнитное),

B_1 — изделие,

B_2 — инструмент.

Переход от не-феполевых к феполевым системам — один из наиболее эффективных путей решения современных изобретательских задач.

Феполевые системы отличаются высокой отлаженностью на дей-

ствия различных полей и легко образуют сложные структуры с несколькими полями. Благодаря этому на феполях может быть реализовано множество самых различных физических эффектов.

Все это делает феполи исключительно ценным объектом для комплексного исследования почти всех основных разделов ТРИЗ: законов развития технических систем, стандартов на решение задач, методов применения физических эффектов.

Исследование феполевых систем, предпринятое нами, основывается на обширном (до 1000 единиц) информационном фонде по феполям (патенты, авторские свидетельства, технические решения, отраженные в литературе, и т.д.). Изучались правила синтеза и преобразования феполевых систем, методы применения феполей при решении сложных изобретательских задач. Особое внимание было обращено на выявление правил реализации нескольких физических эффектов и явлений на одной феполевой структуре.

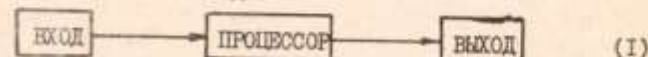
В докладе будут приведены некоторые конкретные рекомендации по применению феполей при решении изобретательских задач.

Э.Л.Каган

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ОБЪЕКТИВНЫХ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

При оценке качественного и творческого уровней в найденных технических решениях наиболее важным с позиции ТРИЗ является установление степени достижения ИДЕАЛЬНОСТИ — соответствия некоему предельному эталону. Однако, как измерить эту степень в конкретном решении? — до сих пор не было ясности.

В предпринятом исследовании на поиск "меры" идеальности применялся системный подход. Техническую систему в этом случае можно представить в виде:



где: "вход" — затраты на создание и функционирование системы; "выход" — цель или главная полезная функция (ГПФ), ради которой создана система; "процессор" — собственно техническая система, как преобразователь "входа" в полезный "выход". При этом "вход" и "выход" — суть стороны технической системы, характеризующие ее качественно и количественно.

Техническая система достигает в своем развитии идеального состояния при условии, что ИПФ обеспечивается без затрат на создание системы, т.е.

ВХОД (затраты) $\longrightarrow$ 0, а ВЫХОД (ИПФ) - оптимальный

Указанные соотношения характеризуют идеальность в самом общем виде. Для их конкретизации и практического использования необходимо как-то классифицировать все многообразие технических систем. Наиболее удачно это уже сделано в патентоведении, где объектами изобретений приняты: ВЕЩЕСТВО, УСТРОЙСТВО, СПОСОБ. Но объекты изобретений - суть не что иное, как технические системы. Для них с позиций системного подхода можно дать сходные по характеристике определения, в частности:

Техническая система ВЕЩЕСТВО (ТСВ) - совокупность материальных частиц (на входе), закономерно организованных в пространстве в единое целое, обладающее (на выходе) определенным НАБОРОМ СВОЙСТВ.

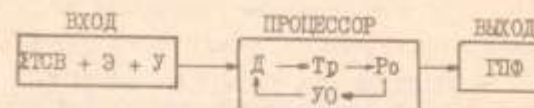
Техническая система УСТРОЙСТВО (ТСУ) - совокупность вещественных компонентов (Σ ТСВ - на входе), закономерно организованных в пространстве и связанных энергопотоками в единое целое, обеспечивающее при функционировании (на выходе) определенный НАБОР ФУНКЦИЙ. Функционирование ТСУ требует затрат энергии (Σ) и затрат на управление (Y). Для ТСУ характерна единая макроструктура:



где: Д - двигатель; Тр - трансмиссия (связи); Ро - рабочий орган; УО - управляющий орган.

Техническая система СПОСОБ (ТСП) - совокупность закономерно организованных в пространстве компонентов-устройств (Σ ТСУ - на входе), связанных в единое целое временами функционирования, обеспечивающая при этом (на выходе) последовательность - НАБОР ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ какого-либо объекта. Для функционирования ТСП помимо затрат (Σ ТСУ + Σ) необходимы и существенны затраты времени (В). Структура ТСП - временная.

Разновидности технических систем существенно отличаются по элементам затрат на "входе" и параметрам "выхода", а это дает возможность определять условия достижения абсолютной идеальности или степени приближения к ней для конкретной системы, т.е. "измерять идеальность". Анализ динамики перехода системы к ее идеалу выявил совершенно неожиданные закономерности. Наиболее наглядно это видно на примере устройства - ТСУ. Применяя формулы (1) и (2), ТСУ можно представить:



По мере приближения к идеалу в процессе развития системы неизбежно должны сокращаться затраты на "входе". Это станет возможным при условии упрощения структуры ПРОЦЕССОРА путем совмещения функций его компонентов каким-либо одним из них, например "Ро". Как только ПРОЦЕССОР не будет иметь 4-х звеной структуры, а на "входе" останется только один компонент из совокупности ТСВ, но при этом будет сохранен или обеспечен оптимальный "выход" - набор функций, УСТРОЙСТВО как техническая система исчезнет, переходя в ВЕЩЕСТВО. А это и есть момент достижения идеальности: исходной системы нет, а ее ИПФ обеспечена! Пример: такому уровню развития системы "Преобразователь электрического напряжения - трансформатор" соответствовало изобретение пьезотрансформатора - пластинки из специальной керамики.

Нетрудно показать, что СПОСОБ при достижении своего идеала переходит в УСТРОЙСТВО, сохраняя способность обеспечивать требуемый набор операций без затрат времени. Идеальное ВЕЩЕСТВО характеризуется тем, что вещество как таковое - совокупность материальных частиц - исчезает, а набор его свойств реализуется с помощью физических полей.

Таким образом, установлена закономерность, заключающаяся в том, что достижение идеальности развивающейся системой имеет место не при полном исчезновении исходной системы, как считалось до сих пор, а при переходе системы из одного вида в другой, например УСТРОЙСТВА в ВЕЩЕСТВО. Такой переход осуществля-

ется от системы относительно сложной структуры к системе менее сложной и характеризуется сохранением параметров "выхода" исходной системы и резким сокращением затрат на "входе". Таким образом, по уровню приближения развивающейся системы к такому переходу можно судить о степени достигнутой идеальности в каждом конкретном случае.

Найденная закономерность является основой построения объективных критериев оценки качественного и творческого уровня в новых технических решениях.

В.В.Коноваленко

КЛАССИФИКАЦИЯ ВЕПОЛЕЙ ПО КОЛИЧЕСТВУ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Область применения веполюного анализа расширяется. Его применяют при классификации стандартов и для построения указателя физэффектов, для оптимизации технологических процессов и для составления формулы изобретения. Возникла ситуация, когда термин "веполь" стал применяться как в технике, так и в физике, а его формулировка остается неизменной /1/ и охватывает только технические системы. Назрела необходимость в изменении определения "веполя". Предлагается следующая формулировка: "Веполь — минимальная система, состоящая из трех взаимосвязанных элементов".

Элементы веполя могут иметь как естественное, так и искусственное происхождение. В зависимости от количества естественных и искусственных элементов веполи подразделяются на типы. Выявлено четыре типа веполей.

Тип 1. Веполь, содержащий три естественных элемента.

К данному типу веполей относятся законы природы, например, закон Кулона.

Тип 2. Веполь, содержащий один искусственный и два естественных элемента.

Например, спутник, вращающийся вокруг Земли. Искусственным элементом веполя является спутник, а Земля и поле гравитации — естественные элементы.

Тип 3. Веполь, содержащий два искусственных и один естественный элемент.

Например, магнитная опора. Искусственными элементами веполя являются постоянные магниты, а постоянное магнитное поле — естественным элементом.

Тип 4. Веполь, содержащий три искусственных элемента.

Например, электромагнитная муфта. Все элементы веполя, а именно: обмотки и электромагнитное поле, являются искусственными.

Тип веполя определяет степень зрелости технической системы (ТС). Чем больше искусственных элементов содержит веполь, тем дальше ушла ТС по пути своего развития.

Например, рассмотрим историю исследования электрических зарядов.

С незапамятных времен людям было известно такое обычное проявление атмосферного электричества как молнии, огни святого Эльма и др. явления.

Веполи, описывающие процесс образования молнии и др. атмосферных явлений относятся к первому типу, они не зависят от сознания человека, но могут быть им изучены и использованы.

Более двух с половиной тысяч лет назад ремесленники древней Греции познакомились с электрическими свойствами янтаря. Обтачивая и полируя янтарные бусы, серьги и другие украшения, греки заметили, что от трения этот материал начинает притягивать к себе соломинки, волосы шерсти, кусочки ниток. Странная особенность янтаря привлекла внимание греческого философа Фалеса Милетского /2/. Фалес натирал янтарь и наблюдал как янтарь притягивает пушинки. В своих опытах философ использовал два естественных элемента веполя: янтарь и мех. В процессе трения образуется электрическое поле, имеющее искусственную природу, так как на его образование затрачивается работа по преодолению сил трения.

Так от процесса созерцания веполей первого типа, в виде молний и других атмосферных явлений, человек перешел к изучению законов природы, используя веполи второго типа.

Для своих опытов ученые добывали электричество трением. Отто Герике /2/ соорудил машину для добывания электричества. Прикладывая к вращающемуся серному шару различные естественные элементы, он электризовал серу.

Герике в своих опытах использовал веполь третьего типа, со-

держаний два искусственных элемента (серный шар и электрическое поле) и один естественный пушинку.

Для измерения электрических зарядов ученые стали использовать веполь четвертого типа.

Первый прибор, позволивший измерять электрические заряды, был электрометр, построенный русским академиком Г.В.Рихманом /2/. Электрометр Рихмана состоял из вертикальной изолированной металлической линейки и привязанной к ее верхнему концу нитки. Когда линейке сообщали электрический заряд, он растекался также и по нитке. Заряды, скопившиеся на линейке и на нитке, заставляли нитку отталкиваться от линейки. Нитка отталкивалась от линейки тем круче, чем больше заряд они получала.

Веполь электрометра содержит три искусственных элемента: линейку, нитку и электрическое поле.

Дальнейшее развитие приборов для измерения электрических зарядов пошло по пути улучшения веполь четвертого типа (электроскоп, крутильные весы и др.).

