

Комплексное применение ТРИЗ

ФСА. История создания и основные положения

Сегодня отдельные инструменты ТРИЗ и вся теория в комплексе широко используются на сотнях предприятий. Эту работу ведут как отдельные специалисты, так и специально созданные группы. Но максимальная эффективность может быть достигнута там, где использование ТРИЗ носит не эпизодический характер, а пронизывает весь цикл производства, начиная от проектирования нового изделия до последней модернизации: Такой подход реализуется в рамках системы функционально–стоимостного анализа (ФСА). ФСА – действенный и универсальный инструмент направленного совершенствования различных аспектов производственной деятельности, объединяющий в единую систему экономические, организационные и творческие приемы и методы решения разнообразных задач и проблем.

Любая вещь, когда–либо создаваемая человеком, предназначалась для выполнения определенных полезных функций.

При этом обычно интуитивно прикидывали, окупятся ли затраты на создание вещи той пользой, которую она принесет. Но со временем техника настолько усложнилась, что простые интуитивные представления перестали срабатывать, возникла необходимость в научном подходе к оценке эффективности затрат, в методике определения, насколько функции, выполняемые изделием, соответствуют стоимости их осуществления, можно ли эти же функции реализовать с меньшими затратами, либо при тех же затратах, но с большей эффективностью. Наиболее остро эта проблема встала во время второй мировой войны.

Так, перед самой войной в СССР был принят на вооружение самолет–истребитель ЛАГГ–3. В его конструкции широко использовалась так называемая дельта–древесина, требовавшая для своего изготовления большого количества фенольных смол, закупувавшихся за границей. В начале войны не было возможности быстро доставлять эти смолы, и производство ЛАГГ–3 пришлось прекратить. Тогда всего за несколько месяцев генеральный конструктор С. А. Лавочкин со своими помощниками сумел превратить ЛАГГ–3 в ЛА–5 – один из лучших истребителей войны. Он не требовал дефицитных материалов, имел меньшую стоимость и лучшие боевые качества, чем ЛАГГ–3.

Большую роль в борьбе с фашистскими бомбардировщиками сыграла 85–миллиметровая зенитная пушка образца 1939 года. Организовать ее массовый выпуск помогла модернизация, проведенная коллективом завода в 1941–1942 гг. без остановки производства. На каждом орудии удалось сэкономить до 630 кг легированных и углеродистых сталей и 51 кг цветных металлов. Трудоемкость его изготовления была снижена с 2051 до 1360 человеко–часов.

Особенно наглядно проявилась эффективность выявления резервов в истории создания ручного автоматического оружия. В 1939 году был принят на вооружение пистолет–пулемет Дегтярева, отлично себя зарекомендовавший. Трудоемкость его изготовления составляла 24 часа. В 1941 году его сменил

пистолет–пулемет Шпагина – знаменитый ППШ. Его трудоемкость, благодаря широкому применению штамповки и сварки, составила 7 часов, масса уменьшилась на 600 г по сравнению с предшественником, а в 1943 году в блокадном Ленинграде в условиях острейшего дефицита было налажено производство пистолета–пулемета Судаева, который при более высоких боевых качествах имел трудоемкость всего 2,7 часа и массу на 2,2 кг меньше, чем ППШ. Можно привести еще множество примеров того, как удавалось найти самую неожиданную замену дефицитным материалам, когда при отсутствии самых необходимых инструментов на выручку приходили изобретательность, рабочая смекалка. Работы, требовавшие по довоенным нормам многомесячной подготовки, выполнялись за неделю, один человек заменял целую бригаду, а бригада выпускала продукции больше, чем весь цех до войны. Этот период можно считать первым этапом становления ФСА в СССР, хотя само название появилось много позже.

Основные теоретические положения ФСА были разработаны примерно в одно и то же время в СССР конструктором Пермского телефонного завода Ю.М. Соболевым и работником фирмы «Дженерал Электрик» Л. Майлзом в США.

Главным исходным положением ФСА является представление о наличии в любом объекте скрытых резервов совершенствования. Откуда они берутся? Никто не заинтересован в создании резервов, более того, принимаются меры к их снижению, а они тем не менее все же появляются.

Причин тому немало: например, неэффективное использование научной и технической информации; пренебрежительное отношение конструкторов к экономической стороне дела; неоправданное завышение технических параметров изделий, их узлов и деталей; несогласованность работы конструкторских, технологических и производственных служб на предприятии и т. п.

Нередко причиной неоправданного появления резервов оказываются временные неоптимальные решения, принятые в условиях нехватки времени или отсутствия в данный момент нужного материала, оборудования и закрепленные затем в технической документации на все время выпуска изделия. Приводит к появлению в конструкции излишних резервов недостаточная, а порой и избыточная, степень унификации изделий, когда необоснованно объединяется ряд типоразмеров изделий, каждый из которых рассчитан на массовое производство.

Но главной причиной закладки ненужных резервов является психологическая инерция специалистов, технический консерватизм, привычка к однобокому, узкому взгляду на выполняемую работу. Это не позволяет системно подойти к создаваемым устройствам, технологическим процессам, увидеть их во взаимодействии с другими системами, в динамике непрерывного развития, широко, по–государственному отнестись к получению экономического эффекта от разработки, преодолеть ведомственные интересы. Привычка к шаблону, неумение, неорганизованность, нехватка времени, а порой нежелание искать новые решения, даже страх перед новым и трудностями, связанными с его внедрением, приводят к тому, что иногда новые изделия оказываются дороже и хуже, чем давно выпускаемые советские и зарубежные аналоги.

Однако и в том случае, если изделие отлично спроектировано, его технология прогрессивна и хорошо отработана, и в момент выпуска резервов

совершенствования практически нет, через некоторое время они появятся по мере создания новых материалов, более эффективных технических решений, внедрения более производительных технологических процессов, нового оборудования. Тогда наступает время проведения ФСА – целенаправленного поиска резервов совершенствования изделий.

С момента своего зарождения ФСА был направлен именно на совершенствование выпускаемой продукции и в конечном итоге на снижение затрат в производстве. В начальный период своего существования ФСА рассматривался только как средство ликвидации излишеств, при этом цель анализа представлялась чисто экономической – проверка статей затрат. Позже, на разных этапах развития, ФСА определяли как программу изучения изделия, как научную, функционально и системно ориентированную методологию комплексной рационализаторской деятельности и даже как особый способ мышления.

Соответственно неоднократно предлагались и использовались различные названия для самого анализа – от простого «стоимостного анализа» (Value analysis), до сих пор широко применяемого в США, «инженерно–стоимостного анализа», «анализа затрат на основе потребительской стоимости» (Gebrauchswert Kosten Analyse), принятого в ГДР, и до применяемых в СССР наименований «функционально–стоимостной» или «функционально–экономический анализ». Высокая результативность ФСА обусловила его широкое распространение в США, Англии, ФРГ, Канаде, Японии и других капиталистических странах. В социалистических странах этот метод стал применяться сначала в ГДР и Чехословакии, затем в Польше, Венгрии, Румынии, Болгарии, Югославии. Становление системы ФСА в СССР происходило в 50 – 60–е годы, когда отрабатывались и использовались отдельные составные элементы современного ФСА – поэлементный анализ, комплексный технико–экономический анализ производства, научные методы поиска новых технических решений, коллективное творчество.

Одним из первых организаторов коллективной творческой работы по выявлению скрытых резервов в нашей стране (30–е годы) стал молодой инженер, впоследствии нарком, министр, а затем и заместитель председателя Совета Министров СССР Иван Федорович Тевосян. Он создал группу из лучших в металлургии специалистов, включавшую ученых и опытных производственников. Этот «кулак» (то, что мы теперь называем временной рабочей группой) во главе с самим И.Ф. Тевосяном, в то время начальником объединения «Спецсталь», выезжал на неблагополучный завод. Члены группы изучали весь производственный процесс, читали лекции и вели практические занятия с заводскими работниками, знакомили их с новейшим опытом, помогали наладить дело, выявить причины прорыва и преодолеть их. Об этом рассказал в 1934 году с трибуны XVII съезда партии Серго Орджоникидзе (Арзуманян А. Иван Гевосян. М.: Политиздат, 1983).

Современный период развития ФСА начался в конце 60–х годов. Масштабы применения ФСА для сокращения издержек производства начали принимать определенно очерченный характер. ФСА практически используется на заводах «Уралмаш» и Свердловском машиностроительном им. Воровского, во ВНИИэлектроаппарат, на ряде других предприятий, объединений и организаций. С

1977 года ФСА широко используется на всех предприятиях Министерства электротехнической промышленности, а в настоящее время и на предприятиях других отраслей.

Использование ФСА на предприятиях Молдавии началось в 1977 году. Первым применил его завод «Молдавкабель». Проведенный ФСА по совершенствованию проводов для комплектации погружных насосов позволил ежегодно экономить около 20 тонн меди, 250 тонн пластмассы, 800 тыс. киловатт-часов электроэнергии. На десять тысяч нормо-часов снижена трудоемкость, а общий экономический эффект превысил 13 млн. рублей.

Хорошие результаты дало применение элементов ФСА и на ряде других предприятий Молдавии.

Наиболее общее определение ФСА дано в «Основных положениях методики проведения функционально-стоимостного анализа», утвержденных постановлением Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике (1982 г.). Согласно ему, ФСА – это метод системного исследования объекта (изделия, процесса, структуры), направленный на повышение эффективности использования материальных и трудовых ресурсов.

По внутреннему своему содержанию **ФСА – это комплексно-целевая программа, объединяющая три основные составляющие – технико-экономический анализ, организационно-технические мероприятия и научную методологию поиска новых решений, – направленная на выявление и использование резервов совершенствования любых объектов.** ФСА позволяет сформулировать цель работы, наметить пути достижения цели и последовательно пройти весь путь вплоть до ее реализации, сочетая при этом самые разные, но взаимно дополняющие друг друга методы.

Технико-экономический анализ направлен в первую очередь на обоснованный выбор для проведения ФСА таких объектов, совершенствование которых может дать оптимальный для этих условий экономический эффект, высокие технические результаты. Для этого используются экономические критерии в сочетании с экспертными оценками ответственных и компетентных специалистов.

Не менее важна роль экономического подхода при выборе узлов и деталей изделия, в первую очередь подлежащих улучшению. Значимость экономических расчетов возрастает, если приходится выбирать между несколькими вариантами решения, для того чтобы найти наиболее эффективный и легко используемый вариант, самые экономичные пути его реализации.

Научная методология поиска новых решений – главное отличие ФСА от традиционных методов экономии материальных и трудовых ресурсов, улучшения качества изделий. Эффект ФСА достигается за счет целенаправленного поиска новых, более эффективных технических и организационных решений, позволяющих изделиям выполнять функции с минимальными затратами, то есть повышать их идеальность. В этом ФСА тесно смыкается с изобретательской и рационализаторской работой. Однако традиционные формы такой работы, связанные со стихийным, ненаправленным поиском новых решений небольшим числом одаренных от природы изобретателей, оказываются трудно совместимыми с плановостью работ по ФСА. Именно поэтому с самого начала существования ФСА его связывали с теми или иными эвристическими приемами и методами, начиная от самых простых (типа предложенного Л. Майлзом метода

«обдувки») [1].

В дальнейшем специалисты по ФСА постепенно, по мере освоения, переходили к использованию (кроме функционального и поэлементного подходов) мозгового штурма, морфологического анализа и других методов активизации поиска.

Первые успехи ФСА в нашей стране тоже были связаны с этими простейшими методами. Они позволяли находить решения несложных задач, выявлять упущения в конструкциях и технологии, ошибки и просто глупости. Но там, где верхний слой наиболее простых решений был снят, эффект ФСА стал стремительно падать. Особенно это сказалось на предприятиях, выпускающих ограниченный ассортимент изделий. В этой ситуации у специалистов ФСА возникла необходимость в более эффективных методиках поиска нового.

Получился стихийный широкомасштабный эксперимент по проверке эффективности различных методов поиска новых решений. В результате было установлено, что единственной методикой, дающей стабильные высокие результаты, доступной для овладения, оказалась ТРИЗ, которая и составляет основу методологии поиска нового при проведении ФСА (ряд других методов, о которых шла речь выше, применяются в качестве вспомогательных).

Организационно–технические мероприятия ФСА включают создание постоянно действующих органов ФСА на предприятии, организацию работ по поиску новых решений, их экспертизе и внедрению. К постоянно действующим относятся служба ФСА, организующая всю работу, и совет ФСА – руководящий орган ФСА на предприятии. Работа по поиску новых решений ведется с помощью **временной рабочей группы (ВРГ)** – своего рода комплексной творческой бригады, формируемой на время проведения данной конкретной работы. ВРГ работает под руководством ведущего, владеющего методологией поиска новых решений. В качестве членов ВРГ приглашаются специалисты, имеющие отношение к разным этапам производственного цикла совершенствуемого изделия (или технологии), а также несколько человек, не связанных непосредственно с данной системой, но обладающих хорошей творческой подготовкой и обширными знаниями в других областях техники. ВРГ позволяет разрешить одно из наиболее существенных противоречий, возникающих при совершенствовании техники: для того чтобы совершенствовать систему, необходимо прекрасно, до тонкостей, знать эту систему, то есть быть специалистом в данной области;

но именно специалисты подвержены наиболее сильно психологической инерции, мешающей находить новое; дилетанты же, пусть даже широко образованные, владеющие методами поиска, но не знающие конкретно именно этой системы, не могут рассмотреть ее комплексно, выявить задачи и отобрать именно те, которые нужно решить в первую очередь. Коллективное творчество – сотрудничество работников разных специальностей, представителей разных служб и подразделений предприятия под руководством высококвалифицированного ведущего позволяет обеспечить высокую эффективность ФСА.

Для того чтобы найденные при проведении ФСА решения могли получить путевку в жизнь, необходима, еще одна творческая группа – экспертная комиссия, включающая ответственных специалистов, связанных с выпуском объекта, в составе главного конструктора, главного технолога, начальников соответствующих цехов, начальников отделов материально–технического снабжения, планово–экономического и, возможно, патентного. Руководит

работой экспертной комиссии, как правило, главный инженер предприятия. Экспертная комиссия совместно с ВРГ производит отбор предложений, определяет порядок их внедрения, разрабатывает программу необходимых исследований, доработок для обеспечения внедрения.

ФСА – комплексная программа, поэтому его успех достигается только сочетанием всех трех составляющих: экономики, организации и методов поиска нового. Вместе с тем в литературе по ФСА разные авторы акцентируют внимание на разных аспектах. В данной книге – это вопросы методологии поиска нового. Более подробно с вопросами экономики и организации ФСА можно ознакомиться в работах [13, 16].

Этапы ФСА

Как уже было отмечено, ФСА в начале применяли для совершенствования уже выпускаемых изделий. Сегодня очевидно, что такой подход не является оптимальным, так как внедрение найденных идей сталкивается с затруднениями из-за необходимости перестройки налаженного производства, что всегда болезненно. При этом наибольшие сложности возникают при внедрении предложений, связанных со значительными изменениями в конструкции, технологии.

Выгоднее всего проводить ФСА на стадии проектирования объекта, охватывая весь процесс создания изделия от первых проработок до постановки серийного производства. При этом ФСА не заменяет нормальной работы разработчиков, конструкторов и технологов, а дополняет ее.

Одним из самых ответственных этапов разработки являются предпроектные исследования, подготовка технического задания. На этом этапе определяется функциональный принцип изделия, закладываются основные черты будущей конструкции. Именно здесь наиболее опасны voluntarism, шаблонный подход, недостаток информации, недоработки. Ошибки, допущенные в это время, труднее всего исправить. Поэтому целесообразно начинать работу с ФСА, проводимого группой разносторонних специалистов: проектировщиков, технологов, исследователей, производителей, дизайнеров, представителей будущих потребителей, торгующих организаций и т. д. Такая группа может выработать основы будущей конструкции с учетом всех требований.

После того как ВРГ определит основные принципы конструкции, работа продолжается, как и при обычном проектировании, соответствующей конструкторской службой.

Следующий момент для включения в работу ФСА может наступить после выполнения эскизного проекта. ВРГ в прежнем составе или несколько обновленная рассматривает проект, выявляет ошибки. Такая же работа может проводиться в отношении технического проекта. После выполнения рабочих чертежей группа ФСА как бы подводит итоги проделанной работы, отыскивает возможные недостатки и пути их устранения. На этом этапе ФСА ориентируется еще и на отработку технологии, обеспечение изготовления опытных образцов. Последний этап ФСА на стадии разработки наступает после испытаний образцов,

опытной эксплуатации, когда необходимо устранить замеченные недочеты, решить вопросы, связанные с развертыванием серийного производства. Изделие, полностью прошедшее такой цикл разработки, вряд ли будет нуждаться в проведении ФСА на стадии выпуска вплоть до момента снятия с производства или модернизации.

Резюмируя сказанное, можно сформулировать одно из основных правил проведения ФСА по любым изделиям: *ФСА необходимо проводить в ключевые моменты жизненного цикла изделия* – в начале его разработки, после завершения тех или иных этапов, перед государственной аттестацией, переутверждением цены, модернизацией.

Обычно работа по совершенствованию производства проводится преимущественно технологами и работниками цехов, направлена на решение технологических проблем и мало касается конструкции, в то время как небольшие и несущественные для выполнения функций объекта изменения конструкции могут порой дать больше, чем все старания технологов.

Вместе с тем совершенствование технологии производства составляет существенную часть любого ФСА, и в некоторых случаях, например при широкой номенклатуре и малой серийности выпуска, выгодно ориентировать ФСА полностью на технологические вопросы.

Большую пользу может принести ФСА при налаживании производства новых изделий. Он поможет (с помощью «диверсионного подхода») заранее выявить узкие места, возможные причины брака, добиться устойчивости производства, избежать ошибок, небрежности, нарушений технологии.

Еще одним новым, но уже доказавшим свою эффективность применением ФСА является анализ ч совершенствование рационализаторских предложений. Опыт работы показал, что нередко при ФСА «воскрешаются» отклоненные ранее рационализаторские предложения. Причем, как правило, оказывается, что, хотя отклонены они вполне обоснованно, потому что в них что-то недоделано, или в том виде, в каком они поданы, их нельзя использовать, бывает достаточно сравнительно небольшого усовершенствования, чтобы предложение могло быть с пользой внедрено. Однако при существующей системе рассмотрения предложений такая возможность не предусмотрена, и хорошее, но немного не «дожатое» предложение оседает в архиве.

С другой стороны, принятая система рассмотрения предложений последовательно разными службами без согласования между собой не позволяет полностью учесть все возможные последствия предлагаемого изменения. Случается, что выгода, полученная от рационализации на одном участке, оборачивается дополнительными затратами и затруднениями на других участках работы, приводит иногда к снижению качества. Использование методологии ФСА помогает системно рассмотреть предложение, учесть все возможные результаты, а при необходимости и доработать его.

Известно, что в соответствии с экономической политикой партии каждое предприятие обязано разрабатывать и производить товары народного потребления. При этом нередко на практике возникают серьезные трудности, главная из которых – выбор объектов для выпуска, удовлетворяющих целому комплексу требований. Изделие должно пользоваться повышенным спросом, соответствовать характеру основной продукции, иметь сравнительно небольшую

цену, но быть рентабельным для предприятия. При этом должны максимально использоваться отходы основного производства. При выборе изделий большой эффект дают методы ФСА.

При проведении практически каждого ФСА наряду с техническими попутно отыскиваются и организационные предложения, позволяющие порой почти без затрат получить высокий экономический эффект. Нередко новые технические решения, найденные при проведении ФСА, также требуют для своего внедрения изменения организации производства. В принципе можно проводить ФСА непосредственно по организации производства и управления.

Наряду с большим ФСА, направленным на решение задач крупного масштаба, нередко оказывается полезным и нужным микро-ФСА или экспресс-ФСА, направленный на решение отдельной конкретной задачи, например на ликвидацию узкого места в производстве, на выявление причин брака, улучшение какого-то определенного параметра изделия, причем для проведения микро-ФСА определяющее значение имеет владение методами поиска новых технических решений.

В общем, использование научных поисковых методов делает ФСА широко применимым в качестве системы управления стоимостью производства. В число возможных объектов работы включаются вопросы стандартизации, аттестации продукции, проверки обоснованности технических заданий и условий, организации производства и исследований, управления, планирования и контроля. Таким образом, ФСА превращается в универсальный инструмент, пригодный для решения самых разнообразных задач и проблем повышения эффективности производства.

В зависимости от вида объекта ФСА, его сложности могут варьировать многие параметры: цели, продолжительность работы и состав поисковой группы, применяемые методы поиска, формы рабочих и отчетных документов и т. д. Но остаются неизменными общая последовательность работы и план, направляющий поиск по оптимальному пути. В «Основных положениях методики проведения ФСА», утвержденных ГКНТ СССР, предусматривается 7 этапов работы по ФСА: *подготовительный, информационный, аналитический, творческий, исследовательский, рекомендательный и этап внедрения*, каждый из которых имеет свои цели и задачи. Часть работы осуществляется непосредственно работниками службы ФСА, на некоторых этапах привлекаются представители прочих служб предприятия. В приложении 9 приводится краткое содержание основных этапов анализа, перечислены их промежуточные результаты (основные документы, выпускаемые на разных этапах работы) и исполнители (службы и подразделения предприятия, участвующие в этой работе).

Этапы выделены условно, так как полностью обособить их друг от друга невозможно – на практике работы разных этапов довольно часто совмещаются во времени. Так, сбор информации начинается еще при подготовке и продолжается в течение всего ФСА. Трудно заранее собрать всю необходимую информацию или хотя бы определить, какая информация может понадобиться на разных этапах. Поиску решений отведен творческий этап, но первые идеи появляются еще при сборе информации и анализе объекта. Нередко приходится возвращаться к поиску и на исследовательском этапе для улучшения, доработки найденных решений. А сколько раз приходится включать творчество, когда идет внедрение!

Подготовительный этап включает: выбор объекта с соответствующим технико-экономическим обоснованием, определение конкретных целей проведения ФСА; составление рабочего плана проведения ФСА; создание временной рабочей группы; подготовку решения (приказа) о проведении ФСА.

Выбор объекта начинается со сбора информации об имеющихся на предприятиях трудностях и предложений разных служб в отношении предполагаемых объектов проведения ФСА. Инициаторами проведения ФСА также могут быть руководящие или контролирующие органы, различные подразделения предприятия. На основании этих предложений составляются перспективный и текущий планы по ФСА.

ФСА ограничен определенными сроками, требует немалых затрат труда, поэтому очень важно правильно определить цели еще до начала работы, реалистично оценить возможные результаты в соизмерении с затратами на их получение, а также перспективы внедрения.

На страницах газет и журналов часто приходится встречать заметки о том, что не внедряется какое-то изобретение или рацпредложение. Сложилось стереотипное представление: виноваты консерваторы. Но всегда ли дело обстоит таким образом? Порой «невнедряемость» заложена уже в самом изобретении. Ведь не станут же внедрять пусть прекрасную, остроумную идею, но заведомо убыточную. Какой смысл возиться с предложениями по тем видам продукции, которые запланировано вскоре снять с производства? Мало шансов на внедрение также у предложения, пусть даже и обещающего немалый эффект, но требующего остановки и переделки налаженного производства и т. п.

Причиной «невнедряемости» нередко является односторонний подход самого изобретателя: обнаружил интересную задачу, увлекся, решил. Но если бы он с самого начала сумел оценить предполагаемый результат с экономических позиций, то, возможно, и не взялся за ее решение вовсе. Сколько сил тратится на несостоящие задачи, тогда как десятилетиями ждут своего решения пусть внешне менее привлекательные, но столь насущные проблемы!

Поэтому очень важно правильно выбрать объект, сформулировать цели работы и конкретные задачи: что именно нужно получить – снижение трудоемкости, экономию определенных материалов или повышение определенных технических характеристик. Конечно, нередко удастся найти решения, позволяющие сэкономить материалы, и трудозатраты, повысив при этом качество, снизив браки т. д. Однако, если не сформулированы цели работы, можно оказаться в положении охотника, погнавшегося за несколькими зайцами.

Сравнительно несложен выбор объектов для ФСА на предприятиях крупносерийного и массового производства, где каждая сэкономленная копейка, помноженная на многотысячный выпуск, оборачивается десятками тысяч рублей экономии.

Труднее приходится на предприятиях с мелкосерийным или индивидуальным типом производства, создающих уникальную продукцию, таких как судостроительные верфи или заводы, выпускающие химические установки, турбины, прокатное и металлургическое оборудование. Здесь максимальный эффект может дать ФСА технологии и организации производства, разработки единой унифицированной конструкции узлов массового применения. Например, хотя производство электрических машин большой мощности несерийное, в каждой из них есть десятки тысяч одинаковых стальных листов, из которых собирается сердечник статора, то есть деталей массового производства. Это

позволяет проводить ФСА по конструкции и технологии листа. Типичные задачи, которые могут решаться в процессе ФСА, приведены на рис. 12 на примере электронасосных установок.

По включенному в план объекту составляется техническое задание на проведение ФСА, в котором формулируются цели, определяются ожидаемые результаты, пределы возможных изменений объекта, допустимые затраты и примерные сроки работы. Конечно, многие цифры оказываются весьма приблизительными, но без них трудно работать.

Уже на этом этапе работы могут выявиться первые проблемы (задачи), появиться идеи по их решению. Поэтому необходимо сразу завести списки задач и идей, предложений, которые будут пополняться в течение всего анализа.