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. - М.: Сов. радио, 1979, с. 33.

2. Ивановский М. Покоренный электрон. - М.: Молодая гвардия, 1952, с. 4, 8, 12.

С.В.Козловский

АЛГОРИТМ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ

В сложных задачах только после разрешения определяющего противоречия исследователь может построить модель, которая объясняет поведение системы /1/. Известны приемы преодоления противоречий /2, 3/. Но часто основная трудность состоит в том, чтобы сформулировать определяющее противоречие. Из философии известно, что противоречие задается двумя противоположностями и их взаимодействием. Возникают вопросы: где искать носителей противоположностей в исследуемой системе, в чем их противоположность, каков характер их взаимодействия.

Цель работы - в построении алгоритма исследований систем

(АИС) для выявления и разрешения таких противоречий. Исследовались открытия, сделанные в физике, химии, биологии, истории, философии. Имелось в виду, что в процедурном плане открытие предполагает успешный результат в процессе исследования трудной проблемы. АИС применим для решения научных задач, по крайней мере в указанных областях. Кратко изложим принципы, которые положены в основу алгоритма исследований систем.

Исследование показало, что путь к открытию типа "открытие закономерности", по классификации Г.С.Альтшуллера, проходит от надстройки к базису с последующим возвратом к надстройке на новом уровне знаний.

Здесь под базисом исследуемой системы понимается такая область взаимосвязанных явлений, законы которой являются определяющими для законов исследуемой системы. Поэтому в дальнейшем исследуемую систему мы будем называть надстройкой.

Так, законы взаимодействия генов определяют форму горошин, законы квантовой механики - периодичность свойств химических элементов, а закономерности взаимодействия молекул - газовые законы.

Предлагаемый алгоритм помогает исследователю построить идеальный базис системы через выделение и разрешение определяющего противоречия между элементами надстройки. Взаимоотрицание, антагонизм, вытеснение свойств исследуемых элементов надстройки с одной стороны, и взаимопорождение, взаимопереход противоположностей с другой - вот основное требование, которое предъявляется к определяющему противоречию.

Скрещивание гороха с гладкими горошинами и гороха с морщинистыми дает в первом поколении потомство с гладкими горошинами. Но определенный процент потомков гибридов во втором и в последующих поколениях опять имеет морщинистые горошины. Так проявляется противоречие между антагонизмом разных форм горошин и их взаимопереходом. Щелочной элемент всегда металл, а галогенный - всегда неметалл. Но есть элементы, которые проявляют как те, так и другие свойства, указывая на существование диалектического перехода. Порция газа в один и тот же момент времени при постоянных объеме, составе и температуре может иметь лишь одно значение давления. Но перейти к другому значению давления можно, если, например, изменить объем газа.

Каждому из выделенных противоположных свойств сопоставляется элемент или параметр идеального базиса, который является носителем этого свойства. Элементы базиса при взаимодействии должны разрешать определяющее противоречие. Предполагается, что построенная модель идеального базиса реализуется или в самой надстройке, или в реальном базисе.

Так, для гороха конкретными носителями являются одвоенные гены в хромосоме. Свойства химических элементов определяются заполнением электронных оболочек атомов, а силы отталкивания молекул зависят, в частности, от расстояния между ними.

Исследование завершается предсказанием новых свойств надстройки, которые вытекают из построенной модели. Предсказанные свойства проверяются. Если необходимо, то АИС применяется повторно. Повторные применения АИС вскрывают новые диалектические переходы. Особенностью применения АИС является настройка на исследуемую систему. Так, в приведенных примерах изменяются конкретные формы борьбы и единства противоположностей в определяющем противоречии.

Результат применения алгоритма — это вскрытая закономерность, которая непосредственно применяется в исследуемой области для решения конкретных задач. АИС, в частности, применяется для анализа задач информационного и семиотического характера. Так, в системах связи это позволило выработать правила стандартного преобразования некоторых типов задач к виду, для которого применим аппарат теории решения изобретательских задач. Одно из полученных решений сейчас внедряется в специализированном тресте "Беловязьстрой".

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач. — М.: Советское радио, 1979.
2. АРИЗ42. — Техника и наука, 1983, № 3, с. 13.
3. Кондраков И. Алгоритмы открытий. — Техника и наука, 1979, № II, с. 32 — 34.

С.Н.Шербаков

О ПРИНЦИПАХ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТОВ НА РЕШЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ

Стандарты на решение инженерных задач являются одним из наиболее эффективных средств ТРИЗ. Система стандартов, введенная Г.С.Альтшуллером, содержит три класса стандартов, а именно, стандарты на изменение систем, на обнаружение и измерение, на применение стандартов.

Задачи на обнаружение и измерение сводятся к задачам на изменение систем. Этот вывод подтверждается тем, что многие стандарты первых двух классов дублируют друг друга, например, I.I.I и 2.2.3, I.I.3 и 2.2.2 и т.д. Стандарты третьего класса представляют собой обходные способы решения задач первых двух классов. Таким образом, все три класса стандартов решают задачи на изменение систем, а принципы, положенные в основу классификации, представляются ошибочными.

В развитии технических систем (ТС) принято выделять четыре этапа, определение состава и структуры, динамизацию и эволюцию /2/. На каждом этапе существуют эффективные способы развития ТС. С другой стороны, стандарты и есть наиболее эффективные способы развития ТС. Поэтому представляется целесообразным

ним в основу классификации стандартов положить этапы развития ТС.

Анализ применяемых в ТРИЗ 50 стандартов показал, что по этапам развития ТС могут быть выделены три класса: 1) стандарты на построение ТС, введение веществ и полей; 2) стандарты на развитие структуры ТС; 3) стандарты на динамизацию ТС.

Первый класс содержит следующие стандарты:

1.1. Построение систем, 5 пунктов которого включают следующие стандарты существующей системы: 1.1.1, 2.2.1, 3.2.1, 1.1.2, 3.2.2, 3.2.3, 2.2.3, 1.4.3, 2.4.3, 3.1.1.3.

Примечание. Далее номера стандартов существующей системы указаны в скобках.

1.2. Переход в надсистему. 6 пунктов (1.3.1, 1.6.1, 1.6.2, 2.1.2, 3.1.5).

1.3. Согласование ритмов. 1 пункт (3.3.1).

Класс 2 содержит стандарты:

2.1. Способы введения веществ и полей. 8 пунктов (1.1.4, 1.1.5, 1.3.2, 1.3.3, 3.2.4, 1.2.5, 1.4.6, 1.2.2, 3.1.4).

2.2. Дробление вещества. 3 пункта (1.2.1, 3.1.2, 1.4.1).

2.3. Введение добавок в вещество. 7 пунктов (1.1.3, 2.2.2, 1.4.2, 2.4.2, 3.1.1.2, 3.1.1.4, 3.1.1.5, 3.1.1.6, 3.1.3, 3.1.1.2, 3.1.1.7).

2.4. Способы разрушения объектов. 3 пункта (1.5.3, 1.5.1, 1.5.4, 1.5.2).

Класс 3 содержит стандарты:

3.1. Применение физических эффектов на преобразование структуры и свойств вещества. 4 пункта (2.2.4, 1.2.3, 1.4.4, 2.1.1, 3.3.2).

Предлагаемая система увязывает в единое целое правила полного анализа, применение физических эффектов, оригинальные приемы преобразования технических систем, законы и этапы их развития. Она указывает некоторые перспективы. Например, в системе отсутствуют стандарты на динамизацию на макроуровне, хотя реальные системы динамизированы в основном на этом уровне.

В перспективе возможно появление четвертого класса, стандартов на эволюцию ТС. Имеющиеся в существующей системе стандарты 3.1.1.8 и 3.1.3, описывающие способы необратимого химического превращения в процессе функционирования ТС можно в

первом приближении считать стандартами на эволюцию ТС на микроуровне.

Литература

2. Альтшуллер Г.С., Селюцкий А.Б. Крылья для Икара. - Петрозаводск: Карелия, 1980, с. III - II7.

В.А.Михайлов

О РОЛИ ХИМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ В ТРИЗ

Химия нередко предлагает новые вещества и материалы, технологические процессы, которые являются новыми техническими решениями (ТР) или помогают при их поиске в разных отраслях техники. В ТРИЗ уже проведены большие исследования по применению физических эффектов и явлений для разрешения различных физических противоречий (ФП). Ожидается существенная помощь при решении изобретательских задач от использования химических эффектов. Примером являются предложения по переходу от металлургического передела к "атомной сборке изделий" /1/: из оксидов металлов получают летучие хлориды, которые восстанавливают водородом на заправке, имеющей форму изделия.

Одной из закономерностей современного периода развития техники является переход ТР с макроуровня на микроуровень. Применение в ТР физических эффектов заменяет использование свойств элементов-деталей систем на применение свойств веществ этих элементов. Использование в ТР химического превращения вещества элемента системы представляет собой углубление этой закономерности - ТР переводится на уровень молекулярных превращений, изменений состава и структуры молекул вещества. Если физические эффекты, как правило, допускают многократные повторения на одном и том же образце, вследствие их обратимости, то химические превращения обычно неповторяемы и трудно обратимы. Металлы в окислительной атмосфере легко превратить в оксид, а обратное превращение требует особой атмосферы и повышенных затрат. Глубокое превращение вещества, создавая необходимое изме-

нение его свойств для разрешения ОП, накладывает определенные ограничения на условия применения такого ТР.

Все виды химических реакций подразделяют на 3 группы: окислительно-восстановительные, обменные и комплексобразования. Пока при разработке ТРИЗ наиболее изучено применение процессов, основанных на окислении вещества и на увеличении силы окислителя /2, 3/. Применяются процессы, основанные на ослаблении или устранении окислительных реакций – принцип применения инертной среды /3/. Отмечены также ТР, основанные на применении восстановительных реакций /4 – 6/: очистка руды от солей железа, увеличение прочности механического соединения металлических деталей путем восстановления поверхностной оксидной пленки и др.

В ТРИЗ намечается также изучение применений других видов химических процессов /4 – 6/. Так, выделены ТР по обеспечению точного дозирования веществ при химических реакциях, основанные на предварительном получении соединений другого химического типа. Затем в необходимых условиях из него получают целевой продукт. Такой подход обеспечивает молекулярное, идеальное дозирование химических реагентов в каждой точке пространства реактора. Нередко отходы производства в виде газов или жидкостей имеют противоположный характер – бывают кислыми и щелочными, в результате каждый отход по-отдельности производит вредные воздействия на трубопроводы или окружающую среду. В ряде ТР в разных отраслях техники вредное действие каждого отхода нейтрализуют с помощью другого – путем их чередования или объединения.

Для очистки сточных вод от вредных микрокомпонентов широко применяют осаждение гидроксидов металлов, которые однако сами трудно отделяются от вод. Такое противоречие преодолено /4-6/ во многих ТР путем предварительного связывания катионов металлов с макромолекулами и последующего превращения их в гидроксиды.

Собранные примеры показывают необходимость расширения исследований роли химических эффектов в ТРИЗ.

Литература

1. Валентинов А. Техника и наука, 1980, № 8, с. 5.
2. Алтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. – М.: Моск. рабочий, 1973, с. 175 – 176.
3. Саламатов В.П. Техника и наука, 1982, № 6, с. 15 – 16.
4. Михайлов В.А., Сергеев С.Т., Толстова М.В. В кн.: XII Междисциплинарный съезд по общей и прикладной химии. Рефераты докладов. Кн. I. Неорганическая химия. – М.: Наука, 1981, с. 76.
5. Михайлов В.А. В кн.: Проблемы развития научно-технического творчества. ИТР. Рефераты докладов/ОС НТО. – Горький, 1983, с. 36.
6. Михайлов В.А., Сергеев С.Т., Толстова М.В. В кн.: Всес. науч.-практ. конф. "Развитие научного и технического творчества трудящихся". Тезисы докладов/ВСНТО. – М., 1983. Ч. III, с. 16-17.

Н.Н.Хоменко

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ЗАДАЧИ

Модель задачи строится для упрощения анализа. Поэтому модель должна обладать двумя качествами:

- она должна отражать существо данной задачи, т.е. быть конкретной;
- она должна легко изменяться, не вызывая психологической инерции, т.е. быть абстрактной.

Для выявления существа задачи необходим предварительный анализ. В ходе этого анализа необходимо:

- уточнить главную функцию системы;
- задаться начальным состоянием системы;
- сформулировать вредное качество системы при заданных начальных условиях;
- выделить элемент системы, порождающий вредное качество;
- сформулировать полезное качество выделенного элемента.

Результат предварительного анализа должен быть представлен в виде технического противоречия (ТП), сформулированного по отношению к выделенному элементу системы. Этот элемент назовем конфликтным (КЭ). В некоторых задачах КЭ может быть отсутствующим.

ТП отвечает только первому требованию к модели, так как обычно КЗ обозначают каким-то термином, который нередко вызывает психологическую инерцию. В итоге анализ модели затрудняется.

Для того, чтобы модель отвечала второму требованию, КЗ надо обозначить каким-либо отвлеченным (абстрактным) термином.

Этот отвлеченный термин должен иметь физический характер, так как результат анализа модели представляется в виде физического противоречия.

Причиной ТП может являться либо физическая характеристика КЗ, либо поле, которым обладает КЗ. Поэтому, в качестве отвлеченного термина предлагается выделить либо физическую характеристику КЗ, либо поле. Отвлеченный термин назовем конфликтной характеристикой.

Сформулировав ТП по отношению к конфликтной характеристике, мы получим модель задачи, отвечающую двум поставленным условиям.

Ю.В.Горин

ФИЗИКА КАК ИНСТРУМЕНТ РЕШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ПЕРСПЕКТИВЫ

1. Краткая история вопроса. Физические знания инженера и умение применять их на практике. Уровень знаний – средний; умение применять – нулевое, со случайными отклонениями.

2. Идея первого "Указателя ФЭ". Его структура. Два типа таблиц. Критерии отбора материала. Статистика, эмпирика, опыт. Оценка "Указателя" и учебного курса "ФЭ в АРХЗ". К сожалению, качественного скачка с тех пор нет; есть только варианты количественного расширения.

3. Идея физического противоречия (ФП). Независимость ее появления. Диалектика развития. ФП как углубление материальной сущности ТП. Идея ФП и ее реализация в анализе дали:

- определение конкретного места в анализе задачи, где нужно подмывать физику (переход ФП – ФЭ).
- понятие макро- и микроуровня; переход от свойств тел к свойствам вещества.

Важнейшие следствия:

– выявление реального анализа как инструмента, отражающего один из объективных законов современной техники и технологии (неизбежный переход к использованию непосредственных взаимодействий полей и веществ).

– изменение анализа с явным уклоном в сторону микроуровня.

Вопрос о конкретном алгоритме подмывания физики пока не решен.

4. Направление поисковых работ:

а) уточнение анализа с целью выявления более глубокого содержания ФП.

б) решение вопроса о форме представления массива физической информации.

Следует отметить, что пункты а) и б) – это две стороны одной и той же противоречивой проблемы.

5. Таким образом, вместо прежнего нуля имеем – работоспособный аппарат выявления и формулировки физического противоречия, что позволит осмысленно и целенаправленно применять физику.

6. Наличие таких понятий, как пространственное и временное разделение ФП, ФП на макро- и микроуровне создает определенные надежды на успех в проблеме ФП – ФЭ. Очевидно, с течением времени будет включаться в работу все больше ФЭ; все больше будет людей, владеющих понятием ФП и представлениям о переходе ФП – ФЭ. Но все это – лишь количество. Нужен и назревает качественный переход. Здесь и должны быть сосредоточены усилия исследователей.

7. Рассмотрим подробнее проблемы перехода ФП – ФЭ. Здесь две стороны.

а) ФП и его структура. Переход к многогранным ФП, с формулировкой на микроуровне комплексов физических требований, что безоговорочно предполагает применение комплексов ФЭ. Необходима работа по дальнейшему уяснению причин возникновения ФП данной задачи и последствий его преодоления, а также изучение вещественно-полевой структуры ФП.

б) Комплексы ФЭ как основа современной и будущей технологии (взаимодействие полей и веществ). Сильная и слабая сторона реальных схем. Анализ схемы В-П-В (почему не В-П или П-В-П). Типы физических и математических полей; общность и различие.

Необходимость разделения. Типы вещественно-полевых структур с иерархией; вещество в поле и поле в веществе.

в) Вид представления ФФ как следствие и требование ФП и алгоритма его преодоления.

9. Заключение: Ближайшие перспективы:

а) учесть тому, что наработано. Сделано много, вполне реального и работоспособного. В процессе набирать количество.

б) необходимо расщеплять и выявлять "тонкую структуру" ФП, аналогия с положением, когда были ТП и приемы их устранения; на дне ТП было найдено ФП; что не лежит на дне ФП?

в) немного прожектерства о преподавании физики, учесть не только самой физике, но и ее применению. Физика — наука не только естественная, но и техническая.

С.В.Козловский, П.Э.Фадеев

РЕШЕНИЕ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ

Системы связи являются с одной стороны техническими системами, а с другой — информационными и потому на них действуют законы присущие обеим областям. Если противоречие определяющее трудность задачи лежит в информационной области, то применение аппарата ТРИЗ в настоящее время затруднено. Цель работы состоит в создании стандартного преобразования ряда задач связи с существенным информационным аспектом к виду, при котором ТРИЗ эффективно применима.

Как метод исследования применялся алгоритм исследований систем — АИС, разработанный одним из авторов. Исследовались задачи передачи импульсных и аналоговых сигналов в системах связи, так как в основном свойства сигнала определяют информационные характеристики системы связи.

Предлагается сигнал представлять как совокупность минимальных сигнальных систем. Из философии известно, что противоречие состоит из двух противоположностей и взаимодействия между ними. Поэтому, любая минимальная система должна включать три элемента: два противоположны по свойствам, а через третий проявляются их борьба и/или единство. Минимальная сигнальная система состоит либо из двух динамических элементов сигнала и одного статического, либо из двух статических и одного динамического.

Элемент сигнала называется статическим, если он обладает существенной для информационной системы устойчивой характеристикой, значение которой самопроизвольно измениться не может. Динамический элемент сигнала может изменять значение устойчивой характеристики статического элемента минимальной сигнальной системы.

Особенность минимальной сигнальной системы в том, что она одновременно является и минимальной технической, и минимальной информационной системой. Поэтому элемент сигнала статический или динамический в техническом смысле должен одновременно быть соответственно статическим или динамическим информационно. Статический элемент, динамический элемент и минимальную сигнальную систему полагают эквивалентными веществу, полю и минимальной технической системе соответственно. Далее задача решается известными в ТРИЗ средствами. Два вида минимальных сигнальных систем необходимы для организации минимальных систем в сложные сигнальные системы.

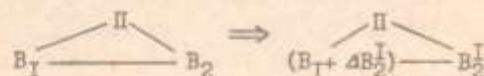
При контрольной проверке предлагаемого преобразования для решения реальных задач были получены не только практические все известные авторам решения, но и ряд новых. Контрольные решения проводил тот автор, который не знал контрольных ответов. Одно из новых решений для задачи о двухсторонней связи, когда все динамики и микрофоны включены в один провод и сигнал от своего микрофона не должен прослушиваться, сейчас внедряется в специализированном тресте "Белсвязстрой".

А.В.Лихачев

ПУТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В БИОЛОГИЧЕСКИХ И МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМАХ

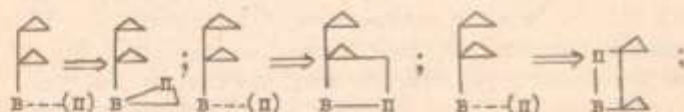
Особенности медико-биологических эвристических задач — наличие существенного для смысла задачи медико-биологического объекта в вершине. Медико-биологический объект (его подсистема) рассматривается не как диффузная, аморфная сущность, а как система взаимосвязанных уровней, рассмотрение которых имеет существенное значение для приближения к ИКР. В медико-биологических системах проявляются системные /I/ медико-биологические свойства вещества (изделия), причем исключение дополнительных

взаимодействий технических элементов вепол с медико-биологическими элементами приводит к несоответствию модели реальной системы. Совершенствование технического элемента вепол происходит в соответствии с лучшей обработкой медико-биологического элемента. При детальном рассмотрении, обусловленном спецификой задачи, выясняется, что часть вещества (изделия) по существу должна выполнять частично функцию инструмента (что обусловлено ИКР и физическим противоречием), причем неизменно-го как правило (или изменяемого лишь в результате взаимодействия с новым инструментом) в ходе решения задачи.