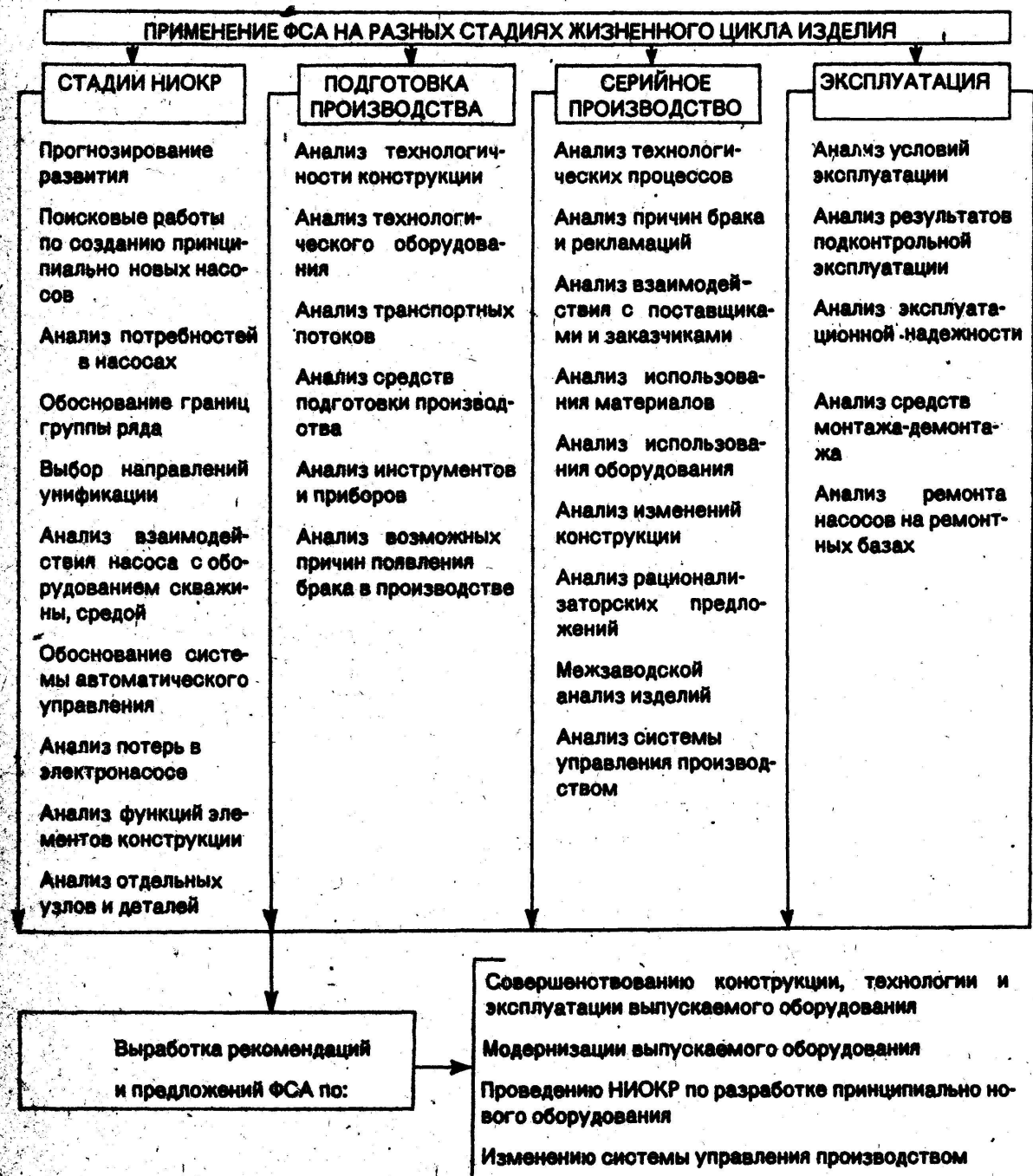


Рис. 12. Комплексная система ФСА электронасосных установок

Составление рабочего плана проведения ФСА включает определение сроков работ по этапам, разработку графика работы ВРГ. При этом учитывается недопустимость длительного отрыва ведущих специалистов от основной работы. Работа ВРГ может производиться с полным отрывом членов группы от основной работы на короткий срок или с частичным отрывом, например по 4–6 часов в неделю. Такой режим несколько удлиняет проведение ФСА, но зато не мешает основной работе нужных для производства специалистов. Общее число заседаний планируется исходя из того, что в среднем за одно заседание удастся проанализировать конструкцию только одного узла средней сложности, в котором

содержится до нескольких десятков деталей, включая крепеж; 2–3 заседания необходимы для решения организационных вопросов, ознакомления группы с объектом и методологией работы и 3–4 заседания – для подведения итогов и оформления предложений.

Кроме того, необходимо учесть, что более двух заседаний в неделю проводить нецелесообразно, в противном случае не хватит времени для серьезной к ним подготовки. Общая продолжительность работы ВРГ по одному изделию не должна превышать двух–трех месяцев, иначе интерес к работе и ее эффективность падают. При анализе сложного объекта, требующего больше времени, следует после двух месяцев сделать перерыв на две–три недели для отвлечения и предварительной оценки полученных результатов. Оптимальное время заседания 2,5–3 часа с утра, когда люди еще не устали.

Создание временной рабочей группы – наиболее ответственная работа, во многом определяющая успех ФСА. Состав привлекаемых специалистов зависит от темы и целей ФСА. Главный принцип: специалисты должны быть подобраны с таким расчетом, чтобы в группе имела в основном вся необходимая информация по совершенствуемому объекту: техническая, экономическая, эксплуатационная и т. д. Так, в ВРГ, обычно включающей 8–12 человек, должны быть: конструктор по данному изделию, технолог, курирующий изделие в производстве, работники цехов–изготовителей, представители исследовательской и (или) испытательской службы, эксплуатационник, экономист и, как упоминалось, несколько опытных творческих специалистов, не связанных непосредственно с совершенствуемым объектом.

В процессе работы к ней могут привлекаться специалисты, не включенные непосредственно в ВРГ, – мастера и рабочие цехов, работники отделов технического контроля, представители планового отдела и отдела снабжения, технологи по разным видам обработки, конструкторы–расчетчики, работники вычислительного центра.

Эффективность ФСА во многом зависит от настроенности всех членов временной рабочей группы на добросовестную напряженную работу с полной творческой отдачей, от их психологической совместимости. Кандидат в ВРГ должен обладать широкой технической эрудицией, иметь вкус к творческой работе, быть хорошим специалистом. Но одних этих качеств недостаточно, так как процесс коллективного творчества предъявляет особые социально–психологические требования к каждому члену группы.

Для успешной работы необходимо, чтобы все в группе были достаточно коммуникабельными, выдержанными в общении, терпимо относились к критике своих предложений, обладали достаточно быстрой реакцией, чтобы успеть понять и оценить все предложения, умели объективно подходить к оценке своих и чужих идей, обладали чувством юмора.

Подбор людей в ВРГ начинается с определения состава необходимых для работы специалистов. Просматриваются списки изобретателей и рационализаторов, отыскиваются люди, играющие важную роль в техническом прогрессе предприятия. Будущих членов ВРГ можно отобрать и на предварительных обзорно–ознакомительных лекциях по ФСА в подразделениях, которые должны участвовать в работе, обычно из числа тех, кто заинтересованно относится к делу, спорит, не остается равнодушным.

В большинстве случаев, особенно на первом этапе развертывания ФСА, когда нет возможности подобрать в ВРГ людей, уже прошедших обучение ФСА, приходится в определенной степени совмещать работу с обучением. Срок отводимый для проведения ФСА, обычно недостаточен для освоения ТРИЗ, поэтому обучение членов ВРГ ограничивается простейшими методами: как правило, только функциональным подходом и мозговым штурмом. Но, конечно, всегда следует стремиться к включению в группу как можно больше специалистов, прошедших подготовку по ТРИЗ и имеющих опыт работы в составе ВРГ. Их предложения обычно весомее и оригинальнее, чем у других, творческая активность выше. При организации ВРГ необходимо помнить, что для ее членов работа по ФСА, как правило, дополнительная к основным служебным обязанностям, причем нелегкая, требующая большого напряжения и самоотдачи. Поэтому необходимо заранее предусмотреть возможность как морального, так и материального поощрения, стимулирующего их заинтересованность в успешной работе и результатах ФСА. С другой стороны, недобросовестность, попытка саботажа (иногда бывает и такое) должны пресекаться, быть наказуемы. Все эти моменты должны быть оговорены в приказе о проведении работ.

Неправильный подбор людей в ВРГ может не только затормозить, но и сорвать всю работу. Такая ситуация, например, возникла во время проведения ФСА синхронного генератора средней мощности. Генератор состоит из электрической машины и размещенной сверху (на «спине») системы возбуждения. Не ожидали, что удастся найти большие резервы совершенствования собственно машины – это типовая, сильно «дожатая» конструкция с хорошо налаженной технологией производства. Гораздо больше надежд возлагали на систему возбуждения, которая была разработана на другом заводе и к моменту проведения ФСА основательно устарела. Однако с самого начала руководитель сектора систем возбуждения, участвовавший в работе, занял негативную позицию: он не соглашался ни с одним предложением, требующим от его сектора хотя бы малейшего труда по разработке, испытанию или внедрению. В результате двухмесячной работы было внесено 21 предложение по самой машине и только одно предложение по системе возбуждения, которое, впрочем, он отказался подписать.

Таким образом, важная часть работы была полностью сорвана по субъективной причине. Правда, после подведения итогов на техсовете предприятия виновник получил строгий выговор и был обязан в кратчайший срок провести ФСА своих систем.

При проведении поиска новых решений самые, большие требования предъявляются к ведущему. Особенность его позиции состоит в том, что, не будучи в большинстве случаев специалистом по анализируемому объекту, он должен руководить работой опытных специалистов, хорошо знающих объект, и направлять поиск. Это возможно только при хорошей общетехнической подготовке ведущего и знании общих законов развития техники, владении инструментарием ТРИЗ.

Подготовка приказа о проведении ФСА – заключительная стадия подготовительного этапа. В приказе формулируются цели работы, указываются службы и лица, непосредственно ответственные за выполнение тех или иных ее частей, утверждаются состав, график и регламент работы временной рабочей группы, приводится список информационных материалов, которые должны представить службы предприятия.

Когда созданы все условия для работы, закончена подготовка, наступает очередь следующего этапа.

Информационный этап включает: сбор, систематизацию и предварительный анализ информации об объекте ФСА и его аналогах, в том числе данных по

конструкции, технологии, затратам, патентных и нормативных материалов. При этом сбор и систематизацию информации проводит обычно ведущий, а предварительный анализ, знакомство с этой информацией происходит на первом заседании ВРГ.

Трудоемкость этапа велика, в особенности таких работ, как сбор и изучение патентной и другой технической информации. Тем не менее такой поиск всегда считался обязательным, так как позволял найти уже готовые решения, которые можно использовать; несмотря на большие затраты времени на изучение патентной и технической информации, поиск решений самостоятельно методом проб и ошибок требовал еще больших затрат. С использованием ТРИЗ при проведении ФСА ситуация существенно меняется: проще придумать решение заново, чем отыскать его в разных источниках информации. Конечно, впоследствии, при определении патентоспособности найденных решений, поиск все равно придется проводить, но в этом случае уже известно конкретно, что нужно искать, поэтому объем поиска сужается, в то время как на информационном этапе еще неизвестно, что может понадобиться, и приходится копить информацию с избытком.

Отказ от патентного поиска на информационном этапе позволяет разгрузить его, уделяя главное внимание знакомству с объектом и позволяя привлечь к работе ВРГ уже на этом этапе, а не на аналитическом, как было принято. Другая же информация, а именно чертежи, технологическая документация, карты технического уровня, технические условия, государственные и другие стандарты, инструкции, акты, протоколы испытаний, сведения о браке и рекламациях и т. д., должна быть представлена на первое заседание ВРГ. Полезно также поднять из архива и подготовить для коллективного обсуждения ВРГ старые рационализаторские предложения, многие из них, отклоненные в свое время по различным причинам, могут оказаться нужными на новом этапе.

Очень важно, чтобы информация была представлена в удобном для восприятия виде, а экономические материалы – в виде простых и наглядных таблиц или, что еще лучше, в виде диаграмм, на которых виден удельный вес каждой детали или операции в общей стоимости объекта.

Очень помогают в работе и комплекты фотоснимков, запечатлевшие последовательно различные моменты производства.

Работа группы идет намного лучше, живее, когда кроме комплекта чертежей имеется изделие в натуре, которое каждый может взять в руки, рассмотреть со всех сторон, разобрать и собрать. Под руками должны быть инструменты, бумага, клей, ножницы, тонкая медная фольга, куски пенопласта, пластилин – все, что может понадобиться для переделки и доработки деталей, изготовления простых моделей, макетов. Конечно, далеко не всякое изделие можно поставить на стол, например многотонную машину. Тогда есть другой путь – проводить ФСА рядом с цехом. Пусть условия не очень комфортные, зато есть возможность в любой момент изучить объект ФСА на месте, выяснить спорные технологические вопросы, здесь же проверить некоторые идеи, воспользоваться цеховым оборудованием для переделки отдельных деталей.

Следует отметить, что уже для объектов средней сложности (до 500–1000 деталей) объем конструкторской и в особенности технологической документации настолько велик и труднодоступен, что представлять ее всю на заседание ВРГ невозможно. В этом случае целесообразно руководствоваться принципом, что лучший источник информации – знающие свое дело специалисты. В их головах, в ящиках их письменных столов хранится большая часть нужной информации, они знают, где искать те материалы, которые могут понадобиться во время работы. Поэтому с самого начала информационного этапа важно установить контакт со специалистами – будущими участниками ВРГ.

По этой же причине ведущий ВРГ должен как можно лучше ознакомиться с объектом анализа: побывать на рабочих местах, там, где объект эксплуатируется, на испытаниях (а если есть возможность, то и поработать на разных операциях),

побеседовать с рабочими, проектировщиками, потребителями продукции, представителями экономических служб, отделов технического контроля госприемки. Особо желательно знакомство с заводской свалкой, местами для сбора бракованной продукции и отходов, с составом металлолома. Чрезвычайно полезно поинтересоваться, на какие операции приходится привлекать в конце месяца дополнительных людей и т. д. Собранные таким образом сведения окажутся весьма полезными на данном и в особенности на аналитическом этапах. Следует также предупредить, что часто приходится сталкиваться с отсутствием важных данных, с нежеланием многих служб их представлять, а также с недостоверностью получаемой информации. Так, в большинстве случаев недоступна или не соответствует действительности информация по браку. Например, в отчетах указывается, что брак составляет доли процента, а на свалке его количество явно на один–два порядка больше. Или официально указывается, что вся продукция сдается с первого предъявления, а на самом деле целый участок занят доделками, доработками, исправлением брака. Возможны и другие виды фальсификации, приписок, например представление на аттестацию образца, имеющего мало общего с серийно выпускаемыми.

Самое трудное положение – с экономической информацией. Сплошь и рядом по изделиям ведется только укрупненная, позаказная калькуляция без выделения подетальных и пооперационных расходов. Практикуется и так называемый котловой метод учета расходов, когда фактические суммарные расходы цеха разносятся по разным видам продукции просто на глаз или пропорционально количеству деталей. Плохо обстоит дело и с определением трудоемкости, так как на большинстве заводов существуют по крайней мере три разные системы определения трудоемкости: нормативная, цеховая, общепроизводственная. Путаница в нормах и расходах позволяет экономистам выполнять расчеты так, чтобы получилось сколько нужно. Из-за этого нередко возникает ситуация, когда хорошее и явно выгодное предложение вдруг оказывается при внедрении невыгодным. Бывает и так, что после исключения каких-то операций или детали изделие непонятным образом становилось не дешевле, а дороже. Царит неразбериха и в ценах на материалы, полуфабрикаты и т. п.

Все эти сложности приводят к тому, что на экономиста ВРГ ложится огромная нагрузка по перепроверке и добыванию необходимых сведений, часто приходится самому проводить хронометраж, причем тайком, чтобы не травмировать рабочих и администрацию...

Дальнейшая работа по информационному этапу направлена на ознакомление группы ее всем спектром вопросов, так или иначе связанных с анализируемым изделием.

Формируются списки задач и проблем, найденных по ходу работы идей. Постепенно, по мере накопления информации, группа переходит к анализу, более активному поиску новых решений – информационный этап трансформируется в аналитический, а затем в творческий. При анализе сложных, многоузловых изделий этот же цикл изучение – анализ – творчество повторяется в миниатюре при рассмотрении каждого отдельного узла.

Первое заседание ВРГ – чрезвычайно ответственный момент. Часть участников знает, что такое ФСА, другие лишь кое-что слышали, некоторые недовольны тем, что их отрывают от работы. Скептическое выражение на лицах – мало кто верит в успех.

Непосредственно работа начинается с ознакомления членов группы с графиком и регламентом работы, содержанием ФСА и простейших методов поиска новых технических решений. Проводится показ использования этих методов на входящих в анализируемый объект деталях. На этом же заседании заранее подготовленные члены группы делают краткий обзор конструкции и технологии выбранного объекта. Ведущий предлагает несколько вопросов по выявлению недостатков изделия и простейших предложений по его совершенствованию, для затравки. Возникают первые споры, люди втягиваются в работу.

На втором заседании знакомство с методами поиска решений и практикой их применения продолжается, более подробно изучается объект ФСА путем расчленения его на функциональные узлы, построения структурной и технологической схем. На этом этапе с помощью членов ВРГ полезно провести прогнозирование развития объекта, используя простые экспертные методы [20, 21]. Это помогает увидеть дальние перспективы работы и растормозить членов группы, отвлечь от сиюминутных проблем.

Структурная схема отражает связи элементов в системе, их иерархию (система, подсистема, узел, деталь, элемент детали, материал). Удобно строить схему, разбирая объект на узлы и детали с учетом их взаимодействия. И здесь возможны неожиданности – полученная схема может не совпасть с конструкторской разбивкой деталей на сборочные единицы, отраженной в чертежах, когда одна и та же деталь входит в разные узлы, а назначение некоторых деталей непонятно. Иногда при построении структурной схемы выявляются удивительные вещи. Например, при анализе одного из объектов недоумение вызвало то, что обечайка сваривалась из двух листов. Попытались найти логическое объяснение – возможно, это мера борьбы с температурными деформациями или же средство повышения жесткости? Все оказалось гораздо проще. Выяснилось, что в тот период, когда изделие проектировалось, завод не получал листов стали нужного размера; потом, когда перестали поступать узкие листы, в заготовительном цехе широкие листы стали резать, а в корпусном сваривать, делая ненужную работу. Еще больше информации можно выявить при построении *технологической схемы*, отражающей последовательность операций при изготовлении изделия. Почти всегда обнаруживаются отклонения в фактической технологии от того, что содержится в технологических картах; такие отклонения – важный симптом несовершенства, на который следует обратить особое внимание. Всплывают десятки «почему» и требуют ответа.

На структурной и технологических схемах удобно наносить дополнительную информацию: стоимость материалов, деталей и операций, выявленные недостатки, предложения. С этими пометками схемы, вычерченные на больших листах ватмана или миллиметровой бумаги, к концу анализа начинают напоминать карты боевых действий.

Результатом информационного этапа должно быть глубокое знакомство членов ВРГ с объектом ФСА, появление навыков коллективной творческой работы.

Аналитический этап направлен на выявление, формулирование задач и проблем по совершенствованию изделия, подлежащих решению на творческом этапе, и включает: фиксирование известных задач; формулирование новых задач и проблем; оценку правильности постановки задач, их преобразование и выбор из общего списка тех, решение которых может дать наибольший эффект.

Фиксирование известных задач – внесение в список задач, заранее известных специалистам. Среди них обычно есть горящие, требующие немедленного решения, и задачи вечные, давно стоящие, к которым уже притерпелись.

Формулирование новых задач и проблем – важнейшая, работа аналитического этапа. Самым сложным при проведении ФСА нередко оказывается не решение той или иной общей проблемы, а отсутствие конкретно сформулированных задач. Где искать резервы, на что обратить внимание в первую очередь – неясно. Ситуация аналогична той, что возникает при выборе объекта ФСА. В относительно простых изделиях можно попробовать поочередно проанализировать все детали. А как быть, например, с автоматическим выключателем, имеющим более трех тысяч деталей?

Выявить актуальные задачи помогает *функциональный подход* (см. с. 43) – анализ функций, выполняемых изделием, его узлами и деталями, их классификация, проверка эффективности выполнения тех или иных функций, определение их значимости для работы системы в целом, поиск элементов, недостаточно нагруженных выполнением полезных функций.

Удобно проводить такой анализ, заполняя специальные таблицы – *матрицы функций*, где по вертикали записывают функции, выполняемые системой и ее частями, по горизонтали – наименование частей системы, узлов и деталей, а при необходимости и элементов деталей в порядке их иерархического подчинения в соответствии со структурной схемой.

При формулировке функций необходимо придерживаться некоторых правил, позволяющих избежать ошибок. Записи Должны быть по возможности лаконичными (желательно из двух слов – глагола и существительного, иногда допускается еще одно – определение). Это позволяет эффективно расчленив проблему на простейшие элементы, облегчает дальнейшую поисковую работу. Формулировка функций должна быть достаточно конкретной, однако чрезмерная конкретизация автоматически привязывает поиск к какому-то одному варианту, ограничивая возможности преобразования системы. Если функции не удается кратко и точно сформулировать, это говорит о том, что изделие недостаточно изучено и имеются какие-то неясности в его работе, а значит, на данный узел или деталь следует обратить самое пристальное внимание.

При заполнении матрицы также рекомендуется разделить функции на основные, второстепенные и вспомогательные. Выполнение основных функций обеспечивается вспомогательными, а последних – вспомогательными низших порядков. Таким образом строится схема функционирования объекта («дерево функций»). Она позволяет подойти к исследованию объекта системно, не пропустив той или иной функции.

Большинство второстепенных функций так или иначе тоже связаны с выполнением основных и являются полезными. Однако нередко какие-то функции оказываются ненужными, а порой и вредными, наносящими ущерб работе объекта либо другим объектам или внешней среде. Причем очень часто от вредной функции трудно избавиться, так как она является следствием полезной. Так, шум пылесоса, безусловно ненужный и даже вредный, тесно связан с его работой. Анализ сочетаний полезных и вредных функций дает возможность сформулировать готовую задачу для творческого этапа – разрешить техническое противоречие, найти способ устранения или уменьшения вредных функций при сохранении связанных с ними полезных.

Матрицы позволяют наглядно увидеть *функциональную значимость* тех или иных элементов системы, их вклад в выполнение изделием своей главной функции. В тех случаях, когда имеются различные варианты выполнения одной и той же функции, матрицы позволяют обоснованно сравнить альтернативы. Одна из трудностей функционального анализа состоит в том, что даже для сравнительно небольших изделий матрицы получаются весьма объемистыми. Поэтому лучше выполнять их в порядке иерархии – сперва матрицу объекта без детальной проработки всех вспомогательных функций, потом поузловые и поддетальные матрицы.

Построенные таким образом схемы и матрицы отражают внутренний аспект функционирования системы. Не менее важно при проведении ФСА построить также функциональные схемы и матрицы, отражающие ее внешние связи с другими системами, требования, предъявляемые к ней на разных этапах, – при

проектировании, производстве, транспортировке, монтаже, эксплуатации. При составлении таких схем следует использовать в максимальной степени нормативно–технические документы: стандарты, технические условия, инструкции по монтажу и эксплуатации.

Для определения очередности и направления совершенствования тех или иных узлов и деталей применяется *диагностическая таблица*, суммирующая разные оценки системы и акцентирующая внимание на наиболее важных проблемах.

После заполнения функциональных матриц группа экспертным методом определяет для всех узлов величины относительной функциональной значимости в процентах, принимая значимость всего изделия за 100%. Эти величины функциональной значимости узлов сводятся в таблицу, в которую заносятся также экономические данные: стоимость материалов и трудоемкость данного узла в процентах от общей стоимости изделия. Это позволяет достаточно объективно установить очередность анализа. Если значимость узла велика при относительно малых издержках, его можно считать благополучным и, при отсутствии особых причин, рассматривать в последнюю очередь. Если же малозначачий узел имеет повышенную стоимость, им заниматься необходимо.

Другая группа оценок отражает «уровень беспокойства» (в %), вызываемого тем или иным узлом, деталью. Опрашиваются разные специалисты, в том числе и не входящие в ВРГ: работники ОТК, снабженцы, специалисты по оснастке и др. Существенное значение имеют оценки потребителей, специалистов по эксплуатации, ремонту.

Аналогично диагностической таблице по частям системы может быть построена такая же таблица по технологическим процессам, учитывающая значимость операций, материальные и трудовые затраты, уровень беспокойства, степень брака и т. д.

Формулировка функций, построение аналитических таблиц кажутся на первый взгляд простыми операциями, и заполнять эти таблицы иногда поручают конструкторам или технологам до начала работы ВРГ или же их вынужден готовить самостоятельно ведущий. Ошибка здесь двойная. Во–первых, кажущаяся простота обманчива – это весьма серьезная работа, требующая соответствующей аналитической подготовки, с одной стороны, и глубокого знания объекта, с другой, которыми обычно не может располагать отдельный специалист. Во–вторых, сами по себе заполненные таблицы эвристической ценности практически не имеют. Важен процесс анализа, дискуссии, его сопровождающие, глубокое проникновение в проблему и, в результате, формулирование задач.