где Π - поле; V_1 - инструмент (техническая система); V_2, V_2^I - изделие (медико-биологическая система); $(V_1 + \Delta V_2^I)$ - инструмент (техническая система) плюс инструментальная часть изделия (медико-биологической системы), причем $V_2 = (V_2^I + \Delta V_2^I)$.

Совершенствование мясорубки может относиться к медико-биологическим задачам тогда, когда возникает необходимость рассмотрения свойств мяса как медико-биологической системы. При этом задача переходит из вида А (мясорубка обрабатывает мясо) в вид Б (мясорубка помогает части X мяса обрабатывать часть Y мяса так, чтобы достичь необходимого эффекта, причем мясорубка $\rightarrow 0$, а мясо само обрабатывает себя; часть X мяса сама обрабатывает часть Y мяса). Таким образом, инструмент запускает цепь взаимодействий $X_1, X_2, \dots, X_k$ (инструментов) и $Y_1, Y_2, \dots, Y_p$ (изделий) внутри изделия. Решение медико-биологической задачи, наиболее близкое к ИКР, состоит в воздействии полем (лучше запускающим импульсом поля) или введением вещества, улучшающего, "замыкающего" взаимодействия в медико-биологическом цепном веполе.



где в - вещество, Π - поле.

Вначале следует выделить физическое противоречие, конфликтную пару /2/, затем постараться решить задачу как чисто физическую /2/. В любом случае выделить добавочные вещества, поля, взаимодействующие с основными, представить их в виде цепных веполей и постараться решить задачу снова. Полезно применить для построения модели медико-биологической системы принцип соответствия. Следует выбрать модель, пригодную для наибольшего числа фактов и условий и противоречащую наименьшему числу фактов и условий и включающую наименьшее количество параметров; точно понимать, какие ограничения и условия связаны с выбранным объяснением, решением; различать местные и общие условия (можно ли игнорировать их в данный момент, в данной конкретной ситуации или нет); проверять, действительно ли полученные факты являются незначимыми в соответствующей ситуации.

Литература

1. Аншкин П.К. Очерки физиологии функциональных систем. - М., 1975.
2. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. - М., 1979.

М.С.Померанц

ПРИЛОЖЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ТРИЗ К АНАЛИЗУ НЕКОТОРЫХ НЕТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Генеральная линия развития ТРИЗ - создание общей теории развития систем. Путь к ней проходит через создание частных теорий развития систем - научных, социальных, экономических, литературных и т.д. Представляется возможным применение аппарата ТРИЗ для построения теорий развития нетехнических систем.

Были взяты литературные системы как удобный объект исследования, обладающий большим и легкодоступным информационным фондом.

Литературные структуры объединяются в системы разной степени сложности. Так, существуют сложные системы (роман), более простые (рассказ), имеются и минимальные литературные системы (аналог веполей в ТРИЗ).

Первым шагом на пути создания ТРИЗ было выявление приемов -

операторов преобразования исходной технической системы или технического процесса. Анализ определенного литературного фонда позволил выявить список литературных приемов.

Следующий этап - исследование логики развития приемов - простые приемы, парные приемы, комплексы приемов, и, наконец, фонд стандартов, в которых приемы образуют систему.

Удалось установить некоторые наиболее удачные сочетания приемов, идет работа над созданием алгоритма стыковки единичных приемов и использованием приемов при синтезе простейших литературных систем типа коротких рассказов.

Изучение нетехнических систем позволяет пролить свет на некоторые особенности развития технических систем и уточняет ряд аспектов ТРИЗ.

А.Ю.Лихачев

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕШЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ И МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭВРИСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

В связи с тем, что в медико-биологических решениях принимают активное участие оптимальные медико-биологические механизмы, представляет интерес сравнительный генетико-прогностический анализ эвристических решений в технике и биологии, медицине по обширным литературным данным. В соответствии с нашими данными /1/ модели эвристических медико-биологических решений строились по обобщенным матрично-тензорным схемам с использованием для формализованного (с целью упрощения анализа) описания элементов обобщенных матриц реляционной алгебры. Структура матриц-ряды вертикально расположенных названий медико-биологических (биосфера, биосенсор, организм, орган, ткань, клетка, органоид, макромолекула) и технических подсистем (система макрообъектов, макрообъект, кластер, молекула, ионизированная молекула, свободный радикал, атом, ион, элементарная частица), полей, взаимодействующих с ними, с реляционным описанием взаимодействующих элементов. Схемы расшифровывают структуру взаимодействующих веществ, полей, веполов. В связи с плохой структурированностью /3/ и неполнотой данных медико-биологических исследований введено понятие вероятностного вещества, поля в веполе по аналогии с описанным в /2/, которое содержит качест-

венные характеристики возможных взаимодействий и (при необходимости) их параметры в виде реляционных, матрично-тензорных описаний. Интерес представляет применение матрично-тензорных схем с обозначением взаимных переходов в соответствии с описанными в /4/ стандартами, а также составление матрично-тензорных схем процессов на основе приведенных в литературе (например в /5, 6/ схем, что может явиться основой обобщенных схем представления взаимодействий на микроуровне, сможет послужить каркасом для построения вепольных схем.

И для медико-биологических, и для технических систем характерен переход от однофазных к многофазным, многоуровневым системам, к микроуровню рассмотрения. Микроуровень учитывает взаимодействие компонент, подсистем вещества с веществом, полем (физических эффектов). Воздействие магнитного поля на порошок (взвешенный в газе, жидкости) будет относиться к микроуровню, а воздействие акустического поля на порошок, взвешенный в жидкости, газе будет осуществляться на макро- или микроуровне в зависимости от частоты. В некоторых случаях происходит как-бы "дотягивание" параметров систем на микроуровне с помощью устройств макроуровня при невозможности обойтись микроуровнем, или, обобщенно, помочь одному уровню (фазе) с помощью компонентов другого уровня (фазы), переход от однофазных систем к многофазным, введение между ними дополнительных взаимодействий. Описанное легко объясняет редко встречающиеся переходы технических устройств от микро- к макроуровню. Сосуществование в системе компонент, в обычных условиях не свойственных ей (элементов уровней, фаз) иногда приводит к интересным решениям.

Литература

1. Лихачев А.Ю. В сб.: Тезисы докл. III-й Всесоюзной конференции "Автоматизация поискового конструирования и подготовка инженерных кадров". Ч. 2. - Иваново, 1983, с. 134 - 135.
2. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. - М., 1976.
3. Биотехнические системы/Под ред. В.М.Ахутина. - Л., 1981.
4. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. - М., 1979.
5. Бреховских С.М. и др. Радиационные эффекты в стеклах. - М., 1982, с. 10.

В.М.Пуриков

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ В ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ

Ставится задача разработки информационного обеспечения ТРИЗ, предназначенного для использования в процессе проектирования радиотехнических систем и специализированных ЭВМ.

В ряде задач радиоэлектроники, вычислительной техники и смежных областей высокий уровень решений обеспечивается использованием соответствующих математических фактов, которые могут быть представлены в форме математических эффектов: <объект, условие, преобразование, новое свойство, применение>.

Например, широко применяемый в науке и технике корреляционный анализ базируется на эффекте $\langle a, b; a+b = const; a \cdot b; \text{при } a=b; \text{обнаружение линейных зависимостей} \rangle$, который представляет собой известную теорему о средних, утверждающую, что для двух чисел a и b с постоянной суммой произведение $a \cdot b$ будет максимально при $a=b$. Это свойство используется при обнаружении линейной зависимости между случайными величинами.

Естественно предположить, что разработка указателей математических эффектов позволит расширить возможности ТРИЗ при решении задач приема, обработки и передачи информации. Для проверки эффективности данной гипотезы было выделено несколько десятков математических эффектов из теории информации, статистической теории связи, теории алгоритмов, которые использовались при арифметическом решении задач по разработке быстрых цифровых методов обнаружения сигналов в условиях априорной неопределенности относительно статистических свойств случайной помехи.

Идеальный конечный результат в этом случае определяется степенью приближения нового метода по мощности и времени его вычисления к известным теоретическим пределам.

На основе использования эффекта корреляции и рангового эффекта, состоящего в том, что при переходе от входной выборки наблюдений к ранговому вектору появляется новое полезное свойство — устойчивость вероятности ложных тревог при изменении

закона распределения независимой случайной помехи — был разработан и исследован новый класс ранговых методов обнаружения сигналов, обладающих высокими показателями по быстродействию и мощности. Например, после преодоления противоречия типа "для снижения потерь информации ранговый вектор должен быть длиной m , а для использования эффекта корреляции вектор должен быть разбит на два вектора длиной $m/2$ каждый" получена структура наиболее мощного из нового класса двухвыборочного L -теста

$$L = \sum_{i=1}^{\lfloor m/2 \rfloor} R_{(i)} \cdot R_{(m-i+1)} \geq C_{\alpha}$$

где $R_{(i)}$ — порядковая статистика рангов элементов наблюдаемой выборки, m — объем выборки, C_{α} — порог обнаружения, задаваемый вероятностью ложных тревог α .

Данный L -тест оказался эффективнее широко применяемого на практике двухвыборочного теста Вилкоксона-Манна-Уитни. Для ускорения вычислений при реализации L -теста на ЭВМ использованы эффекты быстрых сортировок, что позволило вплотную приблизиться к теоретическому пределу по числу вычислительных операций.

К сожалению, аналитически оценить качество новых методов обнаружения сигналов удается далеко не всегда, поэтому была разработана диалоговая система из 120 программ, дающая исследователю возможность на этапе синтеза структуры нового метода оперативно получать оценки его качества на ЭВМ.