Список задач, полученных с помощью описанных выше процедур, может быть пополнен за счет применения таблицы «Скрытые резервы совершенствования продукции» (см. приложение 11), а также использования методики прогнозирования развития технических систем (приложение 13).

Оценка правильности постановки, преобразование и отбор задач для решения – обязательная стадия аналитического этапа. Дело в том, что, используя инструменты и информационный фонд ТРИЗ, коллективное творчество ВРГ, можно решить большинство задач из списка, но это бессмысленно, так как приведет к напрасной трате времени из–за того, что среди них всегда есть неправильно сформулированные, надуманные, дублирующие друг друга. В первую очередь это замечание относится к задачам известным. Поэтому

необходимо провести анализ и тщательный отбор задач, во многих случаях требуется их полная переформулировка или замена.

Великий русский механик Н.Е. Жуковский говорил, что механик – это не тот, кто умеет записывать уравнения движения, а тот, кто умеет записывать их так, чтобы они интегрировались. Аналогичная картина и при постановке изобретательских задач: для того чтобы они были решены, необходимо их сформулировать в понятиях и моделях ТРИЗ: в виде технических или физических противоречий, вепольных моделей. Эту непростую работу проводит ведущий вместе с другими членами ВРГ, владеющими ТРИЗ.

Сложность формулирования задач обуславливается несколькими причинами. Одна из них связана с иерархичностью технических систем, приводящей к тому, что очень часто «болезнь» технической системы проявляется не там, «где болит», а в других ее частях, причем по-разному. Аналогией может служить пример с реальным больным, которому один врач при головных болях пропишет пирамидон и посоветует больше бывать на свежем воздухе, а другой проведет исследование и выяснит, что головные боли у пациента связаны с недостатками в сердечной деятельности, и примет меры к ее улучшению.

Другая причина – явление привычного объяснения. За многолетнюю практику проведения ФСА практически не было случаев, чтобы специалист на вопрос «Почему это сделано так, а не иначе?» ответил, что не знает. Всегда дается какое-то объяснение, которое на проверку нередко оказывается неверным. Секрет этого явления кроется в психологии человека, которого непонимание всегда тревожит, создает психологический дискомфорт, а это заставляет принимать на веру любое хоть сколько-нибудь правдоподобное объяснение.

Пример. При проведении ФСА по электрическому аппарату был отмечен большой процент брака изоляционных коробок. Брак заключался в том, что электрическое сопротивление коробки относительно корпуса, в который она устанавливалась, оказывалось ниже нормы. Технолог объяснял это плохим качеством пластмассы, из которой изготавливалась коробка. Но ведущего насторожил тот факт, что из любой партии пластмассы получались, как годные, так и бракованные детали, а химический анализ партий не давал отличий. Поэтому приведенное объяснение не было принято. Сформулировали исследовательскую задачу: объяснить непонятное явление снижения электрического сопротивления. После обращения задача формулировалась следующим образом: как снизить электросопротивление хороших деталей? На этот вопрос был найден простой ответ: ввести в хорошую пластмассу вещество, понижающее сопротивление, естественно, из ресурсов. Таким ресурсом оказались металлические крепежные элементы, закладываемые в пресс-форму. Достаточно их заложить поглубже в материал детали, чтобы уменьшилась толщина изоляции. Когда все проверили, гипотеза подтвердилась: из-за небрежности рабочих и неудачной конструкции пресс-формы крепежные элементы иногда оказывались на несколько миллиметров глубже допустимого.

Опыт показал, что на практике специалист почти всегда предлагает для решения неправильно поставленную задачу (в противном случае он бы и сам решил ее). Это нисколько не умаляет квалификацию специалиста, просто постановка задачи – особая технология, которую нужно освоить. Выявить ошибки, переформулировать задачу должен ведущий. В этом ему могут помочь список типовых ошибок в постановке задач и приемы их преодоления, приведенные в приложении 15.

Самой простой формулировкой задачи является ее запись в виде **нежелательного**

эффекта (НЭ). К нежелательным эффектам относятся недостаточная эффективность полезных функций, наличие вредных или ненужных функций, сложность системы, потребность в дорогих и дефицитных материалах, высокая трудоемкость, большая доля ручного, тяжелого труда, недостаточная надежность продукции и т. д. Для удобства работы целесообразно расписать нежелательные эффекты по узлам, деталям (операциям) на структурной (технологической) схеме. Для каждого нежелательного эффекта необходимо сформулировать две задачи: как его не допустить и как его исправить, устранить последствия.

Среди задач «на исправление» встречаются как технологические, так и конструкторские. Соответственно «исправительными» могут быть как операции технологического процесса, так и узлы в конструкции. Например, операция снятия заусенцев вводится из-за того, что на предыдущих операциях эти заусенцы образуются. Аналогично для гашения вредных вибраций установки вводятся виброгасящие элементы.

Обычное инженерное мышление воспринимает необходимость решения исправительных задач как нормальное явление: раз нежелательные эффекты существуют, их нужно исправлять. Но с позиций ТРИЗ решение исправительных задач нежелательно, гораздо идеальнее не допускать появления таких задач.

Из множества сформулированных на информационном и аналитическом этапах задач следует выбрать одну или несколько **ключевых**, то есть таких, решение которых может дать максимальный эффект. Ключевая задача должна удовлетворять следующим требованиям: снимать максимальное количество нежелательных эффектов;

устранять максимальное количество исправительных операций и элементов для их выполнения;

исключать подготовительные, не работающие напрямую на конечный результат операции (обработка технологических баз, предварительное травление поверхности перед нанесением покрытия и т. п.).

Выявление ключевых задач позволяет сосредоточить усилия в наиболее перспективном направлении, не распылять их. Но самой эффективной процедурой аналитического этапа является **функционально–идеальное моделирование (свертывание)** [15]. Оно направлено на формирование технической системы с минимальным количеством элементов, но выполняющей все основные функции (то есть максимально приближенной к идеальной), и достигается путем ликвидации всех элементов (узлов, деталей, операций) – носителей вспомогательных (подготовительных, исправительных), ненужных, а по возможности и второстепенных функций. Последние передаются элементам, выполняющим основные функции и не подлежащим свертыванию.

Свертывание происходит следующим образом. Для каждого элемента записывается «формула свертывания» по схеме: «элемент» (указать наименование) можно исключить, если (указать, при каких условиях это возможно). Обычно условия эти представляют собой требования к ресурсам (внутрисистемным, внешнесистемным и надсистемы) данной технической системы. Для конструкции наиболее предпочтительными в качестве ресурсов оказываются соседние по отношению к свертываемым элементам подсистемы, а для технологий – операции, предшествующие свертываемой (включая поставку материалов), либо последующие (включая сборку, упаковку, транспортировку).

В тех случаях, когда условия–требования не могут быть удовлетворены известными средствами, формулы свертывания превращаются в формулировку задач, из которых также можно выбирать ключевые.

Отобранные в результате такого подхода задачи обладают следующими особенностями: их гораздо меньше, чем исходных нежелательных эффектов; они, как правило, комплексные, решение их позволяет совершенствовать не отдельные элементы объекта ФСА, а оптимизировать его в целом (большинства этих задач не было в первоначальном списке, они появились в результате преобразования, свертывания объекта); уровень их обычно выше, чем исходных, для их решения требуется привлекать инструменты ТРИЗ.

Исследование нежелательных эффектов, функционально–идеальное свертывание с успехом применяются при проведении полного ФСА, то есть со всеми этапами, с анализом объекта в полном объеме. Вместе с тем, как уже было сказано, иногда проводится «экспресс–ФСА», задачи которого гораздо уже. В этих случаях для трудоемкой работы функционально–идеального свертывания нет времени, да и цели преследуются более мелкие, например «расшить» узкое место, решить одну или несколько актуальных задач. Тем не менее задачи эти тоже нуждаются в правильной постановке и не свободны от ошибок, о которых уже шла речь.

Получив такую задачу, ведущий в первую очередь должен провести **реконструкцию изобретательской ситуации**, то есть помимо изучения системы, в которой возникла задача, рассмотреть и ее надсистему, выявить причины возникновения задачи и возможности ее решения на другом уровне.

***Задача 28.** В химическом реакторе две жидкости распыляются навстречу друг другу. Капли этих жидкостей встречаются, реагируют между собой, образуя конечный продукт. Однако в нем остается много примесей исходных продуктов. Для очистки построили специальную установку, но степень очистки оказалась недостаточной. Как ее повысить?*

В принципе возможно решение задачи именно в такой постановке (мини–задачи): построить исходную вепольную модель и решать по стандартам, сформулировать техническое противоречие, решать по АРИЗ. Но на практике всегда необходимо реконструировать изобретательскую ситуацию, выяснить причины, приведшие к необходимости решать задачу увеличения степени очистки. Задача в приведенной выше постановке – явно исправительная, то есть очистка – исправление нежелательного эффекта, возникающего во время химической реакции, а именно наличия примесей. Как было сказано, не допустить появления нежелательного эффекта, как правило, выгоднее, чем исправлять его последствия (в нашем случае исправление обернулось огромными расходами на создание очистной установки и расходы еще предстоят, если строить дополнительную для повышения степени очистки). Следовательно, возможна другая постановка задачи:

как не допустить появления примесей? Примеси – это остатки непрореагировавших исходных жидкостей. Значит, для уменьшения количества примесей необходимо увеличить количество прореагировавшего продукта. Решение этой задачи оказалось очень простым: достаточно зарядить вступающие в реакцию капли разных жидкостей разноименным электричеством. Эта мера

позволила увеличить выход нужного продукта, в результате чего дополнительной очистки не потребовалось.

В более сложных случаях исправительная операция бывает не одна, а несколько, идущих последовательно, образуя цепочку. В этих случаях при выборе задачи нужно руководствоваться теми же соображениями, что и при выборе ключевой задачи.

Иногда трудности, возникающие при решении задач на творческом этапе, связаны с тем, что на аналитическом этапе не проведен анализ полученных задач на элементарность, то есть не исключена ситуация, когда под видом одной задачи прячется клубок, путанка из нескольких, тесно взаимосвязанных задач. Такую задачу–путанку необходимо разделить на серию элементарных (подзадач), каждая из которых вносится в список отдельно. Среди них также может оказаться ключевая, решение которой позволяет распутать весь клубок.

Постановка задач – сложная работа, в которой необходимо использовать все приведенные операции многократно и параллельно: реконструкцию изобретательской ситуации, выбор ключевых задач, функционально–идеальное свертывание и т. д. Здесь ведущий может воспользоваться методическими рекомендациями по выявлению и формулированию задач (приложение 12).

Как уже было сказано, трудно отделить процесс формулирования задач от попыток их решения, да и не нужно. Более того, необходимо помнить, что преобразование (переформулирование) часто настолько меняют задачу, то она на любом шаге может существенно упроститься, так что решение ее окажется очевидным. Такие преждевременные решения нужно фиксировать и продолжать работу по плану.

Постепенно список проблем и задач почти перестает пополняться, зато растет список предложений – аналитический этап переходит в творческий.

Творческий этап включает выработку предложений по совершенствованию объекта и их предварительный отбор для реализации.

Этот этап – ключевой для ФСА. Только его успех обеспечивает успех всей работы. Без новых решений не имеют смысла все другие этапы, не дают эффекта ни самый грамотный экономический анализ, ни действенные меры по внедрению. Именно поэтому невозможно проводить ФСА, рассчитывая только на стихийное вдохновение, на озарение, на удачу при переборе неисчислимого количества различных вариантов. ФСА как плановая работа должен ориентироваться на надежные, дающие гарантированный результат приемы и методы поиска.

Работа начинается с сортировки задач, так как они обычно бывают разного творческого уровня. Можно выделить три группы:

1. Задачи, не содержащие противоречий, то есть решаемые известными методами и средствами без ухудшения характеристик системы. К ним обычно относятся задачи на устранение излишних запасов прочности, неоправданных усложнений, завышенных параметров, нерационального использования материалов. Решить эти задачи можно без труда, для этого достаточно обычных инженерных навыков. Но их выявлению мешает психологическая инерция, которую нужно преодолеть. Выявить и решить задачи помогает список контрольных вопросов функционального анализа (приложение 10). Относиться к этим несложным

задачам пренебрежительно не следует – иногда именно они дают большую часть экономического эффекта от проведения ФСА, так как простые решения простых задач, как правило, легче внедряются и быстро начинают давать экономию.

2. Задачи с противоречиями, допускающими компромиссное решение, то есть частично удовлетворяющее противоречивым требованиям. Техническое противоречие при этом не устраняется, но его последствия сглаживаются. К таким задачам относятся проблемы снижения массы конструкции при сохранении прочности и надежности; подбор оптимальных материалов, состава, формы и т. д. Компромиссные решения могут потребовать трудоемких расчетов, применения специальных методов оптимального проектирования, проведения экспериментов по выбору наилучшего варианта.

3. Задачи с противоречиями, не допускающие компромиссных решений, также могут быть разного уровня. При решении задач невысокого уровня можно воспользоваться методами психологической активизации творчества. Помогает также специальный изобретательский опыт ведущего, позволяющий ему переносить решения, известные в других областях, на имеющиеся задачи, разносторонний состав ВРГ, коллективное творчество. Задачи высокого уровня решаются с использованием всего инструментария ТРИЗ. Именно их решение двигает вперед технический прогресс и приносит максимальный эффект с государственных, общечеловеческих позиций.

Поиску решений мешает чрезмерно строгая, официальная обстановка, излишняя серьезность. Поэтому полезно использовать в работе игровые моменты, соревнование между членами группы.

Для уменьшения психологической инерции группы целесообразно использовать мозговой штурм, особенно когда нужно бороться с барьером специализации. Так можно назвать ситуацию, когда один из специалистов непримиримо возражает против какой-то идеи, не давая рассмотреть ее глубже, выявить имеющиеся рациональные стороны и найти на базе этого, возможно, непригодного решения новую полезную идею. В этом случае можно объявить мозговую атаку, исключаящую критику, заставляющую самых ярых противников снять свои возражения и включиться в работу.

Большой эффект дает распределение между членами группы определенных ролевых установок: «критик», «изготовитель», «потребитель», «ремонтник», «продавец», «эколог» и т. д. Нередко возникает типичная ситуация – предложение одного из членов группы другому не нравится, завязывается длительный спор. Когда становится ясно, что обе стороны привели все возможные доказательства, но к соглашению не пришли, ведущий может предложить спорщикам поменяться ролями: автор идеи должен ее критиковать, а оппонент – отстаивать. Такая перемена ролей, помогающая увидеть предмет спора с разных сторон, позволяет найти рациональное зерно в предложении и конструктивно разрешить спор.

Роль ведущего ВРГ сходна роли дирижера в оркестре. Он не столько ищет решения сам, сколько направляет поиск в соответствии с методологией ТРИЗ и ФСА, помогает преодолевать психологические барьеры и реализовать преимущества коллективной работы. В этом плане очень важно для ведущего владение основами психологии и техникой общения. По этим вопросам имеется немало публикаций, но наиболее удобны для практического применения приемы и рекомендации, разработанные еще в 30-е годы Дейлом Карнеги (США) на

основе серьезных исследований, включавших анализ огромного количества биографий людей, известных своей общительностью и умением добиваться поставленных целей. В результате этой работы были выявлены наиболее эффективные приемы, впоследствии многократно проверенные в процессе обучения, которое Карнеги вел в течение многих лет в созданном им Институте ораторского искусства и человеческих отношений. Приведем рекомендации, основанные на работах Карнеги (Как приобретать друзей и оказывать влияние на людей. Пер. с англ.– М.: Прогресс, 1989) и адаптированные с учетом опыта руководства ВРГ при проведении ФСА:

1. Проявляйте искренний интерес к людям, расширяйте круг своего общения (служебный и неслужебный), старайтесь налаживать с людьми сердечные отношения, не сводящиеся к чисто служебным. Чрезвычайно важно с самого начала работы ВРГ запомнить фамилии и имена участников, наладить свободную и дружескую атмосферу, стимулирующую высказывание любых мыслей и исключаящую опасения быть высмеянными, подвергнутыми осуждению.
2. Заводите разговор на тему, интересующую членов группы, меньше говорите сами, старайтесь внимательно слушать, приобщайте других к разговору заинтересованными вопросами. Дайте им почувствовать превосходство в данном вопросе, ваш интерес и благодарность за полученную информацию.
3. Избегайте споров, особенно на темы несущественные, 1 не допускайте эскалации спора, перехода на личности. Не говорите человеку прямо, что он не прав: если неправы сами – признавайте это быстро и категорично, не пытайтесь увернуться. Если идея хороша – хвалите выдвинувшего ее человека, называя его. Если плоха – критикуйте идею, не называя ее автора. Дайте возможность человеку «сохранить лицо», покажите, что ошибку легко исправить. Начинайте с критики собственных ошибок, недостатков. Для доказательства своих мыслей используйте простые и понятные, наглядные доводы, аналогии.
4. Вовлекайте людей в творческую работу, помогайте человеку почувствовать себя соавтором идеи, ощутить счастье творчества.
5. Относитесь с сочувствием к побуждениям и желаниям других, старайтесь использовать эмпатию. Добиваясь от человека тех или иных действий, прибегайте к благородным мотивам, бросьте человеку вызов, заставьте соревноваться. Создайте человеку хорошую репутацию, чтобы он стремился ее оправдать.
6. Старайтесь вызывать у членов группы взаимные симпатии. Чаще улыбайтесь, начинайте всегда с дружеского топа, вместо приказов задавайте вопросы, поступайте так, чтобы человек был счастлив выполнить вашу просьбу, пожелание.
7. Стараясь наладить отношения с людьми, не перегибайте палку – не допускайте фамильярности и панибратства, оставайтесь для людей руководителем, который может при необходимости и потребовать и наказать.

В принципе приведенные выше приемы фактически описывают поведение просто хорошего, от природы коммуникабельного человека. Формальное их использование есть лицемерие и, как правило, производит действие, прямо противоположное ожидаемому: отталкивает людей. Правильнее всего воспринимать эти рекомендации как программу перестройки собственной личности в «хорошего человека». Для этого можно использовать систему

Станиславского (вживание в роль), методы самовнушения. Задача не простая, но вполне решаемая. Необходимо также понимание, что приведенные приемы действенны в относительно нейтральных обстоятельствах, когда в принципе возможно принятие альтернативных решений. Они не могут заставить человека действовать против собственных интересов, нарушить долг и т. д. Но подавляющее большинство ситуаций, возникающих в работе ВРГ (да и в других случаях), относятся к нейтральным.

Еще несколько правил, полезных для ведущего ВРГ:

1. Верьте специалисту, когда тот утверждает, что предложенная идея хороша, что она может быть реализована.
 2. Сомневайтесь, если специалист утверждает обратное, но не выражайте своих сомнений явно; найдите обходной путь, возможность задать тот же вопрос позже, в иных обстоятельствах, с другим обоснованием. Помните, что любое, самое категоричное «этого нельзя сделать, потому что...» означает лишь то, что перед вами новая задача, которую можно и нужно попробовать решить.
 3. Не спорьте со специалистом в области, где он компетентнее вас, не пытайтесь аргументировать свои идеи с «его позиции». Обосновывайте ваши предложения с позиций ТРИЗ и ФСА.
 4. Не преуменьшайте и не преувеличивайте своих знаний в чужих областях. Не подчеркивайте свою правоту, если оказались правы.
 5. Специалист прав, пока не доказано обратное. Бремя доказательства лежит не на нем, а на ведущем (своего рода «презумпция невиновности» специалиста).
 6. Подвергайте сомнениям общепринятые объяснения, правила, чертежи, расчеты, инструкции и т. п. Ни один аргумент не должен приниматься на веру, без проверки с позиций здравого смысла, физики, ТРИЗ.
 7. Работая по тем или иным методикам ТРИЗ и ФСА, не опускайте произвольно те или иные шаги, не допускайте формализма в формулировках.
 8. Не забирайтесь преждевременно в детали (в «винтики»), не теряйте из виду общих позиций.
 9. Не вмешивайтесь в работу группы чересчур часто, но и не упускайте управления ее работой.
 10. Не пытайтесь создавать свой авторитет с административных позиций. Ваш авторитет – в результатах работы **ВРГ**.
 11. Ни в коем случае не приписывайте себе результатов работы ВРГ.
 12. Помните: нет плохих объектов, нет плохих ВРГ, есть плохие ведущие! Ведущий должен внимательно следить за работой специалистов, за разногласиями между ними, не позволяя отклоняться от предмета, обсуждения. В ситуации, когда поиск идет активно, специалисты увлечены, роль ведущего сводится к тому, чтобы незаметно направлять поиск редкими, точно поставленными вопросами. Но если ведущий недостаточно вмешивается в работу, появляется опасность потери управления работой ВРГ.
- Работая с группой, ведущий не должен забывать, что помимо цели – решение задач, у него должна быть еще одна не менее важная цель – подготовка людей, которые впоследствии смогут сами использовать методологию ТРИЗ и ФСА в своей работе, составят своеобразный золотой фонд предприятия. Поэтому работа должна совмещаться с ненавязчивым обучением, демонстрацией возможностей тех или иных методов.

Не следует думать, что на творческом этапе мы имеем дело с уже готовыми задачами, сформулированными окончательно на аналитическом этапе. И здесь продолжается уточнение условий задач, появляются новые формулировки. Уточнение условий обычно происходит в виде диалога ведущего с членом ВРГ, наиболее компетентным в данной области. При этом другие члены ВРГ задают вопросы, дополняют. Наилучшую позицию ведущего можно выразить так: «Я, конечно, не специалист по Вашим... Вам виднее, но с позиций ТРИЗ здесь нужно... лучше...» Или: «Позвольте задать наивный вопрос... А почему нельзя сделать...?» В вопросах и репликах ведущего не должно быть категоричности, запугивающей, намеков на примитивность предлагаемых решений. Таких же правил должны придерживаться и остальные члены ВРГ.

Во время уточнения условий группа задает массу вопросов, часто ненужных, предлагает свои решения. Такой слепой перебор вариантов нужно пресекать, но не сразу, иногда полезно дать людям возможность «поштурмовать» сложную задачу, чтобы они, во-первых, лучше ее поняли, во-вторых, ощутили бесперспективность такой работы, контраст между неорганизованным штурмом и последующей работой по ТРИЗ.

При использовании инструментов ТРИЗ, в особенности АРИЗ, приема «обращения исследовательской задачи», по мере углубления в анализ формулировки становятся все более необычными, даже «дикими», что трудно воспринимается необученными членами ВРГ. У них возникает желание уйти от непривычного назад, к более понятному. Ведущий должен стараться не допускать отступления, вести группу вперед.

На первых заседаниях неопытные в поиске члены ВРГ не верят, что им удастся найти много разных и хороших идей. Поэтому склонны останавливаться на первом сколько-нибудь подходящем решении, не хотят идти дальше, развивать идею, искать другие, более идеальные варианты. Особенно это проявляется в нежелании продолжать анализ по АРИЗ, если какие-то идеи подсказаны уже его первыми шагами. Причина этого – главным образом неверие в возможности свои и группы, опасение, что ничего другого найти не удастся – типичные проявления психологии изобретателей, работающих методом проб и ошибок. И здесь ведущий должен, преодолевая сопротивление, вести группу дальше. В таких случаях можно сказать: «Хорошо, решение есть, но допустим, что оно непригодно. Поищем другое...»

Как правило, на каждом заседании подвергаются анализу два узла: заканчивается анализ одного из них, начатый на предыдущем заседании, и начинается анализ другого. Это не только разнообразит поиск, но и позволяет проводить необходимую дополнительную работу по узлу между заседаниями: систематизировать предложения, оценивать их, собирать недостающую информацию. Причем полезно суммировать все предложения по данному узлу и его деталям, в том числе и те, которые возникли попутно, при анализе других частей системы, так как от 10 до 25% предложений, полученных при анализе данного узла, относятся к другим частям объекта. Это результат отвлечений, случайной ассоциации или просто того, что анализ нового узла помог лучше разобраться в других. Между заседаниями проводятся также индивидуальные консультации с членами ВРГ или с другими, не входящими в нее специалистами, технологические эксперименты, расчеты и т. д.

Так как во время работы ВРГ ведущему не всегда удастся фиксировать предложения, необходимо выделить одного человека для ведения подробной записи хода анализа. Возможна и запись на магнитофон с последующей расшифровкой. Кроме того, все участники группы ведут свои записи, делают эскизы и т. д. После окончания работы на базе этих записей готовятся предложения ФСА, оформляются заявки на изобретения, рационализаторские предложения.

Серьезную трудность иногда вызывает определение авторства отдельных предложений. Хотя каждая идея всегда имеет своего конкретного автора, выявить его обычно очень сложно. При коллективном творчестве вряд ли справедливо считать автором человека, высказавшего окончательную идею – чаще всего его навел на мысль кто-то другой, который, в свою очередь, обязан третьему... Очень важно с самого начала работы ВРГ четко оговорить вопросы авторства, чтобы не возникало искушение скрыть какие-то идеи для последующей подачи самостоятельных рационализаторских предложений и заявок на изобретение. В практике ФСА используют разные подходы: можно, например, договориться заранее, что авторами предложений, найденных во время заседания, являются все члены ВРГ, присутствующие на заседании (кстати, чаще всего это действительно так и бывает). Иногда сразу после заседания при просмотре записей можно коллективно определить состав авторов по каждому предложению. Если предложения выработаны членами ВРГ самостоятельно, не во время заседаний, то авторами должны считаться те, кто их нашел, хотя сами предложения входят в число найденных при ФТА. То же относится и к рационализаторским предложениям, ранее отклоненным, но «реанимированным» при ФСА.

Владея методами поиска, и занимаясь, в отличие от других членов группы, только данным объектом, ведущий может найти многие решения самостоятельно. Запас заранее заготовленных решений очень помогает вести работу, ликвидировать угрозу срыва, когда ни у кого нет идей и группа молчит. Чтобы не снизить эффективность поиска, ведущий должен вывести на эти решения группу с помощью наводящих вопросов. Решение, найденное во время заседаний, всегда предпочтительнее для группы, так как у ее членов возникают к нему «родительские чувства», желание дальше его разрабатывать, улучшать, внедрять. Творческий этап – самый интересный и может длиться долго. Постоянно появляются новые решения, кажется, что улучшать можно до бесконечности, однако поджимают установленные сроки. По мере приближения к окончанию работы все большее внимание уделяется обсуждению, оценке, проверке и оформлению полученных предложений. Постепенно это становится основной работой.

Исследовательский этап включает предварительную оценку выдвинутых предложений, разработку эскизов и выполнение необходимых расчетов, опытную проверку и анализ вариантов совместно со специалистами, не входящими в ВРГ, комплексную технико-экономическую оценку и отбор наиболее ценных предложений для представления экспертной комиссии, оформление предложений ФСА.

На этом этапе ВРГ рассматривает все предложения с самого начала, отбирает то, что может быть использовано, дать экономический или какой-то другой полезный эффект. По ходу дела проводится поиск для решения дополнительных

проблем, связанных с тем или иным предложением.

На этом этапе работы очень часто появляются новые идеи, более эффективные, чем найденные прежде, или их дополняющие. Во время последних заседаний вся проделанная работа как бы повторяется в убыстренном темпе и часто с более высокими результатами. Характерно, что в этот период возрастает роль экономиста группы. Он должен обладать большим опытом и соответствующей подготовкой, чтобы суметь быстро сравнить и оценить разные варианты решения и в каждом конкретном случае дать ответ. Например, что выгоднее: получить деталь литьем «в землю» с последующей механической обработкой или изготовить дорогостоящий кокиль? Что лучше: использовать дорогие подшипники с большим ресурсом работы или предусмотреть легкую их замену запасными?

И на этом этапе в качестве инструмента полезно использовать ТРИЗ, в частности, рассмотреть степень достижения идеального конечного результата, разрешения физического противоречия, соответствия решения законам техники и т. д., позволяющие оценить достоинства найденного решения и, при необходимости, развить его, отыскать новые области применения полученных идей.

При этом особенно важно выявить сверхэффекты и вредные системные свойства, проследить возможные изменения во всей технологической цепочке, конструкции, которые произойдут при внедрении новых решений. Всем сверхэффектам нужно найти применение, по возможности их развить с целью получения максимальной пользы. Для этого может потребоваться ввести какие-то дополнительные усовершенствования.

В отношении вредных системных свойств необходимо сформулировать задачи по их недопущению либо устранению последствий. Для выявления вредных системных свойств целесообразно использовать «диверсионный» подход.

Помимо оформления заявок на изобретения и заявлений на рационализаторские предложения, на этом этапе каждое предложение оформляется по принятой на предприятии форме, включающей следующие моменты: порядковый номер предложения, наименование объекта (детали, узла), к которому предложение относится, перечень документов, затрагиваемых предложением, описание существующего положения, суть предложения. Кроме того, должны быть указаны преимущества и возможные недостатки предлагаемого решения, необходимые для его внедрения мероприятия, ожидаемый экономический и другие эффекты. Каждое предложение подписывается всеми членами ВРГ (при необходимости – с замечаниями). Также должно быть предусмотрено место для окончательного заключения экспертной комиссии.

Помимо предложений, оформленных в описанном выше порядке, ВРГ готовит краткую пояснительную записку, а также наглядные материалы: плакаты, макеты, модели.

Рекомендательный этап включает проведение экспертизы предложений ВРГ, анализ заключения экспертизы, принятие окончательного решения руководством организации, разработку планов по доработке предложений и их внедрению.

Экспертиза проводится экспертной комиссией на совместном заседании с ВРГ.

Члены ВРГ защищают и разъясняют свои предложения.

Все предложения подразделяются на 3 группы:

1) не требующие при внедрении серьезных изменений конструкции и технологии,

в частности, перепланировок рабочих площадей, замены дорогостоящего оборудования, изготовления сложной оснастки, новых штампов, пресс-форм и т. д.; как правило, они быстро внедряются, особенно те, которые направлены на (Отмену тех или иных операций, деталей. Почти при каждом! ФСА удастся найти несколько таких предложений;

2) предусматривающие значительные изменения технологии, но не требующие переутверждения технических условий, изменения действующих государственных и других стандартов;

3) серьезно изменяющие конструкцию, внедрение которых возможно только при модернизации или замене выпускаемого объекта.

По каждой группе экспертная комиссия назначает различные сроки (очередность) внедрения. Отдельно указываются предложения, которые нуждаются в экспериментальной или какой-либо иной проверке для принятия решения о внедрении. Протокол экспертизы подписывается всеми членами экспертной комиссии и ВРГ.

После экспертизы проводится доработка предложений с учетом замечаний экспертной комиссии службами главного конструктора, главного технолога и ФСА, совместно согласовываются и разрабатываются планы-графики внедрения предложений. Протокол заседания экспертной комиссии, тексты предложений ВРГ с эскизами и расчетами и подготовленные планы-графики представляются совету ФСА предприятия или объединения. Председателем совета ФСА является, как правило, директор предприятия или главный инженер. В совет ФСА входят представители администрации – заместитель директора по производству, по экономическим вопросам, главный бухгалтер, главный инженер, главный технолог, главный конструктор (если на предприятии представлены различные направления производства, то главные конструкторы по основным видам продукции), представители общественных организаций. В некоторых случаях роль совета ФСА может выполнять научно-технический совет предприятия. Результаты работы докладываются на совете ФСА, который принимает решение о включении рекомендаций ФСА в планы различных подразделений. Предложения ФСА включаются в планы организационно-технических мероприятий по повышению эффективности производства, планы по новой технике, планы по экономии материалов, экономии трудоемкости и т. д.

Этап внедрения. Подразделения и службы предприятия, получившие плановые задания по разработке и внедрению предложений ФСА, проводят эту работу в процессе своей производственной деятельности. При этом служба ФСА периодически контролирует состояние работ по внедрению и при необходимости оказывает техническую помощь.

После того как предложения внедрены в производство, получены акты о внедрении, служба ФСА участвует в определении фактической экономической эффективности и готовит окончательный отчет перед вышестоящими организациями о результатах проведения функционально-стоимостного анализа по единому объекту.

Таким образом, правильная организация ФСА позволяет реализовать на практике системный подход к совершенствуемому объекту, в комплексе рассмотреть его с различных позиций: технической, экономической, может быть, и эстетической, с точки зрения производителя и потребителя. В рабочем порядке выявляются и

разрешаются противоречия между различными службами, прослеживаются все последствия, в том числе и нежелательные, вносимых в объект и в производство изменений.

У большинства специалистов, прошедших через обучение ФСА, через работу в группах ФСА, меняется отношение к работе, усиливается творческая направленность. Это – дополнительный эффект ФСА, который невозможно оценить в рублях. Даже после официального прекращения работы ВРГ ее бывшие члены продолжают следить за судьбой своих предложений, при необходимости помогают внедрению. Многие из них стараются пройти обучение по ТРИЗ, стихийно собираются в инициативные группы для решения производственных проблем и за рамками ФСА, активно участвуют в работе групп и кружков качества.

Практика проведения ФСА

Несколько лет назад работа по внедрению ФСА на крупном предприятии, выпускающем разнообразную продукцию, в основном электротехнические изделия, начиналась с эксперимента – нужно было проверить, действенен ли этот, пока малоизвестный метод, способен ли он дать серьезные результаты?

Скептиков разных мастей хватало. Высказывались различные мнения: улучшать ничего не надо, все и так отлично; улучшать нужно, но все равно не удастся; возможно, найти какие-то идеи и удастся, но кто захочет их внедрять; захотеть, может, и захотят, но все равно не внедрят, а если внедрят, то экономического эффекта не получат и т. д.

Немало было и прямых противников – тех, кто возражал против нового метода просто на всякий случай, и тех, кто, немного зная о возможностях ФСА, опасался, что анализ вскроет их ошибки, недоработки. Например, одним из противников проведения ФСА был начальник цеха, выпускающего предполагаемый объект анализа. Его опасения были вполне понятны: он не хотел, чтобы ФСА вскрыл, вытащил на всеобщее обозрение тщательно скрываемые им (как и любым другим начальником того периода) резервы, потому что при планировании «от достигнутого» у цеха не останется возможности выполнить необоснованно увеличенный план. После первого анализа, убедившись, что ФСА не только не «вычерпывает» его резервов, но и указывает на множество новых, ранее неизвестных, начальник цеха полностью изменил свое отношение. Но вначале сопротивление было очень сильным, и только внимание и поддержка руководства объединения обеспечила проведение ФСА.

При выборе объекта для первого анализа не ставилась цель получения значительного эффекта – гораздо важнее было доказать действенность метода. Именно поэтому был выбран контактор – электрический аппарат, предназначенный для выполнения переключений в цепях постоянного и переменного тока. Он выпускался уже более 25 лет и считался полностью «дожатым» изделием с отлично отработанной технологией, которую, казалось,

невозможно существенно улучшить. Тем более заманчиво было провести его анализ – удача убедительнее любой агитации.

Руководителем работы был назначен один из авторов этой книги, имевший к тому времени небольшой опыт преподавания и практического применения ТРИЗ для индивидуального и коллективного решения изобретательских задач. К сожалению, этого опыта оказалось недостаточно, было совершено немало ошибок, очень многому пришлось учиться на ходу.

Нелегко оказалось подобрать людей во временную рабочую группу, на всем предприятии не было ни одного работника, знакомого хоть немного с методологией ФСА. Поэтому решили на первых порах совмещать проведение анализа с обучением. Кого же включать в группу? Кто из специалистов, занимающихся контакторами, обладает необходимыми знаниями и личными качествами? Беседы с руководителями подразделений, изучение материалов в БРИЗ и патентном отделе, личные беседы со многими кандидатами в ВРГ позволили отобрать нужных людей.

В ВРГ вошли опытные и творческие специалисты: конструктор, ведущий текущую работу по контакторам, ответственный за их производство; технолог из отдела главного технолога; заведующий лабораторией испытания электрических аппаратов, отлично знающий физику работы и особенности эксплуатации контакторов; технологи механического и сборочного цехов, досконально, изучившие производственные проблемы. Кроме того, в группу вошли два инженера, чьи специальности не связаны с контактором. Именно они, не скованные психологической инерцией, имеющие большой «неконтакторный» опыт, выдвигали, как правило, самые «дикие», неожиданные, но перспективные и полезные идеи.

Приказом, подписанным директором предприятия (являющимся председателем совета ФСА), были утверждены план работы, список членов ВРГ и экспертной комиссии, состав информации, которую должны представлять для проведения анализа различные службы предприятия. Было дано право привлекать к работе всех, кто понадобится для ФСА, получать любые консультации. На информационный этап по плану–графику было отведено две недели. Мы были уверены, что, по крайней мере, этот этап не потребует большой работы: все службы дадут нужную информацию, останется только систематизировать ее. Теперь это вспоминается как проявление крайней наивности. Пришлось немало потрудиться, чтобы получить хотя бы часть нужной информации. Ведущий неделю провел в цеху, наблюдая за изготовлением объекта ФСА, по возможности участвуя в этом процессе (пригодились полученные еще в юности навыки слесаря–инструментальщика).

Местом проведения анализа по контактору был выбран «красный уголок» сборочного цеха. На стенах развесили экономические таблицы, чертежи, на широкой классной доске закрепили листы белой бумаги, приготовили цветные карандаши, фломастеры, чтобы, обсуждая идеи, рисовать все что нужно и не бояться, что рисунки сотрутся или потеряются. На длинный стол водрузили выделенный руководством цеха новенький контактор. К концу нашей работы он стал неузнаваемым: исцарапанный от бесчисленных сборок и разборок, с переделанными частями, долепленными пластилином, был годен разве что в металлолом. Но цена его гибели – десятки предложений по экономии металла,

снижению трудоемкости и брака, улучшению условий труда и техники безопасности, повышению качества и долговечности.

На первых заседаниях члены ВРГ хорошо познакомились с контактором (одно заседание провели целиком на ногах – прошли по всей технологической цепочке производства, посмотрели на испытания, на упаковку...). Но главное – люди познакомились друг с другом, «притерлись» – поначалу нередко были типичные столкновения. Вот идет спокойное, неторопливое деловое обсуждение, и вдруг: Технолог: «Еще проблема! Изготовление! магнитных сердечников. Раньше брали прутки с квадратным сечением 10×10 мм, фрезеровали его до размера $10 \times 9,6$, потом нарезали кусочками через 8 мм. Теперь вместо фрезерования используем протяжку, это гораздо производительнее, но трудно выдержать точный размер, идет большой брак. Хорошо бы увеличить допуск».

Конструктор: «Нельзя! Это расчетный размер, от него зависит эффективность гашения дуги при размыкании контакта».

Исследователь: «А зачем вообще нужна обработка? Пусть бы было 10 мм, чем больше сечение, тем лучше гашение дуги, а места здесь хватает...»

Технолог: «Это же ваши расчёты!» Через минуту уже спорят, перебивая друг друга. Вопрос волнует всех. В итоге выясняется, что 9,6 мм – минимально допустимый расчетный размер! Меньше быть не должно, а больше – сколько угодно. Так из-за старой ошибки более 25 лет делается ненужная работа и фактически ухудшается качество изделия. Простейшее решение – исключить обработку сердечника – попадает в список предложений.

ФСА контактора длился полгода. Была проделана большая работа. Получены очень объемистые функциональные и диагностические таблицы (по этой причине они здесь не приводятся). Коснемся лишь отдельных моментов ФСА контактора. Поэлементному анализу подвергались все детали контактора, для которых диагностическая таблица показала несоответствие между стоимостью и функциональной значимостью, а также те, которые вызывали по разным причинам повышенную озабоченность специалистов. И первой из таких деталей с непропорционально высокой трудоемкостью и материалоемкостью, вызывающей максимальные затруднения в производстве и эксплуатации, оказался контакт неподвижный (рис. 13).

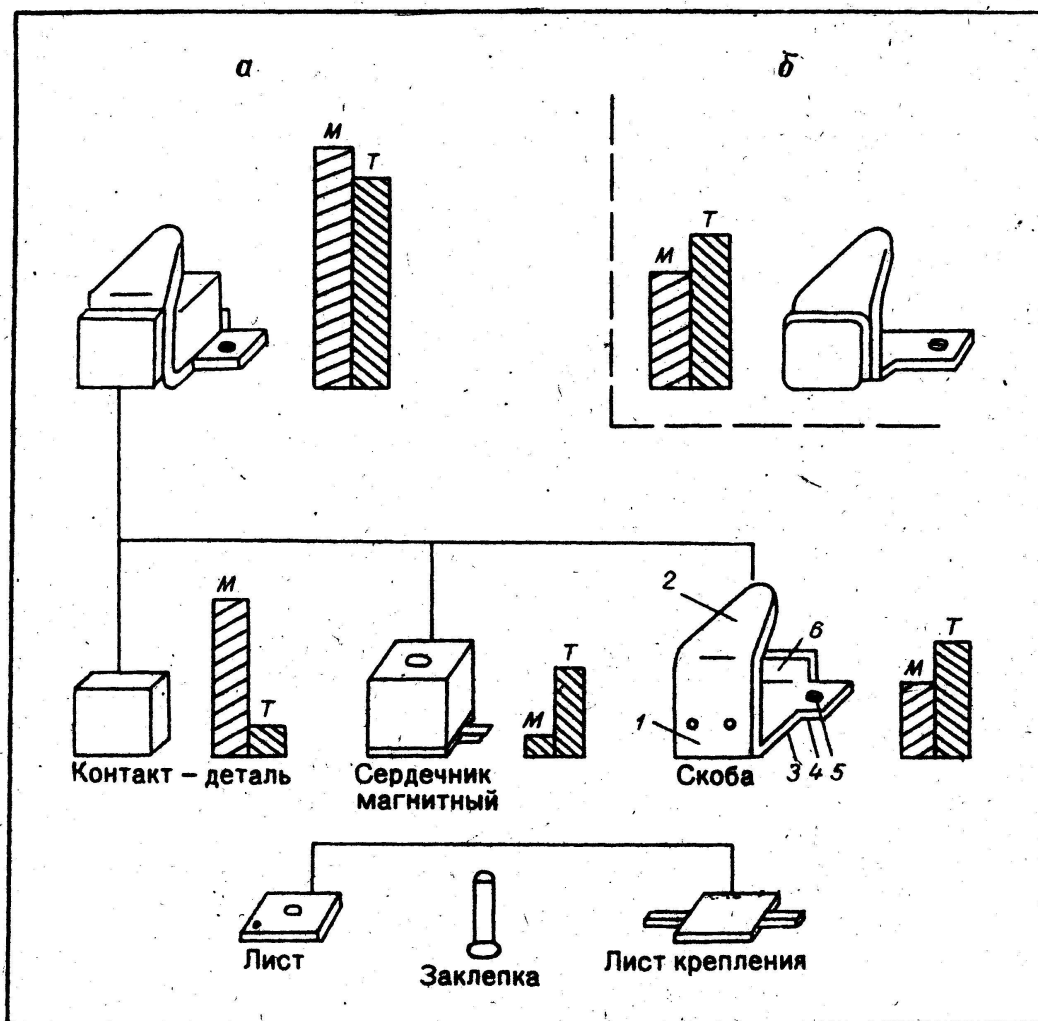


Рис. 13. Контакт неподвижный:

а — до проведения ФСА; б — после ФСА. М — материалоемкость; Т — трудоемкость; детали, скобы: 1 — торец; 2 — «рог», 3 — основание; 4 — лепесток; 5 — отверстие; 6 — отгиб

Основные функции контакта — осуществлять замыкание электрической цепи и способствовать гашению электрической дуги при размыкании контактов. Непосредственно замыкает ток контакт-деталь, изготавливаемая из серебрено-кадмиевого сплава. Это самая дорогостоящая часть узла и естественно, внимание в первую очередь было уделено ей. Временная рабочая группа исследовала несколько сотен контактов, побывавших в работе, и обнаружила, что замыкание происходит в основном по центру пластинки, а ее углы практически в работе не участвуют.

Простейшее предложение — выполнять пластинки со скругленными углами — позволило снизить расход дефицитного серебра на 10%, что дает экономию только на одном типоразмере контактора до 20 кг в год.

Магнитный сердечник выполняет вспомогательную функцию при выключении тока. Возникающее в нем поле способствует выталкиванию электрической дуги из зоны контакта на отогнутые «рога» и тем самым растягиванию, охлаждению и быстрому разрыву дуги. Чтобы при работе контактора на переменном токе в сердечнике не возникали потери от вихревых токов, он выполняется наборным из отдельных пластин стали (шихтованным). Трудоемкость изготовления и сборки сердечника явно не соответствует его

сравнительно скромной роли в выполнении изделием своих функций. Поиск альтернативных вариантов показал, что сердечник лучше всего выполнить из магнитной металлокерамики, обладающей высоким электрическим сопротивлением и хорошими магнитными свойствами.

Идея оказалась не новой – еще лет пять назад это предлагал сделать один из технологов, но тогда предложение не могло быть реализовано, и о нем забыли. ФСА «реанимировал» полезную идею. Безусловно, ее автором считается технолог, когда-то подавший рационализаторское предложение (он получит вознаграждение), но без группы ФСА об этом и не вспомнили бы, поэтому предложение с полным правом заняло место среди других предложений группы.

При рассмотрении функций сердечника было выявлено, что его ввели в конструкцию для повышения долговечности, когда контакт-деталь изготавливали из медного сплава, а мощность механизма, обеспечивающего размыкание контактов, была меньше и поэтому разрыв дуги происходил медленнее. После внесения в систему коренных изменений никто не проверял, нужен ли теперь сердечник. Проведенные по предложению группы ФСА испытания показали, что более половины типоразмеров выпускаемых контакторов могут вообще обойтись без него, а в остальных прекрасный эффект дает металлокерамика.

Особое внимание при проведении анализа привлекло несоответствие «времени жизни» всего контактора и неподвижного контакта. Согласно техническим условиям, контактор должен выдерживать до миллиона циклов включения – отключение, в то время как контакт – только около 200 тыс. циклов. Поэтому при необходимости контакторы комплектуются запасными контактами. Вызвало удивление то, что вместе с негодным контактом всегда выбрасывается и магнитный сердечник, который не изнашивается в процессе работы. Связано это с тем, что сердечник крепится к контакту неразъемным соединением – отгибом лепестков. При проведении ФСА был предложен ряд вариантов крепления сердечника (для тех модификаций контактора, где он нужен) к самому контакту или к стенкам дугогасительной камеры.

Самой сложной в изготовлении деталью контакта является скоба, с помощью которой контакт крепится к дугогасительной камере. На скобе закреплены все остальные детали контакта (см. рис. 13). Из матрицы поэлементного анализа скобы (табл. 1) видно, что один из элементов – отгиб в задней части контакта – не выполняет ни одной основной функции и связан с вредной функцией (мешает контакт-детали), то есть является чисто вспомогательным элементом. Тем не менее на его долю приходится до 10% стоимости материалов, из-за него усложняется технология штамповки и пайки. Так, контакты других типов, не имеющие отгиба, паяют на полуавтоматической машине, в которой контакт-деталь и место, к которому она припаивается, сжимаются с двух сторон и разогреваются коротким импульсом тока. Отгиб в скобе не позволяет использовать эту машину. Приходится пользоваться ручным приспособлением, в котором нагрев производится током, протекающим вдоль скобы. Пайка с помощью этого приспособления, как показал хронометраж, проведенный членами ВРГ, занимает в 2–3 раза больше времени, чем на машине, при этом довольно велик процент брака; Последовало предложение убрать отгиб (сердечник там, где он нужен, может упираться в стенку дугогасительной камеры). ФСА позволяет находить не только чисто технические решения. Анализ

технологии пайки контакта выявил организационно-экономический недочет: неожиданно обнаружилось, что, вопреки здравому смыслу, нормы трудоемкости таковы, что пайка на полуавтомате вдвое дороже, чем на ручном приспособлении. Среди прочих предложений ФСА появилось и чисто организационное – изменить нормы на участке пайки контактов.

Передний отгиб («рог») неподвижного контакта выполняет одну, но чрезвычайно важную функцию: при размыкании контактов электрическая дуга переходит на рог, благодаря его изгибу постепенно растягивается и дойдя до самого конца рога, разрывается и гаснет. Внимательное исследование бывших в работе контактов показало, что больше всего изнашивается место начала отгиба по простой причине – дуга задерживается перед местом перегиба, как бы набирая силы. Этого можно избежать, если сделать перегиб плавным, как это делается во многих конструкциях. Сделать и в нашем контакторе отгиб плавным оказалось само собой разумеющимся предложением. Только было непонятно, почему этого не сделали давным-давно?

Таблица 1

Матрица функций элементов скобы

Функция	Элементы						Серебряное покрытие
	Торец	Рог	Основание	Лепесток	Отверстие	Отгиб	
1. Крепление к дугогасительной камере	—	—	—	О	О	—	—
2. Соединение с токоподводящей шиной	—	—	—	О	—	—	—
3. Крепление контакт-детали	О	—	—	—	—	—	—
4. Крепление магнитного сердечника	—	—	В	—	—	—	—
5. Упор магнитного сердечника	—	—	—	—	—	В	—
6. Подвод тока к контакт-детали	О	—	О	О	—	—	—
7. Растягивание электрической дуги	—	О	—	—	—	—	—
8. Предохранение от окисления лепестка	—	—	—	—	—	—	О
9. Предохранение от окисления других частей скобы	—	—	—	—	—	—	Вр
10. Затруднение пайки контакт-детали	—	—	—	—	—	Вр	—

Поэлементный анализ контакта показал, что имеется еще одно несоответствие: предохранять от коррозии серебряным покрытием необходимо только нижнюю часть лепестка, контактирующую с токоподводящей шиной, тем не менее серебром покрывается весь контакт (большую партию загружают в сетку и опускают в серебросодержащий раствор), что приводит к неоправданному перерасходу дорогого и дефицитного материала.

Технолог объяснил, что это несоответствие уже пытались ликвидировать – было придумано приспособление, в которое укладывались контакты так, что лепесток торчал вниз. Приспособление устанавливалось на края ванны, и лепестки погружались в раствор. Однако» при этом пришлось придумывать сложные системы регулировки уровня раствора и часть контактов шла в брак. При проведении ФСА, была сформулирована функция искомого приспособления: сохранять постоянное расстояние от приспособления до уровня жидкости в ванне. После этого почти очевидным стало решение, обеспечивающее», идеальное выполнение этой функции, – установить приспособление на поплавки. Только по контакту благодаря использованию простейших средств из арсенала специалиста по ФСА (функционального и поэлементного анализов) было найдено девять решений, дающих в сумме около 60 тыс. рублей годовой экономии. Еще одним «неблагополучным» элементом оказался блок–контакт (рис. 14, а), обеспечивающий управление работой контактора, выдачу сигналов типа «контактор открыт» или «контактор замкнут». У сравнительно простой по конструкции детали – пластмассовой колодки с закрепленными на ней медными уголками неподвижных контактов – оказалась довольно сложная технология, на упрощение которой было затрачено немало времени. Сегодня такую работу можно сделать гораздо быстрее, логичнее благодаря использованию методологии функционально–идеального свертывания, о которой уже было рассказано. Поэтому приведем описание анализа этой детали в современной форме.