Использование математических эффектов и метода Монте-Карло при арифметическом решении задач в режиме диалога с ЭВМ предоставляет исследователю принципиально новые возможности при разработке эффективных методов обработки сигналов с непосредственным оцениванием их качества, что особенно важно в тех случаях, когда аналитический синтез затруднен из-за сложности задач или из-за отсутствия соответствующего математического аппарата.

В целом можно сделать вывод об универсальности основных понятий, механизмов и языка ТРИЗ. Расширение областей применения теории возможно путем разработки информационного обеспечения в виде указателей различного рода эффектов, в том числе математических. АРИЗ выступает в качестве универсального алгоритма анализа задачи, а указатели эффектов предоставляют специализи-

рованную информацию, необходимую для синтеза конкретных решений.

В докладе рассматриваются примеры математических эффектов из теории информации и связи, структура диалоговой системы, результаты ее испытаний.

Л.Н.Бутенко, Г.К.Лобачева

ВЫЯВЛЕНИЕ ЭВРИСТИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ В ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Данная работа посвящена выявлению новых способов и применения известных эвристических приемов в химии и химической технологии /1, 2/. Эвристические приемы в химии имеют свою особенность, связанную с учетом особенностей химической формы движения материи. Выделенные нами эвристические приемы разделены на три большие группы. Первая отражает общие принципы планирования и проведения реакций (24 приема). Вторая группа (28 приемов) связана с использованием приемов, учитывающих макроскопический характер используемых реагентов и способов технического осуществления синтезов. Третья группа (24 приема) представляет собой приемы, учитывающие химическую природу молекул, способы изменения ее с помощью существующих средств.

Приведенный список приемов призван значительно облегчить поиск новых технических решений, так как предварительный анализ изобретений в области химии и химической технологии показывает, что целый ряд изобретений является примером использования одного или нескольких приемов из представленного перечня.

Хотелось бы на примере решения изобретательской задачи показать, что общие принципы организации технических систем, разработанные для макроуровня, соблюдаются и для систем микроуровня. Это первые попытки перенести установившиеся принципы и понятия из техники в химию. Задача формулируется следующим образом: необходимо повысить прочностные и температурные характеристики полиуретанов на основе простого полиэфира и 2,4-толуиленизоцианата. Любое нарушение структуры полиуретанов, путем введения дополнительных веществ отрицательно сказывается на прочности, так как появляется гетерогенная структура. Налицо физическое противоречие: увеличиваем гетерогенность — уменьшаем прочность.

Есть вредный фактор, с которым надо бороться. Идеально — пусть вредный фактор приносит пользу. Чтобы этот вредный фактор — гетерогенность — приносила пользу, нужно понизить степень гетерогенности и упорядочить эти структуры.

Задача решена следующим образом: модификацию полиуретанов КС проводили в электрическом поле высокого напряжения, а реакцию инициирования осуществляли искровым разрядом. Прочность полиуретанов возросла в 6 раз, а теплоустойчивость повышена на 30°C.

Данная работа была защищена авторским свидетельством СССР № 595338 /3/.

Рассмотренный частный случай показывает, что общие закономерности действуют в области химии, обогащая, дополняя, развивая теорию решения изобретательских задач.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. — М.: Сов. радио, 1979.
2. Методы поиска новых технических решений / Под ред. А.И.Половинкина. — Йошкар-Ола: Маркоингонадат, 1976.
3. Авторское свидетельство СССР № 595338 Б.И. № 8, 1972.

А.Б.Селицкий

РАБОТА С ТЕМНИКОМ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ К ТЕХНИЧЕСКОМУ ТВОРЧЕСТВУ

На ПО "Петрозаводскбуммаш" сложился определенный опыт по созданию и работе с темниками для изобретателей и рационализаторов, который позволяет сделать следующие выводы:

1. Как правило, темы, предлагаемые к решению, описывают не задачу, а лишь изобретательскую ситуацию. Поэтому прежде разобратся в задаче тому, в чем подразделении задача возникла.

2. Предварительная экономическая оценка тем не соответствует реальной эффективности, которая зависит от качества будущего решения.

3. Наличие или отсутствие темника практически не отражается на рационализаторской работе предприятия. Таким образом, темник

не выполняет своей основной роли — привлекать внимание возможно большего числа людей к "узким местам" производства. Полностью выполнять свою роль темник сможет только тогда, когда он из сборника тем превратится в методическое пособие по решению изобретательских задач и пользоваться им станут люди, подготовленные к решению задач.

Для решения задач из темника необходимо обучать людей теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). Человек, владеющий ТРИЗом:

- а) понимает, что в темнике описана ситуация, а не задача, и пользуется АРИЗом, он формулирует задачу;
- б) не боится браться за задачи "чужой" отрасли;
- в) сложные задачи решает, как правило, на уровне изобретений и наиболее рациональным способом, что вынуждает задачадавателей сотрудничать с ним.

Желательно выпускать темник в виде кассеты с постоянной и переменной частями.

Постоянная часть кассеты

1. Методическое пособие по патентоведению, куда входит:

1.1. Пособие по оформлению изобретений (уст-во, способ, вещь-во, примен.).

1.2. Пособие по оформлению заявления на расширение (конструкция, тех. процесс, состав матер., применение).

1.3. Справка о правах авторов изобретений и расширениях.

2. Справка о законах развития технических систем.

3. Краткое понятие о верном анализе.

4. Система стандартов на решение изобретательских задач.

5. Указатель применения физических эффектов и явлений.

6. Методическое пособие по развитию творческого воображения, куда входят:

6.1. Шкала "Фантазия".

6.2. Приемы фантазирования.

Переменная часть кассеты

1. Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) и примеры задач, решенных с помощью АРИЗа данной модификации.

2. Темы для решения ("узкие места" производства).

Работа над задачей делится на три этапа:

Первый этап — описание изобретательской ситуации и формули-

рование задачи. На этом этапе основная работа идет с задачадавателями, и очень важно, чтобы они на этом этапе усвоили хотя бы самые общие понятия об АРИЗе.

Второй этап — решение задачи. Ни в коем случае нельзя оставлять задачи из темника без контроля. Необходимо сразу привлечь к решению наиболее актуальных задач изобретателей и рационализаторов, закрепить их за творческими комплексными бригадами или за слушателями ТРИЗ.

Третий этап — использование уже решенной задачи. Желательно расписать решение задачи по шагам, АРИЗа или по стандартам и использовать ее в качестве учебной для следующей модификации темника и в учебных целях.

В.А.Власов

О ПРИМЕНЕНИИ ГОФР

Гофрирование — один из широко используемых геометрических эффектов и является проявлением закона динамизации технических систем в области статичных, казалось бы, форм изделий.

Одно из основных технических противоречий (ТП), решаемых гофрированием — между массой и прочностью изделия. Ярким и общеизвестным примером такого решения является тарный картон, состоящий из чередующихся слоев гладкой и гофрированной бумаги. "Антиподом" этому примеру является волнообразный в плане зуб шестерни /1/.

Гофры широко (достаточно вспомнить швейную промышленность) применяются при изготовлении неразвертываемых криволинейных поверхностей из плоских заготовок, где они обеспечивают "самоформирование" материала заготовки, что, видимо, соответствует усиленному идеальному конечному результату (ИКР). В частности, в архитектуре гофры используются для создания каркасных и трансформируемых покрытий /2/.

Гофры упруги (в упругом зубчатом колесе венец связан со ступицей гофрированным кольцом, а.с. № 823716) или обеспечивают упругую деформацию смежных деталей (лента транспортера, отгибая барабан с волнистой поверхностью, деформируется и самоочищается от налипшего материала /3/).

Свойства гофр, проявляющиеся в перечисленных случаях их

применения, зачастую используются совместно. Это свидетельствует о приближении эффекта гофрирования к ИКР и позволяет рассматривать гофры как ступень в линии развития геометрических форм изделий "монокристаллическая деталь - оребренная - гофрированная - с изменяемыми гофрами - с управляемыми гофрами".

Гофры применимы для создания (или заполнения) небольших дополнительных объемов. Наглядным примером является ручной шпатель с гофрированной приставкой по а.с. № 1008386.

Наконец, гофрированные поверхности можно использовать для различных целей и "непосредственно". В Кинишевском политехническом институте предложена стиральная машина, в которой стиральный раствор перемещает белье по неподвижной рифленой пластине (а.с. № 996569). В статическом смесителе-трубопроводе фирмы "Зульцер" (патент США № 3785620) смесительные элементы представляют собой пакеты гофрированных пластин с пересекающимися гофрами смежных пластин; смешивание происходит в образуемых гофрами открытых пересекающихся каналах за счет искажений и вытеснений потоков.

Перечень возможных применений гофр является предварительным, подлежит расширению и детализации на основе большего информационного массива.

Литература

1. Веренкин А.И. Согнем зуб дугой. - Изобретатель и рационализатор, 1983, № 5, с. 30.
2. Лебедев Ю.С. Дом-улитка и другие. - М.: Московский рабочий, 1983, с. 123 - 144.
3. ЗИ-82045. - Техника и наука, 1982, № 3, с. 17.

В.А.Власов, А.Б.Селицкий

ИЗ ОПЫТА ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРИИ РЕШЕНИЙ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ОКОРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЦЕЛЛЮЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Работа выполнена в ПО "Петрозаводскбуммаш". Технической системой (ТС) - объектом применения ТРИЗ - были коробообразные барабаны (КБ), являющиеся основным окорочным оборудованием целлюзно-бумажного производства. В КБ при его вращении происходит самоудаление коры с бревен за счет их динамических контактов. По принципу действия, конструкции, размерам КБ, до некоторой степени, аналогичны шаровым мельницам, вращающимся печам и т.п.

Годом "рождения" КБ ориентировочно можно полагать 1916 г. Основными показателями КБ являются производительность (при минимальных потерях древесины), которая выросла от 10 пл.м³/час у первых КБ до 200 пл.м³/час у современных, и надежность. Существует необходимость дальнейшего увеличения производительности КБ, что является проявлением закона стремления ТС к идеальности (через увеличение единичной мощности оборудования, аналогично, например, транспортным устройствам).