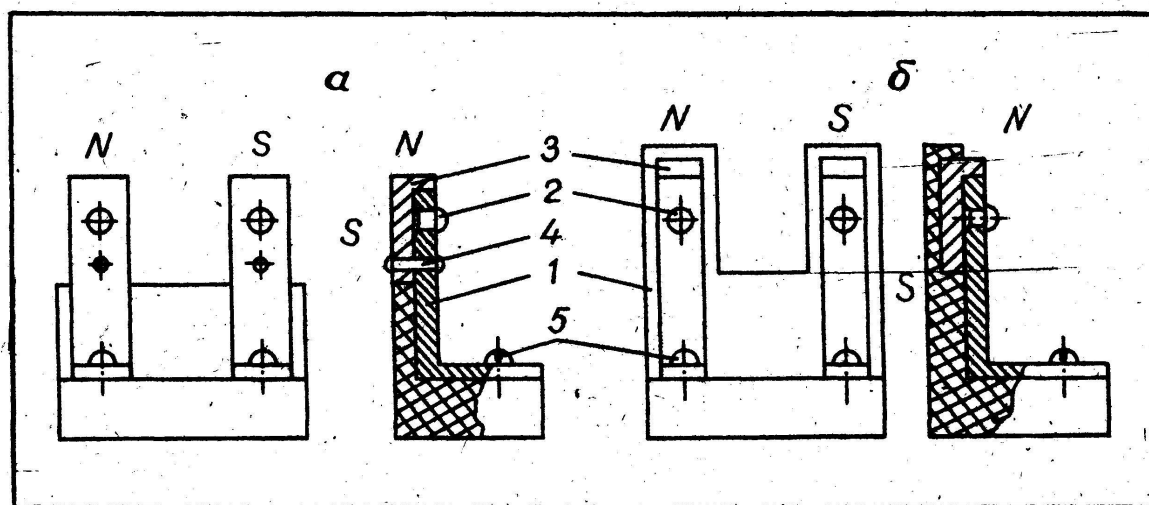


Рис. 14. Блок-контакт:
а — до проведения ФСА; б — после проведения ФСА; 1 — уголок; 2 — серебряный контакт;
3 — магнит; 4 — заклепка; 5 — винт крепежный

Нежелательные эффекты (НЭ) возникают практически на любой операции, но чаще всего с ними мирятся по разным причинам. Например, при прессовке пластмассовых колодок возникает облой, который потом приходится снимать вручную. Причинами НЭ являются необоснованно сложная форма колодки и изношенность пресс–форм (многие из них работают по 10 лет). Но изготовить новые пресс–формы нет возможности – перегружен инструментальный цех. Немало подобных НЭ выявлено было и при изготовлении уголка. Но максимальные затраты и другие трудности были связаны с изготовлением

магнитов и приклепкой их к уголкам.

НЭ 1: магниты изготавливают литьем по выплавляемым моделям из твердого магнитного сплава. В них предусмотрено отверстие под заклепку диаметром 0,5 мм. Так как сплав твердый, отверстие изготавливают литьем, что усложняет операцию и повышает ее трудоемкость.

НЭ 2: после литья в отверстие остается формовочная масса, спекшаяся в твердую керамику. Ее приходится удалять (операция прочистки отверстия).

НЭ 3: операция прочистки трудоемка. Попытки высверливать массу оказались неудачными из-за ее высокой твердости; вытравливание щелочью потребовало специального оборудования, и процедура эта из-за малого диаметра отверстия длительна. Решили удалять массу выбиванием.

НЭ 4: при выбивании часть магнитов раскалывалась.

НЭ 5: магниты необходимо маркировать. Их намагничивают так, чтобы одна половина была намагничена в одном направлении, другая – в противоположном. На одной из них ставят красной краской точку. Операция маркировки из-за малости размеров магнита – кропотливая и трудоемкая.

НЭ 6: высокая трудоемкость операции намагничивания. Магниты берут пинцетом по одному и укладывают на специальное приспособление для намагничивания.

НЭ 7: не все магниты намагничиваются одинаково. Приходится вводить операцию контроля намагниченности.

НЭ 8: операция контроля – дополнительная трудоемкость (магниты укладывают в контрольные приспособления и проверяют намагниченность).

НЭ 9: часть магнитов на этой операции отбраковывается.

Готовые магниты приклепывают к уголкам с помощью пневматического пистолета. При этом возникают:

НЭ 10: магниты приклепывают парами. Необходимо следить за правильным их расположением по намагниченности.

НЭ 11: высокая трудоемкость приклепки.

НЭ 12: при клепке иногда ломаются магниты. В этом случае идет на переплавку весь уголок с закрепленным на ней серебряным контактом. Брак не регистрируется, но в некоторых партиях магнитов достигает 10–20%!

НЭ 13. (выявился только при анализе): из-за ударов при клепке снижается намагниченность магнитов. Проверка показала, что после закрепления ни один из магнитов не имеет намагниченности, требуемой согласно технической документации.

Из приведенного выше списка видно, что многие НЭ представляют собой звенья одной цепочки, тянущиеся друг за другом, являются причиной новых исправительных операций. Следовательно, необходимо приступить к свертыванию технологии. Формула свертывания приводилась ранее: «данную операцию можно не делать, если...» В результате были выявлены две ключевые задачи: а) заменить способ крепления магнитов с исключением НЭ 1 –НЭ 4; НЭ 11 –НЭ 13;

б) изменить способ намагничивания магнитов с исключением НЭ 5 – НЭ 10.

Решить первую задачу удалось с помощью ресурсов: увеличить высоту пластмассовой колодки и крепить магнит во время сборки, прижимая его уголком. Некоторое увеличение расхода пластмассы и необходимость небольшой доработки пресс-формы компенсируются значительным снижением

трудоемкости и брака (рис. 14, б).

Решение второй задачи заключалось в переходе к намагничиванию магнитов в сборе прямо на колодке, одновременно контролируя величину намагниченности. Простую установку для этой цели можно было изготовить в течение недели, причем операция намагничивания практически не потребует времени, так как работница, осуществляя окончательную сборку колодки, устанавливает ее в приспособление, как вилку в розетку, откуда она сама выпадает в транспортную коробку.

Эффект от этих двух предложений – снижение на 10% расхода металла, в том числе меди, серебра, магнитного сплава, уменьшение трудоемкости ориентировочно на 5000 часов в год.

А всего при проведении ФСА по контактору было найдено 52 предложения, направленных на снижение трудоемкости, энергоемкости и материалоемкости, повышение качества, высвобождение производственных площадей и увеличение надежности контактора. Не все предложения были приняты, но только по принятым расчетная экономия превысила 250 тыс. рублей в год – около 20% от стоимости годового выпуска контакторов. И эта экономия не осталась лишь расчетной – уже в первый год было внедрено одно предложение, снижающее трудоемкость на 12 тыс. нормо-часов. Вторым годом внедрения дал свыше 50 тыс. рублей экономии. Внедряются и остальные предложения, кроме нескольких, которые, согласно решению экспертной комиссии, будут использованы в дальнейшем при разработке новых контакторов.

К сожалению, некоторые предложения, выгодные для государства, так и не попали в окончательный список. Одно из них, например, относилось к изменению ряда номинальных токов контакторов с целью согласования его с рядом номинальных мощностей выпускаемых промышленностью электродвигателей.

Сложилось так, что они не соответствовали друг Другу. Ряд номинальных токов контактора – 25, 50, 100, 150 ампер и т. д., электродвигателей – 67, 110, 160 ампер и т. д. В результате приходилось использовать для электродвигателей контакторы с заведомо излишним запасом по току и, следовательно, более дорогие.

Переделать 50-амперный контактор на 67-амперный несложно – запас прочности большинства деталей позволяет почти ничего не менять (нужно только увеличить число витков в катушке да усилить возвратную пружину). Но тогда завод окажется в убытке – более мощный контактор дороже, его выгоднее продать для двигателя на 67 ампер, чем переделанный 50-амперный! И руководство запретило упоминать об этой идее.

Рассмотрим более подробно выполнение элементов аналитического и творческого этапов ФСА на примере анализа бытовой ручной мясорубки. Эта работа преследовала две цели: получить реальный эффект и научить людей методике ФСА.

Проведение ФСА включило в несколько сокращенном объеме выполнение всех основных этапов работы: был экономически обоснован выбор объекта, составлено техническое задание на проведение работы, подготовлен приказ о проведении ФСА. На информационном этапе были изучены советские и зарубежные аналоги, начиная от старинной мясорубки до перспективных пластмассовых моделей. Благодаря общему знакомству с объектом построение структурной схемы не

вызвало затруднений (рис. 15). Однако на этом начальном этапе при полной разборке мясорубки в процессе составления структурной схемы удалось выявить серьезный недостаток конструкции: между втулкой 5.2 и корпусом мясорубки попадает сок мяса, и это вызывает неприятный запах.

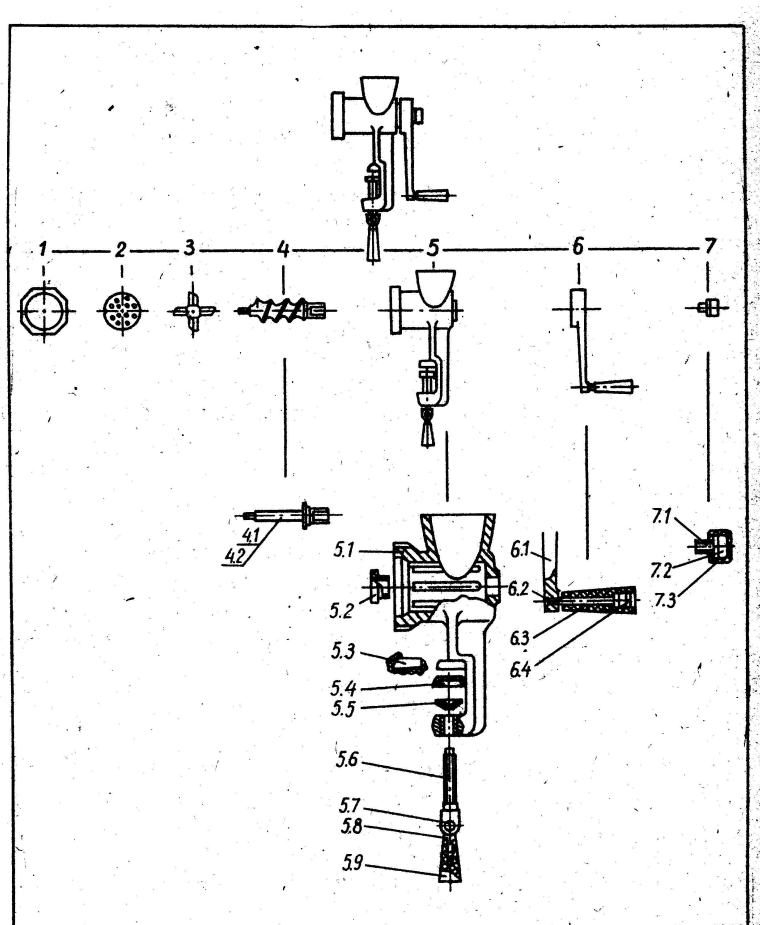
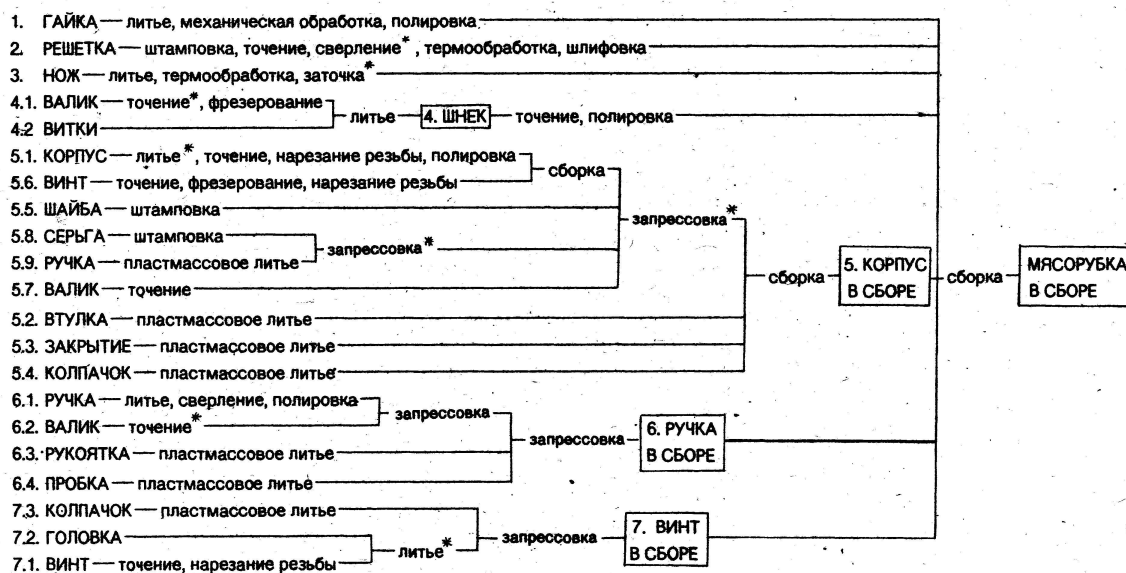


Рис. 15. Структурная схема мясорубки бытовой:

1 — гайка; 2 — решетка; 3 — нож; 4 — шнек (4.1 — валик; 4.2 — винты); 5 — корпус в сборе (5.1 — корпус; 5.2 — втулка; 5.3 — закрытие; 5.4 — колпачок; 5.5 — шайба; 5.6 — винт; 5.7 — валик; 5.8 — серьга; 5.9 — ручка); 6 — ручка в сборе (6.1 — ручка; 6.2 — валик; 6.3 — рукоятка; 6.4 — пробка); 7 — винт в сборе (7.1 — винт; 7.2 — головка; 7.3 — колпачок)

Значительное количество информации было получено при составлении технологической схемы (рис. 16).

Рис. 16. Технологическая схема производства мясорубки



Непосредственно на схеме знаком «*» отмечены операции, вызывающие затруднения в процессе производства.

Таблица 2

Матрица функций мясорубки (фрагмент)

Функции	Узлы и детали							
	Мясо- рубка	1. Гайка	2. Решет- ка	3. Нож	4. Шнек	5. Кор- пус	6. Руч- ка	7. Винт
Перерабатывает мясо:	О	—	О	О	В	В	—	—
подает	В	—	—	—	О	О	В	—
режет	О	—	О	О	—	—	—	—
сминает	—	—	Вр	Вр	Вр	Вр	—	—
Объединяет детали	В	О	—	—	—	О	—	О
Крепит мясорубку к опоре	В	—	—	—	—	О	—	—

Глубоко разобравшись в недостатках деталей и отдельных элементов этих деталей позволил функциональный анализ и заполнение функциональных (табл. 2, 3) и поэлементной матриц (рис. 17, табл. 4).

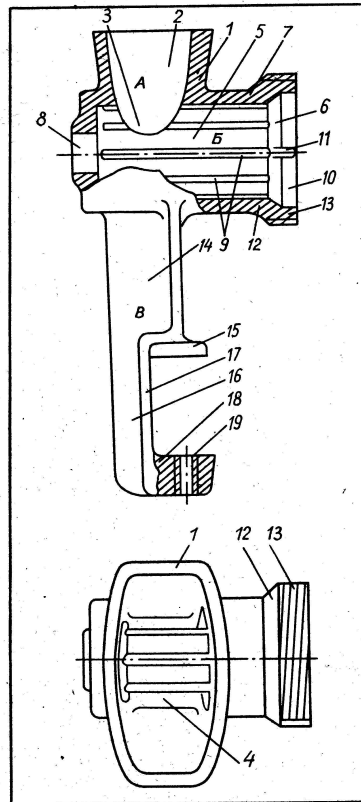


Рис. 17. Корпус мясорубки:
 А. Бункер: 1 — стенка; 2 — зона накопления; 3 — зона подачи; 4 — зона захвата; Б. Рабочая часть: 5 — зона подачи; 6 — зона переработки; 7 — стенка; 8 — отверстие; 9 — ребра; 10 — расточка; 11 — фиксатор; 12 — раструб; 13 — резьба; В. Струбцина: 14 — кронштейн; 15 — опора; 16 — кронштейн; 17 — ребро; 18 — бобышка; 19 — резьба

Особенно много информации о слабых местах конструкции и технологии дало заполнение диагностической таблицы (табл. 5). Некоторые обнаруженные несоответствия между уровнем материале-емкости и трудоемкости и величиной функциональной значимости потребовали дополнительных объяснений технолога цеха. Например, повышенная трудоемкость и высокая степень беспокойства имеющего малую значимость винта 7. Оказалось, что при заливке головки винта алюминием частично заливаются и витки, что заставляет дополнительно «прогонять» резьбу. Большую озабоченность конструкторов вызывала решетка 2, так как сверление отверстий в выполненной из твердой инструментальной стали решетке требовало много ручного труда и нередко в конце месяца самих конструкторов посылали в цех помогать сверлить.

Таблица 3

Матрица функций струбины (фрагмент)

Фрагмент	Детали						
	5.1. Кор- пус	5.4. Колпа- чок	5.5. Шай- ба	5.6. Винт	5.7. Валик	5.8. Серь- га	5.9. Руч- ка
Крепит мясорубку к опоре:	О	О	В	О	—	—	В
сжимает опору	О	О	—	О	—	—	—
вращает винт	—	—	—	—	В	В	О
направляет винт	О	—	—	—	—	—	—
Предохраняет стол от по- вреждений	—	О	—	—	—	—	—

Все недостатки, проблемы, задачи, выявленные на аналитическом этапе, были систематизированы и занесены в специальный список.

Таблица 4

Матрица функций корпуса мясорубки (поэлементный анализ, фрагмент)

Функции	Элементы											
	Бункер	Рабочая часть	Отверстие	Ребро	Расточка	Струбина	Кронштейн	Опора	Кронштейн	Ребро	Бобышка	Резьба
	А	Б	8	9	10	В	14	15	16	17	18	19
Накапливает мясо	О	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Подает мясо	О	О	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Предотвращает за- кручивание мяса	—	В	—	О	—	—	—	—	—	—	—	—
Удерживает решетку	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Крепит втулку	—	—	О	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Крепит мясорубку	—	—	—	—	—	О	В	В	О	В	В	В
Воспринимает усилие винта	—	—	—	—	—	В	О	О	—	О	О	О

Таблица 5

Диагностическая таблица

(в процентах)

Узлы, детали	Характеристики и эксперты							Услов- ная суммар- ная оцен- ка (Σ)	
	функ- цио- наль- ная значи- мость	трудо- ем- ность	мате- риало- ем- ность	степень беспокойства					
				кон- струк- тор	техно- лог по осна- стке	техно- лог цеха	отдел техно- логи- чес- кого конт- роля		потре- би- тель
ВРГ	эконо- мист	эконо- мист							
1. Гайка	5	5	4	5	—	5	—	15	39
2. Решетка	10	5	3	60	5	40	50	10	183
3. Нож	15	15	2	5	5	5	20	10	77
4. Шнек	15	20	20	5	20	10	—	5	95
5. Корпус	50	30	60	20	60	25	30	35	280
6. Ручка	4	15	10	2	5	5	—	20	61
7. Винт	1	10	1	3	5	10	—	5	35

Список недостатков, проблем, задач (фрагмент)

1. Гайка

При сборке мясорубки в домашних условиях гайку бывает трудно завернуть с нужной силой. Выступы и ребра повышают расход материала и ухудшают внешний вид. Необходимо обеспечить удобное крепление гайки.

2. Решетка

А. Из-за большой толщины и твердости материала решетки ее приходится сверлить вручную, при этом быстро тупятся и часто ломаются сверла, велика трудоемкость операции. Необходимо перевести на штамповку.

Б. После сверления и шлифовки в отверстиях часто остаются заусенцы, которые трудно удалять. Необходимо предотвратить появление заусенцев или найти эффективный способ борьбы с ними.

В. После использования мясорубки потребителю приходится прочищать отдельно каждое отверстие в решетке. Необходимо сделать так, чтобы решетка хорошо очищалась.

3. Нож

А. Нож изготавливается литьем по выплавляемым моделям, потом шлифуется и каждая режущая кромка затачивается вручную. Последняя операция весьма трудоемка. Необходимо снизить трудоемкость изготовления.

Б. Имеется значительный брак из-за недостаточной твердости ножей после термообработки. Необходимо улучшить закалку.

4. Шнек

А. Вал шнека имеет сложную форму, технология его изготовления включает фрезерные и токарные операции, при обработке снимается много материала. Необходимо упростить конструкцию и технологию изготовления.

И т. д.

На основании диагностической таблицы были выработаны «Рекомендации по направлению и очередности анализа по деталям мясорубки бытовой, ручной»:

1. Корпус ($\Sigma 280$, см. табл. 5):

снижение общей материалоемкости за счет выбора оптимальной конструкции и толщины материала изделия;

снижение трудоемкости и сложности оснастки (форм для литья)

2. Решетка ($\Sigma 183$):

снижение степени беспокойства конструкторов и технологов, вызванного затруднениями со сверлением отверстий. Поиск возможности перевода технологии изготовления решеток со сверления на штамповку;

снижение брака из-за заусенцев, остающихся в отверстиях после сверления.

3. Шнек ($\Sigma 95$);

упрощение оснастки.

4. Нож ($\Sigma 77$);

снижение трудоемкости (на операции заточки);

уменьшение брака (преимущественно из-за плохой термообработки)

5. Ручка ($\Sigma 61$);

снижение трудоемкости изготовления;

повышение удобства пользования

6. Гайка ($\Sigma 39$):

повышение удобства эксплуатации (обеспечение удобного откручивания и закручивания).

7. Винт ($\Sigma 35$);

снижение трудоемкости изготовления и уменьшение трудностей из-за необходимости дополнительной прогонки резьбы после заливки головки винта алюминием.

В процессе работы были решены задачи всех типов.

Задачи I типа. Вал шнека имеет толщину 20 мм и выполнен из стали. Его

размеры позволяют передать огромный момент, хотя в мясорубке момент такой величины возникнуть не может. Ясно, что можно без ущерба уменьшить толщину этого вала. При этом снизятся расход материала и трудоемкость обработки. При анализе выяснилось, что главная функция шнека – подача мяса в зону резания – выполняется плохо, так как шнек не доходит до решетки на толщину ножа. Достаточно было понять это, чтобы решение стало очевидным: нужно увеличить длину шнека, снабдив его выступом, достигающим до режущей кромки ножа. Как показал опыт, это увеличивает производительность мясорубки и исключает наматывание жил на вал шнека.

Для внедрения этого предложения возникла необходимость решить дополнительно ряд исследовательских и конструкторских задач: подобрать оптимальный размер и геометрию выступа, согласовать конструкции шнека и ножа.

Задачи 11 типа. Одна из таких задач возникла при сравнительном поэлементном анализе чугунной и алюминиевой мясорубок. Все размеры кронштейнов, трубочин, корпусов оказались примерно одинаковыми, несмотря на значительное различие в прочности чугуна и алюминия. Это говорит о том, что в чугунной мясорубке заложены излишние запасы прочности (что вполне естественно, так как первые такие мясорубки были изготовлены в прошлом веке без всяких расчетов на прочность, в дальнейшем форма традиционно повторялась). Но и алюминиевая мясорубка тоже, по-видимому, изготовлена без расчетов и повторяет форму чугунной.

Поэлементный анализ позволил выявить также неоправданную симметричность выполнения опорных поверхностей мясорубки. Ведь вращающий момент действует всегда только в одну сторону. Выполнение опоры асимметричной позволит сэкономить пластмассу и алюминий и уменьшить массу и габариты мясорубки.

Кроме того, традиционная форма корпуса нетехнологична, требует сложного литейного оборудования. Разделение корпуса на три элемента (рис. 18) позволяет значительно упростить его изготовление.

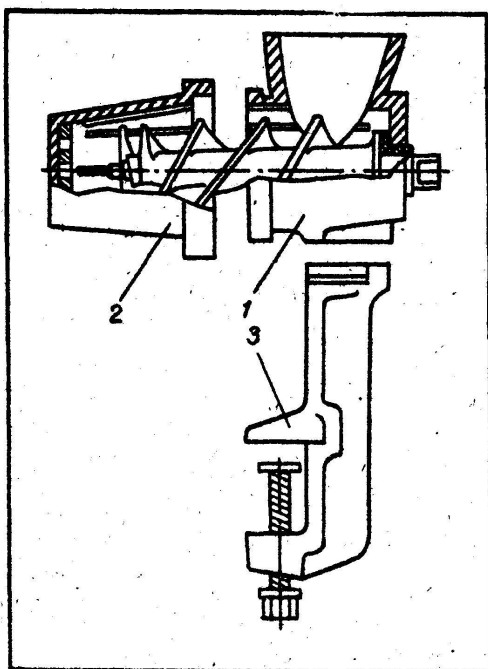
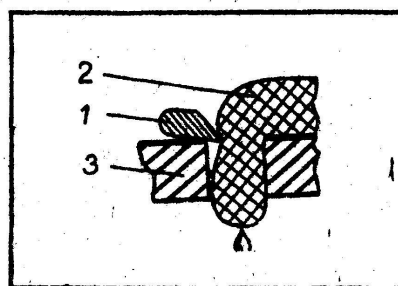


Рис. 18. Корпус мясорубки из сборных элементов:
1 — бункер; 2 — гайка; 3 — струбцина

Рис. 19. Резание мяса:
1 — нож; 2 — мясо; 3 — решетка



Задачи III типа. Целый ряд задач, выявленных в результате анализа, был решен с использованием АРИЗ и других элементов ТРИЗ, например задача уменьшения выжимания сока из обрабатываемого мяса. Приведем краткую запись решения по шагам АРИЗ–85В.