Были выявлены и устранены с привлечением информационного аппарата ТРИЗ основные технические противоречия (ТП), препятствующие повышению показателей КБ. Основное ТП между единичной мощностью КБ и его надежностью устранено одним из основных приемов, дроблением: в многосекционном КБ каждая секция может работать как отдельный КБ (а.с. № 804436, находится в стадии опытной проверки). Известные решения по интенсификации окорки установкой в КБ различных типов ножей приводили к потерям древесины. Соответствующее ТП было устранено изобретением, созданным по АРИЗ-71: ножи расположены на боковых сторонах установленных в КБ сегментов (а.с. № 722761, внедрено). По АРИЗ-82 решена задача увеличения отверстий перфорации КБ для отвода коры, которое приводило к потерям вместе с корой мелких бревен (а.с. № 982916). Пока в конструкциях КБ внедрены три из девяти основных изобретений, созданных с помощью ТРИЗ, что способствовало экспорту КБ и неоднократной аттестации их на Высшую категорию качества.

При анализе мирового патентного фонда по КБ с целью косвенного, по уровню и количеству изобретений, определения "места" КБ на S-образной кривой развития ТС, выявились некоторые особенности, которые следует учитывать при использовании ТРИЗ "на рабочем месте". Важнейшими из них являются следующие.

Наряду с изобретениями целесообразно учитывать эффективные технические решения, патентная охрана которых затруднена. Для КБ такими решениями были ступенчатое (3-4-5-7 метров) увеличение диаметра, увеличение частоты вращения и увеличение перфорации для ускорения отвода коры, смягчающей соударения бревен. Кстати, подобные решения, перенесенные из других отраслей, являющиеся следствием общего прогресса машиностроения, например, перехода от клепаных конструкций к сварным на первом этапе увеличения диаметров КБ, или возникающие в результате научных исследований, требуют преодоления сильной психологической инерции разработчиков, что также сближает их с изобретениями.

Известно, что ТС развивается волнообразно: образно говоря, общая кривая ее развития является модулирующей для некоторой несущей частоты, наличие которой считается следствием неравномерности развития частей системы. Однако, неравномерность развития ТС объясняется еще и "эстафетным" характером этого развития, т.е. последовательным освоением ее различными фирмами, странами. Зачастую, впрочем, вновь осваивающие ТС изготовители акцентируются на развитии отдельных подсистем. В частности, в патентном фонде СССР (приближающемся к суммарному фонду ведущих - Швеция, США, Канада - стран, хотя первое изобретение по КБ датируется в СССР 1968-м годом) две трети изобретений относятся к методам механической или тепловой интенсификации обработки древесины в КБ.

В целом, анализ патентного и информационного фондов показал необходимость выдвижения предложений по новым, более совершенным, чем КБ, системам, хотя КБ и имеют еще резервы развития. При создании новых ТС близким к идеальному конечному результату решением является системный переход, при котором в надсистему объединяют существующие конкурирующие системы. Предложено сочетание барабанной и гидравлической окорки (а.с. № 1023243).

ПРОБЛЕМА РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ И ТРИЗ

Наибольшее применение при резании древесины в настоящее время получили цепные и дисковые пилы. Однако они сложны в эксплуатации, имеют низкую производительность и надежность, в процессе пиления являются источником повышенного шумообразования. Основной же недостаток их применения - значительные потери древесины в виде опилок.

Известен также способ безопилочного резания древесины, который позволяет устранить указанные недостатки пил. Традиционный режущий орган безопилочного резания представляет собой металлическую пластину с клинообразной симметричной заточкой режущей части ножа, имеющей прямолинейную образующую. Недостатками традиционного режущего органа являются повышенные усилия резания и неудовлетворительное качество поверхности резания из-за растрескивания торцев. Эти недостатки обусловлены наличием прямолинейной образующей режущей кромки ножа.

С помощью ТРИЗа была найдена новая конфигурация режущего органа. Разработанный нож имел спирально-ступенчатую образующую. Такая форма ножа позволила снизить в 2-3 раза усилия резания и исключить трещинообразование. (В докладе будет подробно представлен ход поиска формы этого ножа по ТРИЗу, а также других технических решений. Все примеры подробно иллюстрируются плакатами.) Исследование предложенного режущего органа были положены в основу диссертационной работы.

При экспериментальных исследованиях было установлено, что около 80 % усилия приходится на трение древесины о боковые грани ножа. Выявленный факт послужил исходной задачей для последующего совершенствования режущего органа. Выполнение на боковых гранях ножа концентрических канавок позволило снизить в 2 раза силу трения.

Из научно-технической литературы было установлено, что усилие резания и устойчивость ножей в резе зависит от толщины их, т.е. повышая устойчивость, мы увеличиваем силу резания. Это противоречие было разрешено разделением одного толстого ножа на два тонких. Повысились устойчивость ножа и качество реза при снижении усилия резания. Только этот один прием позволял

получить 3 авторских свидетельства.

Наклон образующей режущей кромки к траектории движения ножа позволяет снизить усилие резания. Было предложено решение с косоугольным расположением режущих ступенек. Выбрав положительные стороны шильной цепи и ножа силового резания был создан своеобразный симбиоз – комбинированный режущий орган с раздвоенным лезвием, между которым движется цепочка. Таким образом, с помощью ТРИЗа нами получен был новый режущий орган, который был потом усовершенствован, что вылилось в дальнейшем в целое направление по созданию режущих органов.

Заключив разработку режущего органа, как отдельного объекта решения изобретательских задач, мы начали работать над применением его в практических схемах машин для резания древесины. При этом четко определялось два направления. Первое – вращающийся нож надвигается на лесоматериал и перерезает его, второе – на неподвижный нож надвигается бревно и также перерезается. Эти два направления учитывают специфику лесозаготовительных, деревообрабатывающих и целлюлозно-бумажных предприятий. Оба направления защищены авторскими свидетельствами.

Значительные объемы концентрации сырья на биржах целлюлозно-бумажных предприятий определило для них второе направление в создании раскряжевочных устройств и определило пути его дальнейшего совершенствования по основным направлениям: снижения металлоемкости и энергоемкости, повышение производительности и снижения потерь древесины.

Для передачи значительных крутящих моментов была изобретена передача со одвоенными зубчатыми колесами, которая позволила при уменьшенных габаритах повысить несущую способность зубьев.

Часть изобретений экспонировалась на тематических выставках ВДНХ. Только два внедряемых в настоящее время изобретения позволяют получить экономический эффект около 500 тыс. руб. в год. Созданные на основе наших изобретений станки работают в настоящее время на лесозаготовительных предприятиях отрасли.

И.П.Горчаков

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТРИЗ ПО ФОРМИРОВАНИЮ СЕМЕЙСТВА УСТРОЙСТВ ДЛЯ ГРУППОВОЙ КАПИЛЛЯРНОЙ ПАЙКИ

В настоящее время широко распространены два семейства устройств для групповой пайки изделий – волной и погружением /1/. Использование таких устройств требует решения следующих задач: 1. фиксации радиоэлементов на печатной плате; 2. защиты зеркала припоя от окисления; 3. удаления излишков припоя с изделия. Первая и вторая задачи нами решены /2, 3/. Разбор решения первой задачи приведен в /4/. Третья с использованием ТРИЗ также решена /5/. Разбор приводится на плакатах. Эта задача может быть сформулирована и по-другому: как не допустить образования излишков припоя на изделии. Известно устройство, не допускающее образования излишков припоя на основе прямого использования капиллярного эффекта /6/. Суть технического решения состоит в том, что изделие укладывают на капиллярно-пористый материал (КМА), выполненный из набора сеток, и в результате его деформации изделием припой поступает к паевым соединениям. Закономерным является переход от вещества, представленного в виде проволоки, к веществу – в виде ферромагнитных частиц и от механического поля к магнитному. На такое устройство нами получено положительное решение на выдачу авторского свидетельства, по которому ферромагнитные частицы являются магнитными или могут находиться в электромагнитном поле /7/. Разбор приводится на плакатах.

К типичным особенностям технической системы для групповой капиллярной пайки можно отнести наличие магнитной системы и ферромагнитного КМА /8, 9/.

Используя часть 6 АРИЗ, составлен морфологический ящик на семейство устройств для групповой капиллярной пайки. Число таких устройств достигает нескольких тысяч. Фрагмент морфологического ящика представлен на плакатах.

Проведенный анализ конкретной технической системы с использованием ТРИЗ позволил определить направление дальнейшего развития этого семейства устройств.

Литература

1. OCT4.ГО.054.267. Аппаратура радиоэлектронная. Сборочно-монтажное производство. Пайка электромонтажных соединений. Ред.1-80.
2. Горчаков И.П., Антипов В.В., Овчинников В.М., Рыбаков Л.Ф. "Способ пайки навесных элементов на печатной плате", ав.св. СССР № 884180.
3. Горчаков И.П., Наумов В.Н., Вохмянин В.Н. "Способ защиты зеркала свинцово-оловянного припоя от окисления", ав.св. СССР № 1024193.
4. Горчаков И.П. Прикличение. - Техника и наука, 1982, № 2, с. 18 - 19.
5. Горчаков И.П., Антипов В.В., Рыбаков Л.Ф. "Устройство для пайки волной припоя", ав.св. СССР № 1013157.
6. Каневский Я.М., Зайцев А.И. "Устройство для пайки и распайки", ав.св. СССР № 457558.
7. Горчаков И.П. "Устройство для пайки и распайки", заявка СССР № 350011В от 15.10.1982 г.
8. Кольчак В.В., Горчаков И.П., Березников Г.И. "Устройство для пайки и распайки", заявка № 3563032 от 21.04.1983 г., СССР.
9. Горчаков И.П., Антипов В.В., Рыбаков Л.Ф. "Способ нанесения жидкого металла преимущественно припоя", заявка СССР № 3537831 от 12.01.1983 г.

С.Д.Тетельбаум

К ТЕОРИИ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ ПО ТЕПЛОВЫМ СХЕМАМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Под тепловой схемой мы будем понимать определенный набор элементов оборудования, технологическая связь между которыми осуществляется посредством теплоносителей и рабочих тел.

С точки зрения классификации объектов патентования тепловая схема или термодинамический цикл - это способ работы энергетической или энерготехнологической установки, поскольку под способом работы подразумевается последовательность технологических (в данном случае термодинамических и термических) операций и параметров их осуществления.

Любая энергетическая установка, даже самая простая, представляет из себя сложную многопараметрическую систему, состоящую из множества минимальных технических систем, связанных друг с другом.