1.1. Мини-задача. Техническая система для измельчения мяса включает ножевое лезвие, отверстия в решетке и мясо. **ТП–1:** толстое лезвие прочно, хорошо отрезает кусочки мяса, попавшие в отверстия, но давит на мясо, выжимая из него сок (рис. 19). **ТП–2:** тонкое лезвие не выжимает сок, но сложно в изготовлении и легко ломается, при этом кусочки могут попасть в мясо, что недопустимо.

1.6. Модель задачи. Дано изделие – мясо и сдвоенный инструмент: толстое лезвие и решетка. Очень толстое лезвие хорошо передает усилие, но давит на мясо, выжимая из него сок. Необходимо ввести икс-элемент, который, сохранив хорошее усилие, устранил давление на мясо.

3.3.ФП на макроуровне. Лезвие должно двигаться перпендикулярно к режущей кромке отверстия, чтобы резать, и не должно двигаться перпендикулярно, чтобы не выжимать сок.

После этой формулировки решение стало очевидным: нужно заменить лезвие–меч изогнутым лезвием–саблей, которое не только рубит, но и режет, двигаясь одновременно в двух направлениях (рис. 20).

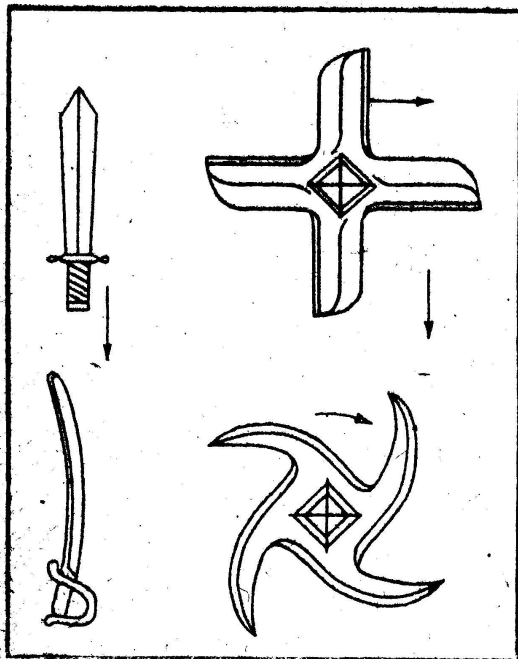
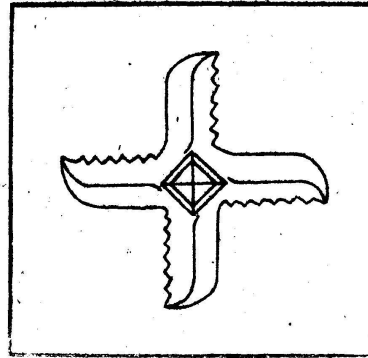


Рис. 20. Трансформация формы ножа мясорубки

Рис. 21. Пилообразная форма ножа мясорубки (после ФСА)



После информационного поиска выяснилось, что такой нож уже пытались применять, но безуспешно. Оказалось, что изогнутый нож-сабля либо отжимает мясо к периферии решетки, либо, при обратном наклоне, прижимает его к центру, в связи с чем решение не было внедрено. Поэтому при проведении ФСА было сформулировано новое противоречие: нож должен быть саблеобразным, чтобы лучше резать, и не должен быть саблеобразным, чтобы не отжимать мясо. Примирить противоположные требования удалось путем системного перехода – объединили две сабли с прямым и обратным наклоном в единую систему – нож с зубцами (рис. 21). Проведенный эксперимент показал, что нож-пила повышает производительность труда, снижает усилия, необходимые для вращения рукоятки, уменьшает выжимание сока из мяса.

Большую помощь при решении задач оказали законы развития технических систем. Так, например, большинство мясорубок крепятся к столу с помощью винта струбины. В старых мясорубках винт оканчивался барашком. Этот барашек должен иметь большой размер, чтобы его было удобно закручивать, и должен был быть небольшим, чтобы не упираться в доску столешницы. В анализируемой мясорубке это противоречие было разрешено использованием шарнирной рукоятки. Однако это удорожало конструкцию.

Для совершенствования изделия было использовано понятие идеальности.

Идеальной рукоятка может считаться тогда, когда ее физически нет, а ее функции выполняются. Нужно что-то вроде гаечного ключа, которым можно было бы заворачивать винт, причем в качестве такого ключа желательно использовать какую-нибудь деталь, которая уже есть в мясорубке (функциональный ресурс).

Для выполнения этой роли годится ручка. Если сделать конец винта аналогичным концу шнека, то можно будет ручкой крепить мясорубку (рис. 22).

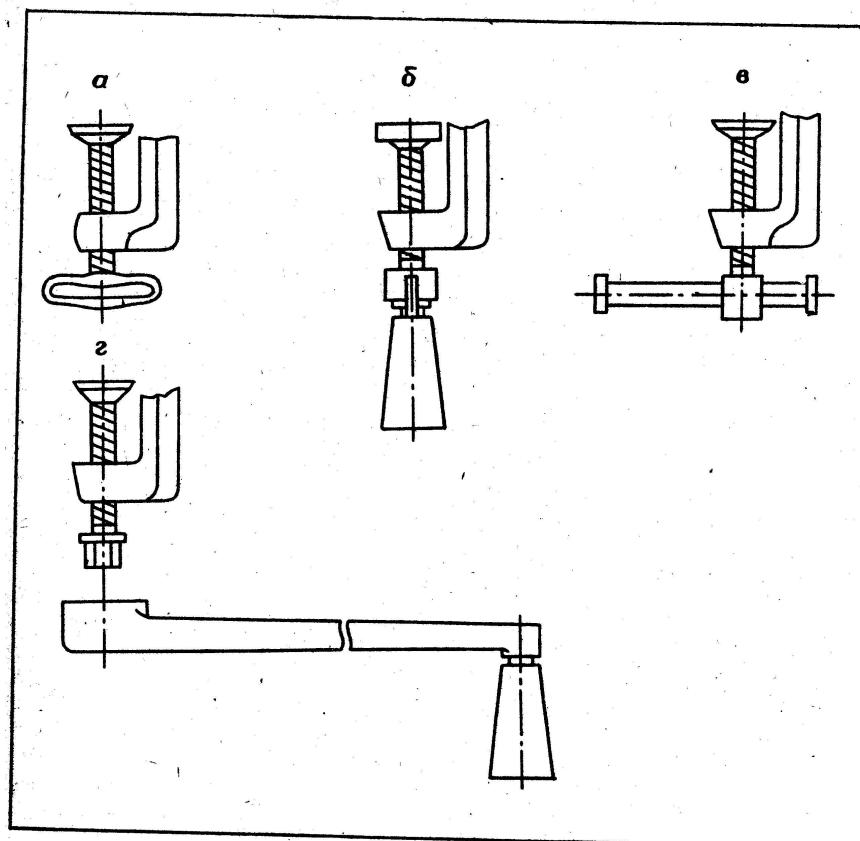


Рис. 22. Варианты выполнения винта струбины мясорубки:
 а — с барашком; б — с шарнирной рукояткой; в — со скользящей рукояткой; г — с шестигранной головкой и ручкой-ключом (предложенной при ФСА)

По аналогии было предложено использовать ту же самую ручку для закручивания гайки, крепящей решетку. В этом случае можно выполнить гайку простой формы, без ребер и выступов, и будет ликвидирована одна из основных претензий, предъявляемых потребителями, — трудность крепления гайки.

Закон повышения динамичности конструкции подсказал возможность изготовления рукоятки мясорубки изменяемой длины — это удобно в том случае, если попалось жесткое мясо и необходимо приложить большое усилие.

Вепольный анализ подсказал возможность введения теплового поля для дробления замороженного мяса. В домашних условиях это, наверное, неприемлемо, а в промышленности может быть использовано.

На некоторые вопросы найти ответ не удалось. Есть еще широкое поле для дальнейшей работы. Известно, например, как много полезных эффектов связано с электрической и магнитной обработкой воды. В мясе ее немало. Что будет, если решетку намагнитить? Или подвести к ней и к изолированному от нее шнеку электрический ток?

В общем, при проведении анализа было найдено более 30 решений, направленных на улучшение практически всех узлов мясорубки. Некоторые из этих предложений можно использовать для совершенствования конструкции выпускающейся ручной мясорубки, некоторые могут быть применены при проектировании принципиально новой модели. Ряд решений позволяет улучшить и электрические бытовые, и промышленные мясорубки. Часть решений направлена на улучшение производства, на решение сложных технологических вопросов.

Одновременно с анализом проводилось оформление полученных результатов по принятой для ФСА форме.

Пример оформления предложения ФСА

1. Предложение – № 23.
2. Объект – мясорубка бытовая.
3. Детали – решетка, гайка.
4. Существующее положение – отверстия в решетке диаметром от 4 до 7 мм в количестве от 18 до 44 штук на одну решетку сверлятся в пластинах из стали У8 вручную.
5. Недостатки:
большая трудоемкость ручной работы;
большой расход сверл;
после сверления необходимо удалять заусенцы;
большой расход дефицитной инструментальной стали.
6. Предложение временной рабочей группы – выполнять решетки из стали толщиной до 3 мм и получать отверстия штамповкой. Для обеспечения необходимой жесткости выполнить на гайке ребро, упирающееся в центральную часть решетки (рис. 23).

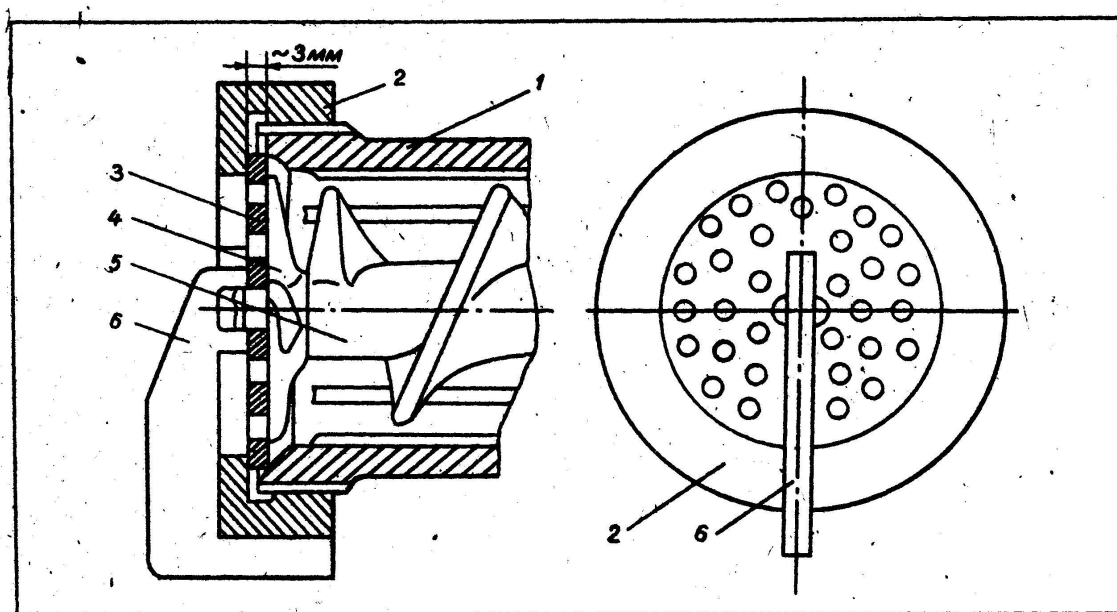


Рис. 23. Мясорубка с тонкой штампованной решеткой:
1 — корпус; 2 — гайка; 3 — решетка; 4 — нож; 5 — шнек; 6 — ребро

7. Мероприятия по внедрению:
изготовить опытный образец тонкой решетки и гайки с ребром, провести испытания;
разработать и изготовить необходимую технологическую оснастку – штамп для штамповки отверстий в решетке, пресс-форму для литья гайки с ребром;
выпустить извещение на изменение конструкции.
8. Техничко-экономические преимущества:
уменьшение трудоемкости производства, замена ручного труда штамповкой;
экономия инструментальной стали;
упрощение прочистки отверстий в тонкой решетке.
9. Недостатки предложения:

увеличение расхода материала на гайку, усложнение ее конструкции, необходимость изменения оснастки. Ребро может мешать выходу мяса из мясорубки.

Недостатки можно убрать, если ребро сделать обтекаемой формы. Затраты на излишек металла и переделку оснастки допустимы, так как окупятся за счет выигрыша.

10. Подписи членов ВРГ.

11. Заключение экспертной комиссии.

12. Подписи членов экспертной комиссии.

Пример проведения ФСА по повышению надежности

На предприятии, выпускающем погружные электронасосы для подъема воды из скважин, после проведения ФСА по улучшению конструкции и технологии насосов был проведен цикл работ, направленных на повышение надежности и срока службы насоса. Проводилась работа силами ВРГ, члены которой – наиболее авторитетные специалисты предприятия, большинство из них прошли обучение ТРИЗ, имели опыт работы в ВРГ.

Как повысить надежность насоса? Для ответа на этот Вопрос нужно знать его слабые места, причины отказов. Некоторые из них были известны, какая-то работа в этом направлении велась, но нужны были новые подходы. Было решено использовать прием обращения задачи в сочетании с «диверсионным» подходом.

Ведущий объявил: «Допустим, наш насос совершенно безукоризнен, полностью удовлетворяет всем требованиям. Что можно сделать, чтобы его испортить, используя всевозможные ресурсы? Что можно сделать на стадии проектирования, изготовления, транспортировки и монтажа, эксплуатации?»

Диверсионный подход в ВРГ использовался впервые, поэтому такая постановка задачи вызвала сначала некоторое недоумение специалистов, но работа по «придумыванию неприятностей» всех заинтересовала. Опыт показал, что использование этого метода всегда вызывает у участников работы большой энтузиазм, приступы веселья и обостренную изобретательность. Ряд вариантов был предложен сразу, начался анализ имеющихся в распоряжении ресурсов, способных вывести насос из строя.

Следующее заседание ВРГ было проведено на расположенном за городом заводе по ремонту сельскохозяйственной техники, где ремонтировались и вышедшие из строя насосы. Администрация очень обрадовалась приезду специалистов, высказала много пожеланий и проблем относительно ремонта насосов, предложила показать лучшее, что есть на заводе. Но главный объект, куда направилась ВРГ – свалка металлолома. В углу площадки обнаружили массу испорченных, насквозь промытых обойм насосов. Промыв – одна из основных причин выхода из строя насоса. Последний представляет собой несколько расположенных друг за другом одинаковых ступеней (одна из них приведена на рис. 24). Вода входит в рабочее колесо, в котором закручивается и выбрасывается наружу, проходит через неподвижные направляющие лопатки, бьет с силой в стенку стальной обоймы и идет в следующую ступень. Скорость воды – несколько метров в секунду, нередко она несет с собой песок; неудивительно, что в конце концов в стенках обоймы появляются дырки, насос нужно вынимать из скважины и ремонтировать. Обычное, давно известное дело. Но здесь сразу выявились неожиданности. Вот обойма со сквозным отверстием

конусной формы, которое раскрыто кнаружи. Разве может так промыть текущая внутри вода (рис. 25)?

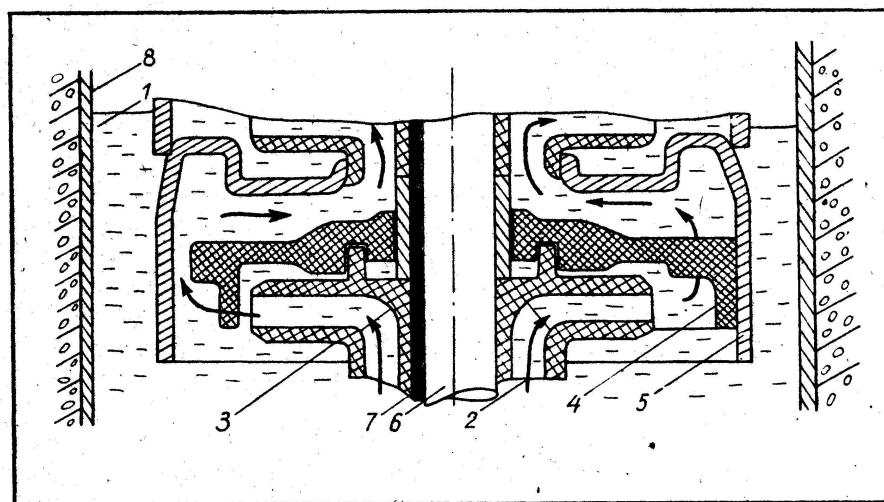


Рис. 24. Ступень скважинного центробежного насоса:

1 — вода; 2 — направление движения воды; 3 — рабочее колесо; 4 — направляющий аппарат (отвод); 5 — обойма; 6 — вал; 7 — шпонка; 8 — обсадная труба скважины

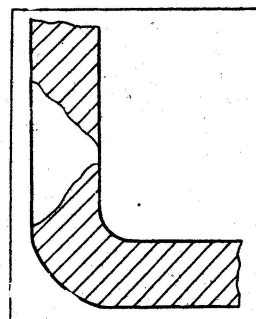


Рис. 25. Отверстие в стенке обоймы насоса

«Дефект металла», — после некоторых раздумий говорит один из членов ВРГ и с облегчением отбрасывает странную обойму. Но, оказывается, таких обойм много. Нашли целый насос, выброшенный на свалку из-за полной невозможности. На каждой его ступени были обнаружены необычные отверстия, причем расположенные по одной образующей, как будто насос прошили пулеметной очередью.

Когда все окончательно убедились, что обойм с конусными отверстиями много, объяснение типа «дефект металла» было признано неубедительным. Тогда, посоветовавшись, специалисты вынесли единодушный приговор: «кавитация». Такое объяснение грозило завести работу в тупик. В любой специальности есть свои маленькие «привидения» — вещи, в которых никто толком не разбирается и на которые можно свалить любое непонятное явление, типа блуждающих токов в электротехнике, наводок в радиотехнике и т. п. Для специалистов по насосам кавитация — также самый сложный процесс, мало изученный. Теперь можно не ломать голову, объяснение найдено. Но что делать дальше?

Ведущий снова стал копаться в металлоломе. И нашел обойму, а потом еще несколько, в которых конусные углубления не доходили до потока воды, то есть не были сквозными. Теперь стало ясно, что поток воды и, следовательно, кавитация, здесь ни при чем. Группа озадаченно молчала. А ведущий радовался: снят слой психологической инерции, привычных объяснений, теперь можно нормально работать. Он переформировал задачу: «Допустим, нам нужно получить отверстия такой формы. Как это можно сделать? Но, конечно, мы не можем

воспользоваться металлорежущими станками, другим сложным оборудованием – все должно быть из ресурсов!»

Итак, перед группой была поставлена обращенная задача. Для ее решения нужно воспользоваться инструментами ТРИЗ. Группа выяснила исходную неполную модель: V_1 – металл обоймы. По стандарту 1.1.1 нужно достроить неполную модель, введя недостающие вещество V_2 и поле P . После анализа возможных полей остановились на электрическом поле – в сочетании с водой оно может обеспечить электролитическое растворение металла, если на него подать положительный заряд. Но откуда в скважине электрическое поле? Группа уверенно заявила, что среди ресурсов его нет. Да и конусную форму отверстия электролитическим растворением объяснить невозможно. Забраковать идею? Вернуться назад? Нельзя! Ведущий сформулировал новую задачу: как «сделать» электрическое поле из имеющихся ресурсов? Токи рассеяния электродвигателя отбросили: они создают переменное поле, а нужно постоянное, да и в зону насоса они не могут попасть. А вот получить электризацию трением оказалось возможным. В насосе только сама обойма стальная, а рабочие колеса и направляющий аппарат изготовлены из пластмассы. Вода может заряжаться при трении о пластмассу, затем, попадая на обойму, отдавать ей накопленный заряд. Разрядившись, она входит в следующую ступень, и все повторяется сначала! Получается, что у нас не насос, а нечто вроде генератора Ван-де-Граафа – устройства, вырабатывающего высокое напряжение за счет электризации трением.

Еще один вопрос: как получить конусные отверстия? И почему в некоторых насосах отверстия располагались по одной образующей? Обычно форма отверстий задается формой электрода. Как получить конусный электрод? Тем же способом – электролитическим переносом. При растворении металл с анода переходит на катод – начинает расти выступ. В этом месте напряженность поля возрастает (она всегда выше на острых краях, углах), и в дальнейшем процесс сосредоточивается именно здесь (в качестве катода – стальная обсадная труба, формирующая скважину, в которую опущен насос): при протекании электрического тока на обсадной трубе растет конус-электрод, а в обойме насоса – соответствующее ему конусное отверстие.

Нашлось объяснение и для «пулеметной очереди»: для того чтобы отверстия возникали с одной стороны, нужно в этом месте создать поле большей напряженности, чем в других местах. Для этого достаточно расположить насос в скважине со сдвигом от ее центральной оси. Процесс начнется там, где расстояние между насосом и обсадной трубой будет минимальным.

Ответы были получены на все вопросы. Но почему такой серьезный эффект не заметили давным-давно? Оказалось, пластмассовые детали ввели вместо металлических сравнительно недавно – лет 15–20 назад. Дополнительные исследования в связи с заменой не производились. Ведь чтобы их провести, нужно понять необходимость этого, то есть построить теорию, предсказывающую эти неприятные явления.

Итак, при ФСА была поставлена и решена совершенно новая задача, неизвестная ранее специалистам. Устранить вредную электризацию в насосе можно по-разному, например, заземлить корпус, соединив его гибкими проводниками (лентками), закрепленными на обойме, с обсадной трубой

скважины. В конечном итоге конструкторы разработали обойму, в которой наружная поверхность и направляющий аппарат выполнены из пластмассы как одно целое.

На последующих заседаниях ВРГ, используя «диверсионный» подход и последовательно рассматривая различные явления, сопровождающие работу насоса как источники ресурсов для его повреждения, выявила серию различных возможных механизмов повреждения и убедилась, что многие из них реально действуют.

Так, было установлено, что во многих случаях насос качает не чистую, а «газированную» жидкость. Вода в водоносных слоях часто насыщена газами (обычно – просто воздухом) в количестве, соответствующем глубине, с которой воду качают (иначе – давлению столба воды в скважине на этой глубине). При работе насоса давление воды в скважине снижается до соответствующего глубине 1–10 метров. В результате из воды происходит бурное выделение газов, что, в свою очередь, может привести ко многим нежелательным эффектам в работе насоса, в частности к снижению коэффициента полезного действия (а эта возможность не учитывалась). С этим выводом специалисты так и не захотели согласиться (иначе пришлось бы признать, что выпускаемые насосы не соответствуют паспортным данным).

Обычно считали, что электродвигатель насоса работает в чистой воде (она служит для охлаждения и ее заливают перед опусканием насоса в скважину). Однако анализ показал, что, благодаря осмотическому давлению растворенных в воде скважины солей и газов и наличию зазоров в уплотнениях, состав воды внутри электродвигателя в процессе его опускания полностью выравнивается с составом окружающей воды. А это означает, что при пуске насоса, когда давление в скважине быстро падает, газы выделяются внутрь двигателя. Если им удастся порвать или сдвинуть уплотнение, двигатель останется в воде после выхода газов. Если же уплотнение окажется достаточно прочным, верхние лобовые части двигателя будут работать не в водяной, а в газовой среде. Но рассчитаны они на водяное охлаждение, значит, обязательно сгорят.

Были найдены и другие варианты повреждений насосов:

алюминиевые лобовые части ротора и медно–графитовые опорные подпятники могут составить электрохимическую пару, в которой разрушается алюминий; клапан насоса при закрывании может создавать гидравлический удар, передающийся по валу на опорный подпятник; система трансформатор – электропроводящий кабель – электродвигатель представляет собой колебательный контур (трансформатор и двигатель играют роль индуктивных сопротивлений, а кабель – распределенная емкость), в котором могут возникать резонансы напряжений, приводящие к пробоям изоляции. Возможности повреждений были выявлены в процессе изготовления, транспортировки, монтажа, эксплуатации. С ними можно теперь целенаправленно бороться, принимать меры к их недопущению заранее, что позволило бы повысить качество насосов, их надежность и долговечность.

Решение отдельных производственных задач

Задача 29. Цельнокатаные трубы получают на трубопрокатном заводе следующим образом. Сначала разогретый до высокой температуры слиток цилиндрической формы прошивают на прессе. В полученное отверстие в центре слитка вставляют дорн – длинный (по размеру будущей трубы) стальной стержень, и подают на прокатный стан, где раскаленную болванку раскатывают и обжимают вокруг дорна. Если все режимы выдерживаются (болванка достаточно раскалена, дорн достаточно холодный, вязкость стали соответствует норме), дорн после окончания прокатки извлекается из готовой трубы с помощью мощного выдергивателя. Но если что-то не так (небольшая задержка, например, приводит к остыванию болванки сильнее допустимого), дорн извлечь не удастся. На заводе говорят: «закатали дорн». Конечно, работа из-за этого не останавливается (на предприятии имеется запас дорнов), но изготавливаются дорны из нержавеющей стали высокого качества, стоят немало, поэтому нужно закатанные дорны извлекать. Обычно это делает опытный газорезчик, осторожно разрезая трубу. Но, к сожалению, дорн при этом очень часто повреждается газовым пламенем. Такой дорн можно еще использовать например, переточив его на меньший диаметр, но это не выход из положения. Заводы ежегодно из-за закатывания дорнов несут миллионные убытки. Как быть?

Исходная вепольная модель: V_1 – дорн, V_2 – оболочка, P – вредное поле (механическое). Имеем вредный веполь. Обратимся к стандартам группы 1.2. Поскольку ввести между дорном и оболочкой вещество нельзя, стандарты 1.2.1, 1.2.2 исключаются. По стандарту 1.2.4 можно попробовать ввести противопололе. Начнем с механического (по МатХЭМ). Центробежные силы? Раскрутить дорн вместе с оболочкой высокой скорости... Но масса дорна с трубой около 10 тонн... Давление? Достаточно высокое давление может разжать изнутри стенки трубы, надавить на торец дорна. Но опять потребуется дорогое оборудование. Хотели уже и от этого варианта отказаться, но заводчане сообщили, что совсем рядом с прокатным станом расположен испытательный стенд, где готовые трубы испытывают давлением до 300 атмосфер. Раз в месяц, когда цех останавливается на обязательный трехдневный планово-предупредительный ремонт, на этом стенде, используя установку высокого давления и упомянутый выше выдергиватель, можно раскатать все закатанные дорны. После предварительных расчетов оказалось, что в некоторых случаях даже совместного действия выдергивателя и давления не достаточно для освобождения дорна. Как быть?

Нужно сделать более эффективным противовеполь. По стандарту 2.1.1 нужно перейти к цепному веполью, действующему тоже против вредного. Например, ввести тепловое поле, снижающее прочность трубы и его источник. Снова газовая резка? Да, но не простой возврат к известному решению. Раньше газорезчик, вскрывая трубу, рисковал повредить дорн. Сейчас достаточно трубу лишь надрезать или даже просто нагреть по образующей – давление растянёт изнутри нагретый металл...

Решение заводчанам понравилось. А насколько оно идеально с позиций ТРИЗ? По настоянию заказчика задача решалась в их постановке. Но из условия задачи

очевидно, что она исправительная. В таких случаях рекомендуется (см. приложение 10) искать причину исправляемого нежелательного эффекта и устранить ее, а если это невозможно или сложно, то постараться совместить исправительную операцию с основной, например, сделать так, чтобы диаметр дорна сам уменьшался после окончания операции прокатки. Реализовать такое решение в принципе можно, используя эффект «память формы» [на него выходим по Указателю (см. приложение 6), графа «Изменение размеров»]. Изготовить дорн из сплава с эффектом «память формы» (ЭПФ), подобранного так, чтобы диаметр дорна несколько увеличивался при сильном нагреве. Тогда при соприкосновении с горячей болванкой он «потолстеет» до заданной величины, а потом, когда все остынет, «похудеет» и сам выскользнет из готовой трубы... Хорошая идея, вот только сплавы ЭПФ пока большая редкость.

Задача 30. *На металлургическом заводе вырабатывают гранулированный никель. Он падает каплями в воду, превращаясь в гранулы. Но некоторые из капель в момент резкого охлаждения и соприкосновения с водой трескаются, даже рассыпаются в пыль из-за температурных напряжений. Этой неприятности можно избежать, увеличив время пролета капли либо вводя дополнительное подстуживание во время полета, но это приведет к большим дополнительным затратам. Как быть?*

Исходная вепольная модель: V_1 – капля никеля, V_2 – вода, Π – вредное тепловое поле. Для разрушения вредного веполя можно воспользоваться стандартом 1.2.1 или 1.2.2: между каплей и водой ввести V_3 , например пену. Пена заполняет объем грануляционной башни и существенно увеличивает отъем тепла у летящих капель, одновременно подтормаживая их, уменьшая удар о воду.

Задача 31. *На том же металлургическом заводе медь сначала выплавляют из руды, а затем очищают от примесей электролизом. Листы неочищенной меди подвешивают в электролизной ванне в качестве анода, а в качестве катода используют заправку из меди высокой чистоты. При прохождении тока анод постепенно растворяется, слой чистой меди нарастает на катоде, а примеси выпадают на дно ванны. Поверхность катода получается пористой, в поры проникает некоторое количество электролита. Страшного в этом ничего нет, на химический состав меди это не влияет – потребитель все равно ее переплавляет. Но медь перед отправкой часто лежит на улице, во влажной атмосфере, при этом электролит выступает из пор и образует на ее поверхности черные и зеленые пятна, ухудшающие товарный вид. Наличие пятен не допускается по стандарту, кроме того, при поставке меди за границу пятна снижают сортность, что приводит к большим финансовым потерям. Для того чтобы этого избежать, медь тщательно моют, выдерживают сутками в горячей воде, но результаты неудовлетворительные, пятна, хоть и реже, но все равно появляются. Как повысить эффективность мытья меди?*

Исходная вепольная модель: V_1 – медь, V_2 – вода, Π – механическое поле. Имеем неэффективный веполь, эффективность которого можно повысить с помощью стандартов классов 2–3. В первую очередь рассмотрим возможность введения

других полей с помощью аббревиатуры *MaTXЭМ*.

Механическое поле. К моменту постановки задачи уже пробовали мыть медь струями воды под давлением. Получалось немного лучше, но все еще далеко от идеала. Идея использовать переменное механическое поле – ультразвук – специалистам, была известна. При его воздействии в воде возникает кавитация – появление и схлопывание мельчайших пузырьков, которые могут существенно улучшить отмывание. Внедрение этого метода сдерживалось отсутствием необходимого оборудования.

Тепловое поле. Медь мыли горячей водой, практически кипятком, поэтому специалисты утверждали, что улучшить что-либо невозможно. Но при обсуждении этого вопроса один из проходивших обучение слушателей вспомнил учебную задачу–аналог. В ней было необходимо повысить эффективность гидромонитора, который струёй воды под огромным давлением ломает скалы. Повышение эффективности обеспечил переход к использованию перегретой воды. В камере гидромонитора вода находится при температуре 200–300°C и не испаряется благодаря высокому давлению. Не успевает она испариться и за тот миг, что струя летит от жерла пушки гидромонитора до скалы. Давление вбивает перегретую воду в мельчайшие щели, где она тут же вскипает, разрывая камень. Почему бы не попробовать этот же способ и для мытья меди? Идею специалисты взяли на заметку. Тут же прикинули, что вместо перегретой жидкости можно использовать жидкость, насыщенную газами под давлением.

Химическое поле. Специалисты объяснили, что уже перепробовали все мыслимые моющие средства. Тогда было предложено использовать прием «наоборот» – вместо того чтобы мыть, закрыть поры, например, перевести соли, прячущиеся в порах, в нерастворимое состояние. Такой вариант специалистами не рассматривался.

Электрическое поле. Было предложено использовать для мытья электрогидравлический удар, создаваемый электрическим разрядом в жидкости. При этом возникают мощные ударные волны, способные создавать кавитационные пузырьки не хуже ультразвука, а устройство электрогидравлической установки значительно проще.

Магнитное поле. В принципе возможно использование вместо электрогидравлического удара магнитно–импульсного воздействия, но оборудование потребуется более сложное. Да и трудно сказать, насколько эффективно оно будет, – на этот раз «вздрагивать» будет не вода, а сам медный лист...

Сегодня много пишут об использовании в разных производствах омагниченной (подвергнутой магнитной обработке) воды. В некоторых публикациях, например, отмечается, что ее применение на хлопчатобумажных фабриках позволяет экономить краску, воду при ее отмывке. Возможно, что эффективность отмывания такой водой также может повыситься.

Из предложенных выше решений особенно интересными показались идеи мыть медь перегретой водой, закупоривать поры, использовать омагниченную воду. Но эти решения, за исключением последнего, требуют некоторого усложнения существующего производства. Конечно, затраты окупятся, ведь убытки от плохо вымытой меди намного больше. Но с позиций ТРИЗ нужно реконструировать изобретательскую ситуацию, проверить, не нужно ли заменить задачу. Первый

вопрос: почему возникают поры?

Специалисты объяснили, что поры возникают из-за большого тока, протекающего в электролизной ванне. Можно ли уменьшить ток? Можно, но тогда упадет производительность. Налицо противоречие: ток должен быть большим, чтобы была высокая производительность, и должен быть малым, чтобы не было пор. Разрешить это противоречие можно во времени: сначала вести процесс на большом токе, а в конце на малом. Тогда поры закроет тонкий поверхностный слой, плотный, без пор. Это решение оказалось самым простым, для его реализации почти ничего не нужно менять.

Интересно, что новую задачу избавления от пор оказалось намного проще решить, чем задачу улучшения мытья меди. Но во всем мире медь моют... За психологическую инерцию нужно платить.

Задача 32. *В литых корпусах насосов для стиральных машин иногда получают сквозные раковины. Как их отбраковывать?*

Задача на обнаружение. Исходная вепольная модель: V_1 – корпус. По стандарту 4.2.1 нужно достроить веполь, введя вещество V_2 и поле, выносящее информацию о системе. Технически проще всего оказалось использовать разновидность электромагнитного поля (оптическое), то есть установить внутри корпуса мощный источник света при затемнении в помещении. Раковина сразу становится видна.

Задача 33. *Статор двигателя электронасоса находится внутри корпуса (длинной трубы довольно малого диаметра). Это мешает укладке обмотки, не позволяет использовать механически обмоточные станки. Трудоемкость операции можно было бы снизить, если бы статор наматывался отдельно, а потом вставлялся в корпус–трубу. Однако обеспечить надежное крепление статора внутри корпуса можно только при помощи горячей посадки или сварки. А это недопустимо, так как при нагреве будет повреждена обмотка. Как быть?*

В условии задачи четко видно противоречие. Сформулировали **мини–задачу**. Техническая система для изготовления двигателя включает статор и трубу. **ТП–1:** если труба горячая, то статор в нее входит, но недопустимо перегревается. **ТП–2:** если труба холодная, статор не перегревается, но и не входит в трубу. Необходимо при минимальных изменениях в системе обеспечить введение статора в трубу без перегрева.

ИКР–1: икс–элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, не допускает (устраняет) перегрев статора, не мешая статору входить в трубу.

На этом шаге стало ясно, что нужно ввести в оперативную зону, в частности в полость статора, охлаждающий агент. Оставалось только вспомнить, что обмотки погружного насоса не боятся воды. Окончательное решение – закрыть статор снизу пробкой, охватывающей лобовые части, и залить водой.

Однако задача еще не решена окончательно. Выяснилось, что при надевании горячей трубы на охлажденный статор труба может остыть и застрять.

Необходимо было найти возможность постоянно подогревать трубу во время этой операции. Решение подсказал вепольный анализ. Нужно ввести подогревающее поле, например, поместить трубу в высокочастотный индуктор или, еще проще, пропускать по трубе электрический ток (рис. 26, а).

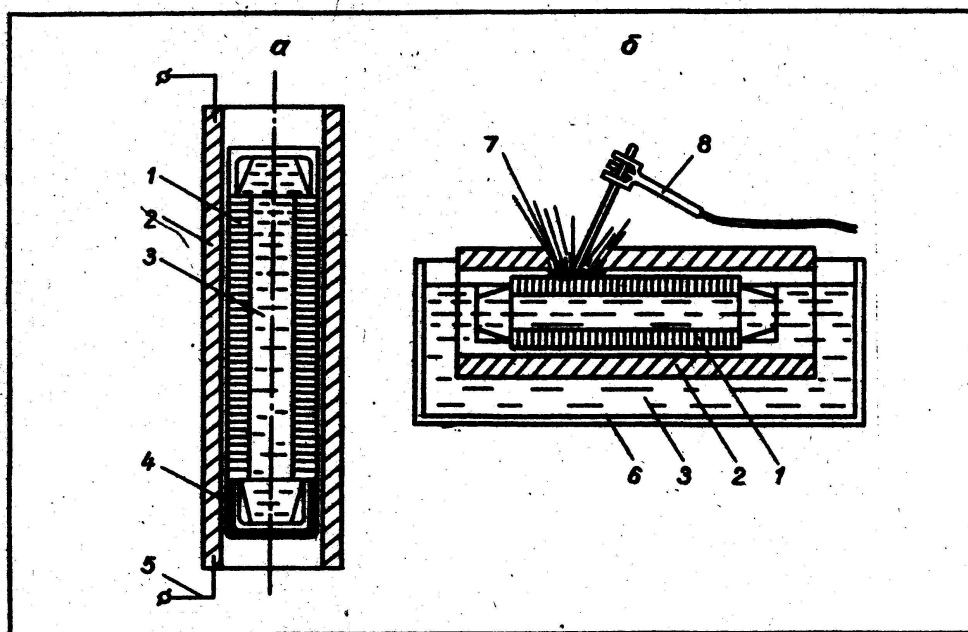


Рис. 26. Крепление статора погружных электродвигателей:
а — насадкой; б — сваркой; 1 — статор; 2 — труба-корпус; 3 — вода; 4 — пробка; 5 — подвод
электротока; 6 — ванна; 7 — электрозащелка; 8 — сварочное устройство

14 222 № 01182

2000

Но такое решение годилось только для тех двигателей, у которых наружная поверхность статора перед сборкой протачивается. В двигателях, где проточки нет, невозможно обеспечить точные размеры, необходимые для горячей посадки. В этом случае для крепления годится только сварка. По аналогии с найденным ранее решением было предложено приваривать статор к трубе в ванне, заполненной водой (рис. 26,б). Участвовавший в решении задачи технолог вспомнил, что искомая ванна есть (среди ресурсов надсистемы), в нее при изготовлении опускают корпус для проверки электроизоляции обмоток. Остается только совместить операции — перед проверкой приваривать статор к корпусу.

Задача 34. При усовершенствовании автоматического электросварочного агрегата возникла необходимость улучшить конструкцию тормоза. Обычно сварочная проволока сматывается с большого барабана под действием протягивающего механизма, находящегося в сварочной головке. Сварка идет быстро, барабан вращается. При прекращении сварки барабан продолжает вращаться по инерции, при этом он мнет и запутывает проволоку. Как быть?

Делались попытки разместить рядом с барабаном электромагнитный тормоз, срабатывающий при прекращении сварочного тока. Однако это оказалось по ряду причин неудобным. Тогда установили постоянно действующий тормоз, все время мешающий вращению. Это исключило аварии, но заставило увеличить мощность протягивающего механизма, следовательно, пришлось увеличить массу, габариты

и потребление электроэнергии сварочной головкой.

На шаге 3.2. АРИЗ был сформулирован **усиленный ИКР**:

барабан сам останавливает свое вращение при прекращении сварки, сохраняя возможность вращения без помех, пока идет сварка. **Физическое противоречие** имело вид: поверхность барабана должна прилегать к неподвижным частям для обеспечения торможения и не должна прилегать к ним для обеспечения свободного вращения.

Разрешить такое противоречие можно во времени и пространстве одновременно. В разное время барабан должен занимать разное положение, то есть передвигаться. Для этого можно ввести что-то со стороны, но закон стремления к идеальности требует, чтобы использовались вещества и поля, уже имеющиеся в системе. Среди полевых ресурсов есть усилие протяжки сварочной проволоки и гравитационное (фоновое) поле. Решение оказалось очень простым – ось барабана устанавливается с возможностью перемещения на наклонной плоскости таким образом, чтобы собственный вес барабана прижимал его к тормозным частям, а натянутая проволока отводила от них (рис. 27).

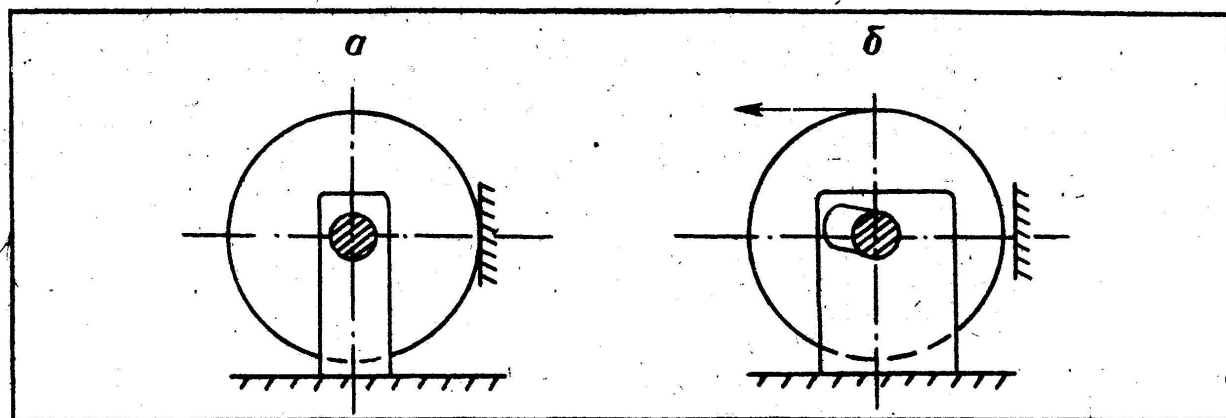


Рис. 27. Катушка сварочного агрегата:
а — до проведения ФСА; б — после ФСА

Задача 35. На заводе, выпускающем электрические и телефонные кабели, был проведен ФСА по второстепенной с виду, но на самом деле очень важной проблеме – транспортировке катушек с кабелем. По техническим условиям их можно перевозить, только установив на ребро, но при этом катушка может перекатываться по вагону при движении поезда, что совершенно недопустимо. Поэтому под каждую катушку укладывается полукруглая деревянная подставка, на изготовление которой расходуется немало ценной древесины и человеческого труда. Как избавиться совсем от подставок?

Было сформулировано **физическое противоречие**: катушка должна быть круглой, чтобы ее было удобно использовать, и не должна быть круглой, чтобы не перекатываться по вагону. Разрешить такое противоречие удалось с использованием системного перехода (приложение 3, системный переход 1–в), согласно которому для решения необходимо создать из отдельных элементов

систему, причем первая часть противоречия разрешается за счет свойств элементов системы, а вторая – за счет нового системного качества, возникающего при их объединении. Следовательно, в вагоне необходимо объединить катушки, например, попарно (рис.28). Сама катушка круглая, а система – не круглая! Решение крайне простое, но ведь десятилетиями катушки всюду транспортируют только на подставках! Очень часто красивые изобретательские решения оказываются такими простыми, что возникает вопрос – как до этого раньше не додумались?!

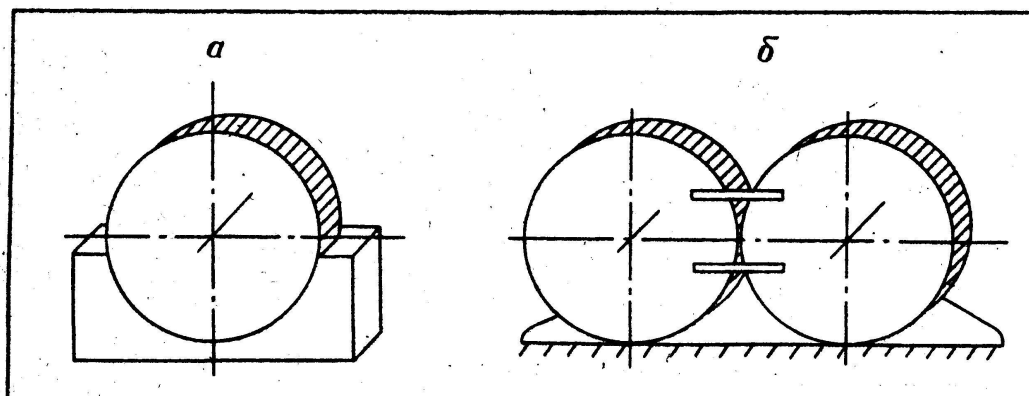


Рис. 28. Транспортировка катушек кабеля:
а — до проведения ФСА; б — после ФСА

Задача 36. При проведении ФСА тиристорных преобразователей анализировали следующую ситуацию. Для контроля усилия прижима к пружине приваривается стальная стрелочка. В процессе эксплуатации тиристора из-за вибрации, создаваемой переменным магнитным полем, стрелочка иногда отваливается, вызывая замыкания в электрических цепях. Были сделаны попытки изготавливать стрелку из немагнитной стали, но это усложняет её крепление – вместо сварки приходится крепить ее механически, что не очень надежно. Предлагали также покрывать стрелку изоляцией, чтобы она не могла вызвать замыкание, но изоляционное покрытие осложняло сварку. Как быть?

Было сформулировано **физическое противоречие**: стрелочка должна быть, чтобы обеспечить контроль за усилием прижима, и не должна быть, чтобы не усложнять эксплуатацию. По стандарту 4.1.2. было предложено заменить стрелочку ее оптической копией. Технически это осуществляется так: после изгиба пластины заданным усилием на ее торец наносят краской прямую линию. Теперь при изменении изгиба пластины отклонение сразу будет видно по искажению линии. При необходимости это поможет его исправить. Получилось идеальное решение (рис. 29): стрелки нет, а ее функции выполняются!

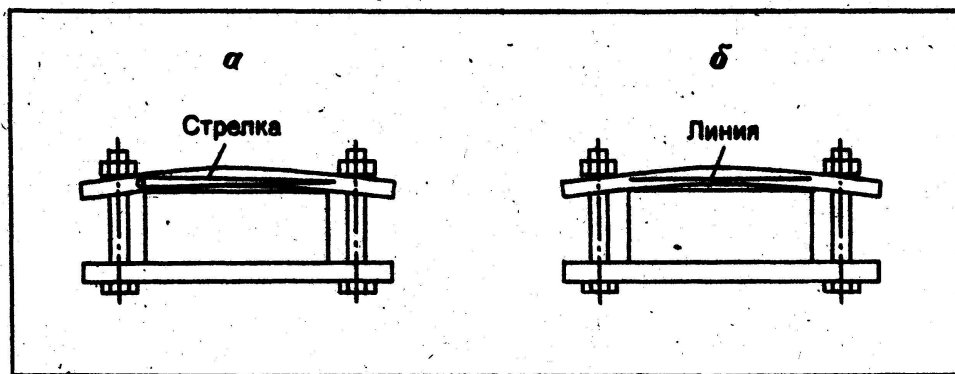


Рис. 29. Крепление тиристорov:
а — до проведения ФСА; б — после ФСА

Задача 37. При изготовлении электродвигателей пазы статора заполняют компаундом — веществом, которое после соответствующей термообработки затвердевает, крепит и изолирует обмотки статора. По возникла проблема: компаунд плохо проходил в пазы. Сделать его более жидким было нельзя — он потом плохо затвердевал. Как быть?

Физическое противоречие: компаунд должен быть текучим, чтобы хорошо заполнять пазы, и не должен быть текучим, чтобы хорошо потом затвердевать. Поскольку нельзя использовать чересчур жидкий компаунд, нужно найти способ управления его текучестью. Исходная вепольная модель: V_1 — компаунд, V_2 — стенки паза, Π — смачивание, капиллярный эффект. Поскольку поле недостаточное, нужно повысить эффективность веполя. По стандарту 2.1.2. вводим второе поле. Какое? Дальше воспользовались аббревиатурой МаТХЭМ. *Механическое поле.* Добавить давление, помогающее компаунду проникать в пазы? В принципе можно, но потребуются довольно сложная установка. И потом основная цель — управление текучестью. С этой проблемой прекрасно справляется ультразвук: известен ультразвуковой капиллярный эффект — увеличение в несколько раз способности жидкости проникать в капилляры при воздействии ультразвука. Техническая реализация решения достаточно проста — к существующей пропиточной установке добавляется ультразвуковой излучатель.

Задача 38. При анализе автоматического выключателя было выявлено, что в момент включения подвижный контакт-ролик ударяет с большой силой по неподвижному, из-за чего через некоторое время цилиндрическая поверхность ролика скругляется, ролик становится бочкообразным, а на неподвижном контакте выбивается неровная полукруглая канавка — желоб. При скруглении ролика отслаивается его наружный серебряный контактный слой, на меди появляется выступающий заусенец, ролик становится непригодным для работы. Как быть?

В соответствии с законом согласования-рассогласования форм было предложено сделать ролик заранее округленным, а на неподвижном контакте заранее выполнить жёлоб, что позволило увеличить ресурс работы почти вдвое и снизить расходы на изготовление запасных роликов (рис. 30).