Таким образом, вся тепловая схема любой степени сложности может быть представлена в виде последовательной цепочки элементов (минимальных технических систем).

Анализ патентной литературы показывает, что плотность распределения целей, в связи с которыми изобретаются новые тепловые схемы, составляет:

1. Повышение экономической эффективности, т.е. снижение удельных затрат топлива или повышение удельной выработки электроэнергии - 80 - 90 %.
2. Улучшение массогабаритных характеристик и повышение надежности работы энергоустановок - 5 - 10 %.
3. Получение нужных характеристик при регулировании нагрузки, при переменных режимах работы, увеличение мощности, облегчение пуска, улучшение эксплуатационных показателей и т.п. - 5 - 10 %.

Таким образом, подавляющее большинство изобретений в области тепловых схем связано с повышением экономической эффективности. И в этом направлении были проведены основные исследования.

Одной из основных особенностей тепловых схем, как объектов изобретений, является присущее им техническое противоречие между термической экономичностью, т.е. эффективным к.п.д. и величиной теплообменной поверхности оборудования, металлоемкостью, сложностью или капитальными в конечном итоге.

При разрешении этого противоречия особое внимание должно быть направлено на соблюдение второго закона термодинамики. Известны многочисленные "изобретения" (они появляются до сих пор), которые связаны с нарушением этого закона.

Существуют три пути повышения термической эффективности с помощью изобретательского подхода.

1. Создание и усовершенствование элементов энергетического оборудования.
2. Создание и усовершенствование тепловых схем.
3. Применение новых рабочих тел и теплоносителей.

Реализация первого направления не имеет каких-либо специфических особенностей, поэтому аппарат, разработанный ранее для решения изобретательских задач полностью пригоден для теплотехнических агрегатов и теплоэнергетических установок. Второе и третье направление обладает такими особенностями и явилось предметом исследований.

Дана классификация и рассматриваются основные методы создания новых тепловых схем энергоустановок с заданными рабочими телами, например, регенерация, повышение температуры, изменение расхода рабочего тела, изменение последовательности технологических процессов, контактный теплообмен, комбинирование и т.д. Приводятся примеры из изобретательской практики.

Классификации и столь же подробному анализу подвергнуты методы совершенствования тепловых схем путем применения новых рабочих тел.

Поскольку тепловые схемы — частный случай технологических процессов, поэтому основные положения ТРИЗ, разработанные Г.А.Альтшуллером и др., в целом применимы и в этих условиях. Однако характер возникающих противоречий во многих ситуациях определяется вторым законом термодинамики — отсюда вытекает определенная специфика тепловых схем энергоустановок как объектов изобретения. Особенно эта специфика проявляется в разработке основного инструментария для разрешения технических и физических противоречий. В частности, приемы преодоления технических противоречий применительно к тепловым схемам энергоустановок могут быть подразделены на 3 группы: общие приемы, пригодные для любых объектов, приемы-аналоги и специальные приемы, выделенные в результате анализа патентной литературы.

Особую роль в создании новых тепловых схем играют "теполи", т.е. теплоты, одним из компонентов которых является тепловое поле.

Все положения иллюстрируются примерами из патентной литературы.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ (ТРИЗ) В ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Функция леса, как источника получения древесины, остается одной из важнейших.

Валка леса — самая тяжелая операция лесозаготовительного процесса. Оптимизация процессов на лесозаготовках требует повышения ответственности ученых и конструкторов отрасли за конечные результаты их деятельности. В решении этой задачи значительную роль призвана сыграть отечественная теория решения изобретательских задач, занимающая прочное место в современном техническом творчестве инженеров. Это научный метод решения сложных творческих задач, основанный на выявленных, путем статистического анализа патентно-информационных фондов, конкретных закономерностей развития технических систем. ТРИЗ включает в себя комплекс стандартов на решение изобретательских задач, алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ), методы структурного анализа технических систем (вспольный анализ), комплекс приемов разрешения технических противоречий, таблицы и указатель физических эффектов и явлений при решении изобретательских задач, методы борьбы с психологической инерцией при решении задач, методику развития творческого воображения и т.д.

Роль ТРИЗ состоит в том, чтобы определить технические противоречия в решаемой технической задаче, найти идеальный конечный результат ее и путем применения комплексного арсенала ТРИЗ выйти на принципиально новое, лучшее и нетривиальное техническое решение, как правило, защищаемое авторским свидетельством.

Предлагаемая работа отражает решение актуальной задачи лесной отрасли. Применяя приемы ТРИЗ, совершенствуется срезачий орган захватно-срезающего устройства, а именно — ножи силового резания. Подробности решения этой задачи будут в дальнейшем на конференции изложены в докладе. Экономический эффект от применения одной установки с ножами силового резания новой конструкции в год составит 14100 руб.

Этот эффект, учтенный только по качеству срезаемой древесины, достигается за счет уменьшения толщины ножей у нового ЗСУ.

Кроме того, по той же причине снижается усилие резания более, чем в 2 раза, что снижает соответственно металлоемкость и энергоемкость привода и повышает технико-экономические показатели машины в целом. На "Устройство для поперечного резания древесины" получено а.с. № 586874. При установке нового ножа на 500 машин отрасли экономический эффект в год составит 7 млн. 50 тыс. руб.

Только один этот пример говорит о больших возможностях ТРИЗ. Но этим методом можно решать задачи не только производственно-технические, но и организационно-экономические и даже морально-психологические проблемы.

В предлагаемой работе показано применение ТРИЗ на творческом этапе функционально-стоимостного анализа (ФСА). Однако для лесной отрасли целесообразно, опираясь на опыт Министерства электротехнической промышленности разработать собственную нормативную документацию на использование ФСА в лесной промышленности.

Опираясь на присущие ФСА принципы в работе по совершенствованию конструкций, необходимо решить ряд проблем, таких как: изменение порядка оценки технического уровня изделий и деятельности НИИ и КБ в целом, исходя из достижения требуемых потребительских свойств каждого изделия и уровня затрат на проявление его главной функции; принципиальная перестройка организации НИР и ОКР, особенно системы информационного обслуживания за счет усиления внимания к функциональному, функционально-стоимостному, технико-экономическому подходам (вместо предметного и технического); обеспечение перспективного научного задела на основе правильного использования методов поиска новых идей; соблюдение необходимой пропорциональности в исследованиях, проектно-конструкторских и технологических работах, создание отвечающих передовым достижениям науки и техники экспериментально-исследовательских и лабораторно-испытательских баз, четкое определение путей удовлетворения потребностей в продукции отрасли на текущий и перспективный период и т.п.

Внедрение ФСА в лесную отрасль ускорит техническое перевооружение отрасли. Игнорирование метода отражается на качестве и уровне изготавливаемой отраслью продукции, затратах ресурсов, необходимых для ее создания и функционирования. Исключение

этих потерь на основе применения ФСА, как перспективного метода, приведет к безусловному улучшению качества и уровня разработок отрасли.

Литература

1. Материалы XXVI съезда КПС. — М.: Политиздат, 1981.
2. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. — М.: Московский рабочий, 2-е изд., 1973.
3. Карпунин М.Г., Майданчик Б.И. Функционально-стоимостный анализ в отраслевом управлении. — М.: Экономика, 1983.

И.Б.Бухман

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТРИЗ И ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА

Одним из основных теоретических тезисов ФСА является следующий — "затраты на изготовление любого изделия состоят из какого-то минимума издержек, абсолютно необходимых для изготовления изделия, выполняющего заданные функции, и так называемых "излишних" издержек, не имеющих прямого отношения к назначению изделия". Основной функцией ФСА является выявление "излишних" издержек и их ликвидация.

Среди причин, приводящих к появлению "излишних" издержек, называют неэффективное использование научной и технической информации, пренебрежительное отношение конструкторов к экономике, неоправданное завышение технических параметров изделий, несотласованность работ служб предприятия, психологическую инерцию специалистов, технический консерватизм и т.д. А если все в порядке, будут ли у спроектированного изделия "излишние" издержки, резервы совершенствования? Нужен ли в данном случае ФСА? Для ответа на этот вопрос необходимо обратиться к ТРИЗ. Все изделия и их составные части, являясь техническими системами, развиваются по определенным законам. Эти законы носят объективный характер, их можно познать и использовать для совершенствования изделий. Нет совершенных, застывших технических систем, в каждой технической системе заложены технические противоречия между ее отдельными частями, разрешение которых

приводит к развитию технической системы. И это реализация только одного из законов развития технических систем. Очевидно, что "излишние" издержки заложены в постоянном и непрерывном несовершенстве самой технической системы, что "излишние" издержки есть и будут всегда для технических систем, реализующих данную функцию.

Причинами появления "излишних" затрат являются не только ошибки конструкторов и технологов, низкий уровень организации их работы, но и незнание законов развития технических систем и неумение их использовать.

ФСА как метод должен совершенствоваться с целью его использования не только для снижения издержек производства анализируемого изделия, но и, в тесном взаимодействии с ТРИЗ, для совершенствования и развития данного изделия как технической системы. В данном случае ФСА должен следить, чтобы развитие изделия реализовывалось с наименьшими издержками.

ТРИЗ рекомендуется использовать на творческом этапе проведения ФСА. Для более эффективного использования ТРИЗ предлагается аналитический этап завершить выбором и четкой формулировкой технических задач по совершенствованию реализации выбранных для анализа функций. При этом основной задачей творческого этапа является не просто выявление и формирование возможно большего количества вариантов по каждой исследуемой функции, а решение технических задач, сформулированных на аналитическом этапе.

В течение 1983 - 1984 гг. в г.Рига был проведен ряд учебно-практических семинаров по ТРИЗ и ФСА. Целью семинаров было теоретическое и практическое освоение ТРИЗ и ФСА специалистами различных отраслей промышленности, унификация изделий и их составных частей, определение путей их развития и совершенствования как технических систем. Семинары заканчивались защитой выпускных работ на уровне эскизных проектов. Тематика выпускных работ выбиралась из программ унификации изделий соответствующих отраслей и из числа "узких мест" предприятий, а также в процессе проведения семинаров.

Для качественной реализации программы проведения ФСА необходимо регулярное проведение следующих работ на предприятиях и организациях соответствующих отраслей:

- определение организационно-технического уровня предприятий-изготовителей данной отрасли по видам производств и работ;
- определение нормативных показателей организационно-технического уровня предприятий-изготовителей по видам работ и производств;
- проведение сравнительного анализа конструктивных решений по данному виду изделий;
- проведение сравнительного анализа технологии по видам производств соответствующей отрасли и смежных отраслей.

И.М.Шаргородский

ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТОВ ТРИЗ НА ТВОРЧЕСКОМ ЭТАПЕ ФСА

Клавиатуры, выполненные на герконах (магнитоуправляемых герметичных контактах), являются широко распространенным узлом электронной цифровой вычислительной техники.

Клавиатура состоит из металлического корпуса, внутри которого размещены герконы, элементы монтажа и размещенные на подпружиненных штоках с кнопками магниты, расположенные над соответствующими герконами. При нажатии на кнопку магнит приближается к геркону и вызывает его срабатывание - коммутацию выходной цепи.

Аналитический этап ФСА показал, что существующие клавиатуры громоздки, сложны по конструкции, металлоемки, нетехнологичны, не защищены от воздействия вибрации и ударов, негерметичны и дороги.

Применение ТРИЗ на творческом этапе ФСА в соответствии со стандартом I.6.3 привело к использованию системного перехода 3 - перехода с макроуровня на микроуровень: части системы заменили веществом, способным при взаимодействии с полем выполнять требуемое действие - при нажатии на определенный участок поверхности клавиатуры увеличивать напряженность магнитного поля в зоне соответствующего геркона, вызывая тем самым его срабатывание.

Идеальным решением является размещение герконов внутри полостей корпуса, выполненного из магнитного упругого электроизоляционного материала, например, магнитной резины. В клавиатуре

на II клавишей такой корпус заменил I6I деталь прототипа.

Стремление избежать намагниченности корпуса привело к созданию конструкции, в которой герконы с расположенными над ними постоянными магнитами заключены в упругий немагнитный электроизоляционный корпус, заменивший I5I деталь прототипа.

Характеристики созданной клавиатуры превосходят характеристики аналогов по надежности, простоте конструкции, технологичности, весу, виброударостойкости, дешевизне. Клавиатура герметична, плавуча, допускает применение влажной санобработки.

Проверка решения (шаг 6.2 АРИЗ-82-Г) выявила возможность применения клавиатуры в качестве элемента герметизации и реле давления.

Б.С.Фарбер, Н.Г.Никитин

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ КОЛЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ (С ПОМОЩЬЮ ЗРТС) И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ДЛЯ ИХ РАЗРАБОТКИ (НА ОСНОВЕ ГСА)

Коленный сустав является удивительной по своим свойствам конструкцией, созданной природой. Трение в коленном суставе на порядок ниже, чем в лучших подшипниках. Формы поверхности мыщелков коленного сустава описываются громоздкими уравнениями, а движение в коленном суставе характеризуется сложной кинематикой.

В случае потери конечности для обеспечения нормальной ходьбы возникает задача предложить, вместо достигнутого совершенства за тысячелетия эволюции коленного сустава, искусственный механизм. Сделать это практически невозможно, если иметь в виду стремление восстановить всю сложную гамму утраченных свойств. Однако, если рассматривать механизм как устройство, реализующее в грубом приближении только отдельные свойства коленного, то такую задачу поставить, по-видимому, можно.

Прежде всего рассматривалась математическая модель ходьбы человека (рис. I), для которой были составлены уравнения дви-

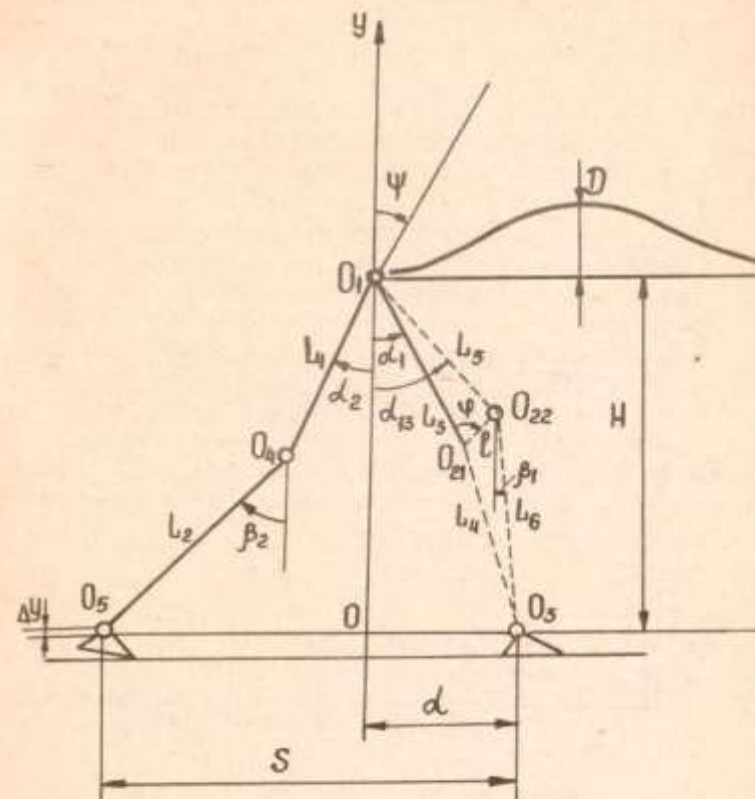


Рис. I. Модель тела человека

жения. Качество оценивалось с помощью функционала энерготрат Белецкого - Чудинова /1/:

$$E = \int_0^{2T} \sum_{i=1}^2 \{ [P_i \dot{\beta}_i] + [q_i (\dot{\gamma} - \dot{\alpha}_i)] + [u_i (\dot{\alpha}_i - \dot{\beta}_i)] \} dt$$

где:

P_i, q_i, u_i - моменты в суставах;

$\beta_i, \gamma, \alpha_i$ - углы отклонения сегментов модели от вертикали.

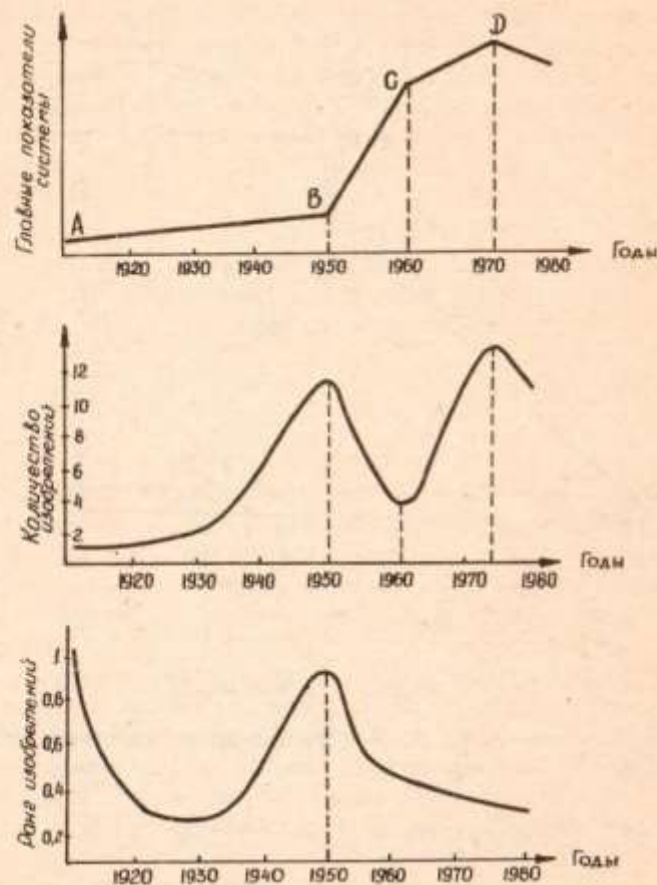


Рис. 2. Динамика патентования коленных механизмов

В этом случае функционально-стоимостный анализ (ФСА) использовался несколько в другом виде, а именно: рассматривалась энергетическая стоимость (Дж) выполнения отдельных функций (подгибания - рад).

С помощью указанного функционала было проанализировано влияние различных параметров модели на энерготраты при ходьбе (например, влияние подгибания и расположения оси коленного шарнира).

Затем с помощью Законов Развития Технических Систем (ЗРТС) /2, 3/ были проанализированы патенты на коленные механизмы и построены кривые динамики патентования за последние 70 лет (рис. 2). Эти кривые сопоставлены с линией жизни технических систем. Помимо этого, анализируемые конструкции рассматривались с позиции Законов Развития Технических Систем. В результате был сделан вывод о недостаточной управляемости конструкций коленных механизмов и, как следствие, необходимости ее улучшения. Был сконструирован управляемый электромеханический коленный узел, удовлетворяющий ряду сформулированных требований.

Литература

1. Белецкий В.В., Чулинов П.С. Параметрическая оптимизация в задаче двуногой ходьбы. - Механика твердого тела, 1977, № 1, с. 25 - 35.
2. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. - М.: Сов. радио, 1979. - 172 с.
3. Альтшуллер Г.С., Селюцкий А.Б. Крылья для Икара. - Петрозаводск: Карелия, 1980. - 223 с.

Редколлегия:

Доктор философских наук, проф. И.С.Ладенко (отв.редакт)
Кандидат технических наук И.В.Иловайский,
Кандидат физ.-мат.наук Д.В.Горин,
Кандидат хим.наук,изобретатель СССР Г.К.Лобачева,
Доктор технических наук, проф. Н.Т.Петрович,
Кандидат технических наук, доц. Д.П.Саламатов,
Кандидат философских наук С.Н.Семенов,
Член-корреспондент АН УССР, доктор технических наук,
проф. Д.Н.Таран,
Доктор философских наук, доц. В.М.Фигуровская

Отв. за выпуск: д-р филос. наук. И.С.Ладенко
к.т.н. И.В.Иловайский
к.филос.наук В.М.Фигуровская

Подписано к печати	25.04.84г.	МН 05696
Формат бумаги	60x84, 1/16	
Заказ № 627	Тираж 200 экз.	Цена

Ротапринт Управления делами СО АН СССР