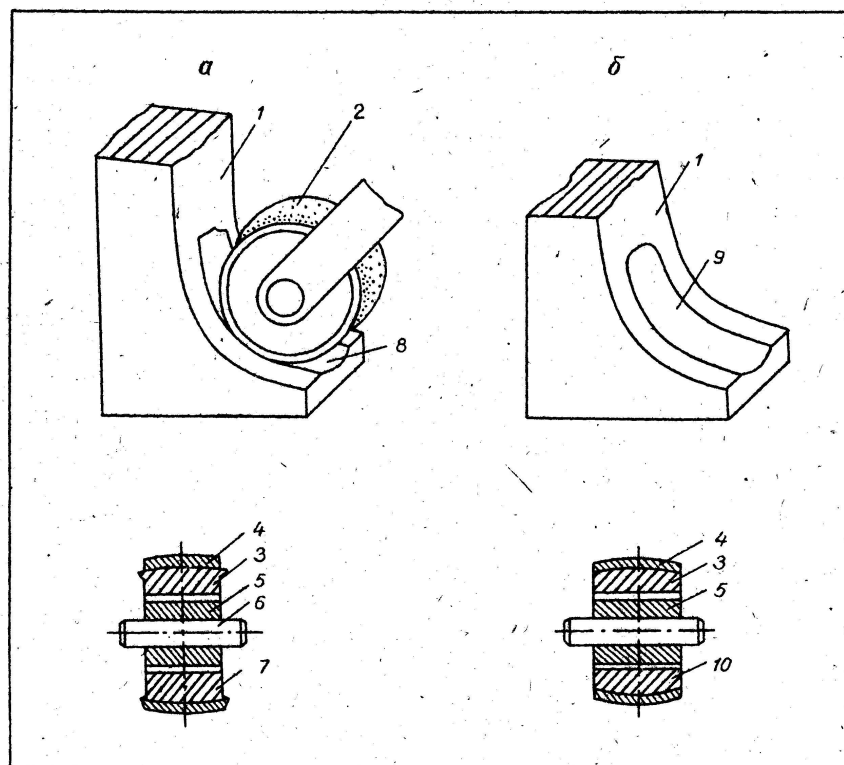


Рис. 30. Контактная группа автоматического выключателя:
а — до проведения ФСА; б — после проведения ФСА; 1 — неподвижный контакт; 2 — подвижный контакт-ролик; 3 — медный ролик; 4 — серебряный контактный слой; 5 — втулка; 6 — ось; 7 — заусенец; 8 — желоб на неподвижном контакте, возникающий при износе; 9 — специально выполненный желоб; 10 — скругленный ролик

У читателя может вызвать недоумение тот факт, что в главе о практическом проведении ФСА рассказывается о применении преимущественно инструментов ТРИЗ и почти не упоминаются другие методы, обычно рекомендуемые для поиска на творческом этапе (за исключением мозгового штурма, употребляемого в качестве метода организации коллективной работы). Это объясняется отсутствием у авторов данной книги и в других публикациях убедительных примеров их эффективности. Исключением из этого списка является, как уже было сказано, метод фокальных объектов, функциональный и поэлементный анализ.

Пример. При проведении занятий по ФСА была начата работа по совершенствованию выпускаемого предприятием товара народного потребления — закаточной машинки для консервирования (методом фокальных объектов). Из популярного журнала были выбраны случайные объекты — корабль, золото, велосипед, затем выписаны их признаки: корабль — морской, большой, парусный...; золото — пластичное, нержавеющее, самородное, дорогое..., велосипед — двухколесный, гоночный, с мотором, складной, тандем ... Далеко не все признаки, прилагаемые к закаточной машине, дали интересные сочетания, но словосочетание «велосипед с мотором» подсказало возможность закаточной машинки с приводом от электромотора, а эта сама по себе малополезная идея подсказала конструкцию с передаточным механизмом. Ранее приходилось вращать всю машинку вокруг банки, теперь вращают лишь небольшую рукоятку, торчащую сбоку, придерживая банку, а машинка сама обкатывается вокруг, закатывая крышку. «Тандем» подсказал конструкцию, позволяющую одновременно закручивать несколько банок. Но самое лучшее решение связано со словом «самородное». По ассоциации возникла идея самозакрывающейся банки. «Самозакрывающаяся банку машинка» — это кольцо, сделанное из металла с «памятью» формы, которое надевается на крышку стерилизуемой банки. После охлаждения его диаметр уменьшается, и оно плотно обжимает

крышку.

Функциональный и поэлементный анализ использовались авторами как в классическом виде, так и в рамках функционально–идеального свертывания (в последнем случае работа идет намного эффективнее).

Пример. При проведении ФСА стиральной машины была поставлена задача усовершенствовать узел слива воды из бака (рис. 31, а). Он состоял из 8 деталей: решетки, предотвращающей попадание белья в слив, шланга, крепящегося к патрубку, вваренному в бак контактной сваркой, с помощью хомута со шплинтом. Решетка крепилась к баку с помощью двух опор, приваренных к дну бака, и латунных винтов. Нередко в месте приварки патрубка появлялись течи, давление воды срывало шланг с патрубка при слабой затяжке хомута, а при сильной – хомут повреждал шланг.

Сформулировали основные функции узла: защита от проникновения белья в слив; крепление шланга. Поставил задачу: постараться свернуть весь узел, выполнив его в виде одной детали. Решение (рис. 31. б): пластмассовый или алюминиевый литой грибок защищает слив и крепит шланг. Такого рода соединения применяются в других отраслях техники и обладают высокой надежностью.

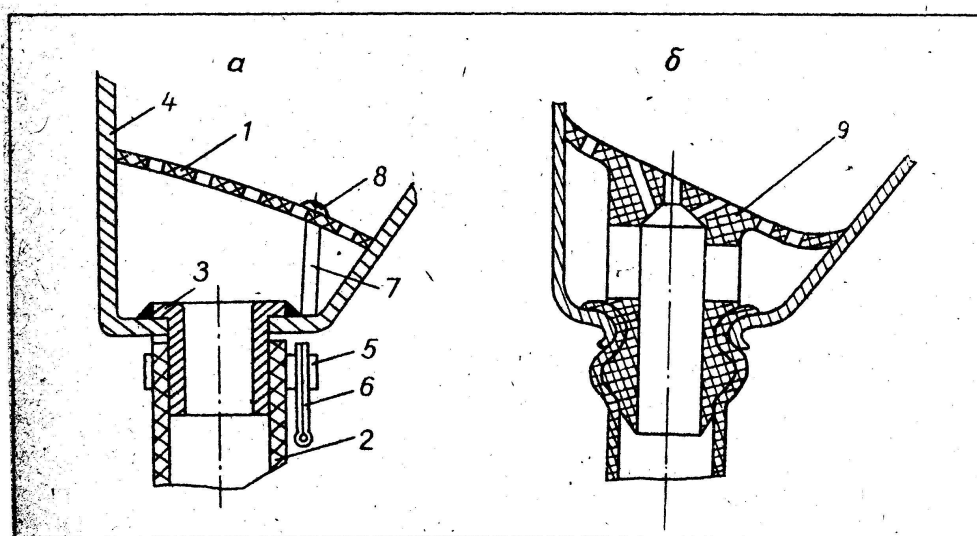


Рис. 31. Узел слива воды из бака стиральной машины:
а — до проведения ФСА; б — после ФСА; 1 — решетка; 2 — шланг; 3 — патрубок; 4 — стенка бака машины; 5 — хомут; 6 — шплинт; 7 — винт; 9 — грибок

Задача 39. Криогенные жидкости (жидкий азот или гелии) при перевозке в сосудах Дьюира плещутся, в результате чего увеличивается их испарение. Устранить плескание можно, положив на поверхность жидкости поплавков (так в деревне при переноске ведер с водой на коромысле кладут в ведра фанерные круги). Но у сосуда очень узкая горловина. Тогда решили набросать в сосуд легких пенопластовых шариков. Однако они только ухудшили дело, так как при толчках и вибрациях шарики окунались в жидкость и всплывали смоченными, увеличивая поверхность испарения. Кик быть?

Ясно, что шарики должны держаться как одно целое. Как этого добиться? Исходная вепольная модель: V_1 — один шарик, V_2 — другой. Необходимо поле для их соединения. Стандарты 1.1.2. и 2.4.1 подсказали переход к феполевой системе:

в каждый шарик ввести немного ферромагнитного порошка и намагнитить. Теперь благодаря магнитному полю шарики держатся на поверхности сплошной массой. При этом возник новый системный эффект – сверхэффект. Суммарное магнитное поле шариков оказалось довольно сильным и позволило легко измерять уровень криогенной жидкости, что всегда было очень сложно, так как горловина сосуда во время работы закрыта переливным устройством, а измерять количество жидкости через толстую многослойную экранно–вакуумную изоляцию чрезвычайно трудно.

Можно привести еще множество примеров, но и вышеприведенных вполне достаточно, чтобы убедительно доказать высокую эффективность инструментов ТРИЗ и некоторых других поисковых методов как при проведении ФСА, так и при решении отдельных производственных задач.

Внедрение ФСА на предприятии

Сегодня в стране накоплен немалый опыт внедрения ФСА, к сожалению, не всегда положительный. Но даже там, где оно идет успешно (например, в Ленинградском производственном электромашиностроительном объединении «Электросила»), ФСА далеко не реализовал всех своих потенциальных возможностей.

В данной книге речь идет в основном о применении ФСА для решения технических проблем, в то время как ФСА (комплексная система поиска резервов развития) в сочетании с мощным аппаратом ТРИЗ может использоваться для решения любых задач и проблем. Поэтому можно представить себе некую программу–максимум, предусматривающую широкое овладение методологией ФСА всеми сотрудниками предприятия и постоянное ее использование во всех видах деятельности. Для этого на предприятии нужно не просто организовать службу ФСА, а создать объединенный центр, включающий специалистов по ФСА, прогнозистов, промышленных психологов и социологов, используемый в качестве «мозга», готовящий предложения по развитию предприятия, решения наиболее сложных проблем разного характера для руководства. Центр обеспечит периодическое обучение сотрудников разных подразделений, построенное на решении не только учебных, но и в значительной степени практических задач, важных для данного подразделения. Такое постоянное обучение (по типу японских «кружков качества») обеспечит общий высокий уровень работы подразделений, выпускаемой продукции. (Часто полагают, что кружки качества создаются для решения производственных проблем. Японцы же главной целью этих обязательно добровольных кружков считают обучение методам хорошей работы, а получаемые при этом решения – полезным, но не главным результатом [31].)

Начать реализацию такого рода программы–максимум необходимо с программы–минимум – создания и включения в нормальную деятельность предприятия подразделения ФСА. При этом особое значение имеет место службы ФСА в системе этой деятельности.

Известны различные организации службы ФСА, например, при отделе главного

технолога или главного конструктора по тому или иному виду выпускаемой продукции. Такой вариант службы ФСА пригоден для сравнительно небольших предприятий с крупносерийным или массовым характером производства и небольшой номенклатурой выпускаемой продукции. Но даже и в этом случае, как показал опыт, возникает опасная тенденция сведения ФСА к чисто техническому его приложению, и игнорированию экономических вопросов, к использованию ФСА в основном для решения только конкретных проблем данной службы, что в конечном итоге снижает полезный эффект ФСА.

Другой вариант – размещение службы ФСА в подчинении главного экономиста, в отделах технико–экономических исследований. При этом тесная связь с экономическими и планирующими службами оказывается полезной, создается возможность постоянного контроля работы по внедрению.

Опыт показал, что существуют свои плюсы и минусы у каждого из приведенных выше вариантов, и в принципе не очень существенно, в каком именно подразделении создана и кому подчинена административно служба ФСА. Важно только, чтобы функционально она подчинялась руководителю самого высокого уровня – директору или главному инженеру. ФСА – работа комплексная, объединяющая, как было сказано, экономический, организационный и технический подходы, а потому находится на пересечении интересов различных подразделений предприятия. Служба ФСА испытывает сильное давление с их стороны, вплоть до попыток ее «задушить», ограничить доступ к необходимой информации, «оттереть» при внедрении предложений, скрыть или занижить цифры полученного экономического эффекта. Поэтому эффективное функционирование службы ФСА невозможно без постоянной и целенаправленной поддержки высшего руководства предприятия.

Для нормальной работы службы необходимо понимание сути дела и поддержка со стороны научно–технической общественности предприятия. Поэтому лицо, ответственное за создание службы ФСА, наряду с организационной работой должно вести широкую пропаганду возможностей метода, знакомить с ними руководителей подразделений предприятия, рядовых работников. Для этого можно использовать выступления на деловых совещаниях, лекциях по линии ВОИР, НИО, общества «Знание», занятия групп повышения квалификации, технической и экономической учебы. Особенно полезно совмещать такую лекционно–ознакомительную работу с отбором творческих специалистов в организуемое подразделение ФСА, кандидатов на обучение и работу во временных рабочих группах.

Обучение специалистов предприятия методологии ФСА и ТРИЗ является главным условием успешного внедрения системы ФСА на предприятии, поэтому целесообразно его проводить параллельно с созданием службы ФСА.

На предприятиях со сравнительно малой номенклатурой выпуска возможно проведение ФСА постоянными профессиональными группами, занимающимися совершенствованием одного объекта. Но и на таких предприятиях, как показал опыт, с созданием постоянных групп появляется дублирование функций соответствующих конструкторских бюро, возникают конкуренция и конфликты между КБ и группой ФСА.

На предприятиях с большой номенклатурой удобнее иметь постоянную службу, осуществляющую подготовку к проведению ФСА по конкретным объектам,

контроль за внедрением результатов ФСА, решение сравнительно небольших вопросов и проблем по ходу текущей работы предприятия. Анализ же конкретных объектов лучше проводить силами временных рабочих групп, формируемых заново для каждого объекта под руководством ведущего работника службы ФСА. В анализе, как правило, должен участвовать еще один работник службы ФСА – экономист.

Временные рабочие группы целесообразно использовать для решения крупных проблем, имеющих значение в масштабе всего предприятия. Наряду с этим на предприятии может быть постепенно создана система неосвобожденных инженеров–организаторов ФСА в подразделениях для решения методами ФСА большого количества проблем, носящих локальный (для подразделения) характер, а также каких–то конкретных технических задач той или иной службы. Эти высококвалифицированные творческие специалисты, прошедшие курс обучения методам ФСА, могут составить временную рабочую группу из работников своего подразделения (с привлечением при необходимости работников других служб) и провести решение той или иной задачи.

Полностью развернутая служба ФСА должна выполнять следующие функции на предприятии: проводить плановые работы – циклы ФСА по объектам, имеющим важное для предприятия значение;

участвовать в межотраслевой работе по ФСА совместно с заказчиками, смежниками, поставщиками и т. п.;

проводить экспресс–ФСА по «горящим» вопросам (по указанию руководства);

руководить работой по ФСА в подразделениях предприятия;

проводить обучение методологии ФСА и ТРИЗ на разных уровнях; разрабатывать методические и учебные материалы по ФСА и ТРИЗ;

проводить прогноз развития выпускаемой продукции и предприятия в целом (при отсутствии специальной службы прогнозирования).

Приведем примерный состав специалистов службы ФСА предприятия среднего размера.

Руководитель службы (инженер–организатор ФСА) принимает участие в выполнении практически всех видов работ, от выбора объекта анализа до определения экономического эффекта от внедрения предложений. Особенно важна его роль при выборе объекта, подборе ВРГ, экспертизе решений, организации учебы, разработке методических рекомендаций и прогнозировании развития техники.

Специалист по методам поиска новых технических решений отвечает за творческий этап ФСА, находит и решает вместе с ВРГ задачи, участвует в экспертизе и внедрении предложений. Проводит обучение ФСА и ТРИЗ, помогает в разработке методических рекомендаций, прогнозировании, выборе объектов анализа, сборе информации и формировании ВРГ. Таких специалистов в группе ФСА желательно иметь несколько.

Специалист по внедрению следит за ходом внедрения предложений, при необходимости совместно со специалистами по поиску проводит микро–ФСА – доработку предложений, помогает в поисковой работе.

Специалист по заимствованию и переносу опыта знакомится с готовыми техническими решениями на других предприятиях и способствует распространению своих предложений как можно шире с целью увеличения

экономического эффекта. При необходимости помогает другим специалистам. *Экономист* проводит обоснование выбора объекта анализа, обеспечивает экономическую информацию при формулировании проблем и оценке предложений. Рассчитывает ожидаемый экономический эффект по найденным предложениям, определяет фактический эффект от внедрения, отвечает за оформление необходимых документов. Роль экономиста, как уже говорилось, чрезвычайно важна – по конечному эффекту судят о результатах работы.

Патентовед обеспечивает поиск патентной информации по объекту анализа, проводит постоянный отбор патентоспособных решений на творческом этапе, отвечает за оформление заявок на изобретения, заявлений на рационализаторские предложения по найденным ВРГ решениям.

По мере развития службы ФСА в ней должны появляться и другие специалисты – конструкторы, технологи, расчетчики и т. и. Рост службы ФСА происходит за счет привлечения в нее лучших, наиболее высококвалифицированных специалистов, склонных к творческой работе, зарекомендовавших себя участием во временных рабочих группах.

Опыт показывает, что внедрение ФСА на предприятиях нередко наталкивается на серьезное сопротивление, преимущественно со стороны среднего руководящего звена, точнее, худшей его части, боящейся перемен и желающей спокойной жизни. Возникает оно не сразу – вначале ФСА часто не принимают всерьез, считают очередной кампанией. В дальнейшем, после первых успехов, затрагивающих интересы тех или иных служб, это сопротивление появляется и крепнет. В некоторых случаях в этом виноваты специалисты службы ФСА, а порой и руководство предприятия, усиленно подчеркивающие выявленные недостатки основных подразделений. Грамотный подход к внедрению ФСА – постоянное подчеркивание, что ФСА обеспечивает только организационное, методическое руководство, а основная заслуга – членов ВРГ, то есть работников тех самых служб.

Трудностей во внедрении ФСА хватает. Главная – внедрение ФСА сверху, в приказном порядке, при отсутствии заинтересованности предприятий, любыми способами тормозящих работу. Специалистами по ФСА на одной из конференций был составлен список приемов, которые применялись на разных предприятиях с целью «завалить» ФСА. Большинство из них имеют свои антиприемы. Вместе они образуют пары – две крайности, одинаково губительные для дела. Между ними необходимо пройти, как по лезвию бритвы, – такова диалектика. Интересно, что такая ситуация характерна не только для ФСА, но и для любого нового дела.

Прием 1. Объявить новое дело панацеей, волшебным средством, способным ликвидировать все затруднения, заранее разрекламировать.

Антиприем. Начать новое дело без веры в него, по принуждению, с уверенностью, что это все равно ничего не даст.

Опыт показал, что сверхрекламой занимаются как раз те, кто в дело не верит и преследует одну цель – «завалить» его.

Правильный подход. Начать дело, не давая громких авансов, но твердо верить в его успех и стараться делать как можно больше.

Прием 2. Внедрение нового дела с ходу, без достаточной проработки и подготовки, «на ура».

Пример. После решения о широком распространении ФСА в нашей стране многие министерства превратили внедрение ФСА в кампанию без определенных мероприятий по подготовке специалистов, их обучению, без разработки и издания необходимых методических материалов.

Антиприем. Бесконечная подготовка к внедрению.

Первую ошибку часто совершают начинающие из-за излишнего энтузиазма, вторую – люди уже не раз битые, пуганные. Но и то, и другое может быть сознательной линией поведения, направленной на завал дела. Типичный в этом случае антиприем – выжидание, надежда на то, что о распоряжении сверху забудут, что все само собой умрет (в период застоя так бывало неоднократно).

Правильный подход. Начинать дело, подготовив его в основных моментах (особенно организационную, юридическую часть), но не откладывая до учета всех мелочей – будет упущено время.

Прием 3. Противопоставить новое дело всему старому, нарушить преемственность, противопоставить себя коллективу, работавшему в этой области ранее.

Антиприем. Пытаться внедрить новое дело, ничего не меняя.

Первую ошибку часто совершает новатор, излишне самоуверенный. Вторая очень типична для руководителей разного уровня: когда отсидеться не удастся, начинают имитировать деятельность, выхолащивать суть, меняя лишь бумаги, формы отчетности и т. д.

Правильный подход. Отставив авторские амбиции, оттеснять старое только при действительной необходимости. Привлекать на свою сторону тех, кто стоял на старых позициях, давать и им почувствовать себя творцами нового.

Прием 4. Потребовать (пообещать) большого эффекта (экономического, технического или любого другого) практически сразу после начала внедрения, не дав делу развернуться.

Пример. Миннефтехиммаш в июле 1983 года выпустил приказ о развертывании ФСА, согласно которому уже в третьем квартале требовалось отчитаться о полученном эффекте от внедрения предложений ФСА. Реальные же сроки – не менее двух лет... Результатом стали приписки. И как ни пытались специалисты доказать в министерстве пагубность этой поспешности для дела, ничего, кроме ухудшения отношений с руководством, не добились.

Другим поводом для приписок и появления липовых отчетов явилось требование проводить ФСА всей новой и аттестуемой на Знак качества продукции; выполнять не менее 10% (в некоторых министерствах до 50%) плана мероприятий по новой технике за счет ФСА. Эти требования, в принципе выполнимые после полного развертывания работ по ФСА (лет через десять после начала внедрения), привели к тому, что появились опять же «липовые» справки о проведении ФСА, а на всех документах, относящихся к планам по новой технике, стали ставить штамп «По результатам ФСА».

Антиприем. Не требовать эффекта вообще, удовлетвориться самим фактом начала работ.

Первая ошибка – чаще всего не результат глупости и некомпетентности (хотя так тоже бывает), а сознательная дискредитация дела. Вторая – следствие приказного характера внедрения. Отчитываются наверх о начале работ и больше делом не интересуются.

Прием 5. Внедрять новое дело на голом энтузиазме, на общественных началах.

Антиприем. Ждать, когда выделяют штаты, финансирование, площади.

Первая ошибка относится к энтузиастам, стремящимся как можно быстрее взяться за дело, доказать его эффективность. Ее охотно используют руководители, не желающие заниматься делом всерьез, потому что работа на общественных началах возможна только в свободное от основной работы время, что малоэффективно.

Правильный подход. Начать дело на общественных началах (как правило, это неизбежно и в некотором роде полезно – пока за работу не платят, сюда не стремятся рвачи и жулики), но стремиться перевести его на профессиональные рельсы, включить в систему работ.

Прием 6. Сведение всей работы только к экономической стороне.

Антиприем. Пренебрежение экономикой, упор на голую технику.

Первую ошибку совершают тогда, когда ответственной за внедрение ФСА на предприятии делают экономическую службу. Вторая случается намного реже, в основном из-за неопытности руководителя и экономиста службы ФСА.

Правильный подход. Сочетание экономического и технического подходов.

Прием 7. Попытки сразу браться за глобальные задачи. Пренебрежение более мелкими задачами.

Антиприем. Ограничение работы решением задач первого уровня.

Первая ошибка характерна для энтузиастов, занимающихся творчеством только для своего удовольствия. Вторая – для неподготовленных людей, не уверенных в своих возможностях, опасющихся серьезных проблем.

Правильный подход. Трезвый учет своих возможностей, системный подход к проблемам.

Прием 8. Ограничение работы узкими рамками инструкций, заполнением различных таблиц, форм и т. д.

Антиприем. Полное пренебрежение методиками, ориентация на свободное творчество, талант, озарение и т. д.

Обе ошибки свидетельствуют о слабой методической подготовке.

Правильный подход. Овладение методологией ФСА и ТРИЗ на одном из семинаров, заочное обучение с помощью книг.

Прием 9. Утопление в бумажном море. Попытки выполнять все требования сверху, работать по правилам. У человека не остается времени на настоящую работу.

Антиприем. Полное пренебрежение бумажной работой.

В первом случае от человека нулевая отдача, но он на хорошем счету у начальства. Во втором – его рано или поздно накажут или даже уволят, несмотря на выполнение реальной работы.

Правильный подход. Оформлять с минимальными потерями сил главные бумаги. Если есть возможность, поручить часть бумаг оформлять одному из подчиненных.

Кроме типовых приемов заваливания дела, приведем типичные отговорки, маскирующие нежелание заниматься работой по ФСА, неверие:

– Да мы всегда этим ФСА занимались! Мы всегда совершенствовали продукцию! (Свидетельство полного непонимания сути ФСА.)

– ФСА, ТРИЗ – это, конечно, здорово, но это роскошь, пусть этим занимаются в НИИ, а на производстве штурмовщина, некогда план выполнять (полное непонимание, что ФСА и ТРИЗ нужны в первую очередь тем, кому трудно).

– Сначала докажите, что это реально, тогда и создадим службу. – Энтузиасты часто соглашались, предельным напряжением сил добиваются успехов, а им потом заявляют:

«Ну и прекрасно, так и продолжайте, зачем вам штаты, деньги...»

– На других заводах, может быть, и работает, но у нас особые условия... (непонимание общих закономерностей развития).

– Для такой работы нужны специалисты особенные, у нас таких нет (типичное проявление принципа «пророка нет в собственном отечестве», тогда как за ФСА может взяться любой неравнодушный трудолюбивый человек, прошедший соответствующее обучение).

Прогнозирование развития технических систем

Традиционные методы. Важнейшим направлением работ по совершенствованию техники является прогнозирование ее развития, позволяющее сформулировать цели, рационально определить параметры будущих изделий, спланировать работу по их достижению. Имея достоверный прогноз, предприятие получает возможность обоснованно и эффективно оперировать капиталовложениями, формировать перспективные планы производства, подготавливать задания на разработку необходимых материалов, оборудования и т. л., снизив тем самым время технологической подготовки производства и степень риска по освоению новой техники.

Прогнозирование может быть частью работ по ФСА, например, с его помощью можно выявлять задачи по улучшению системы, сравнивать альтернативные решения конструкций и технологий, предусматривать возможные ошибки, опасности и недостатки. Прогноз позволяет выявить возможности развития технической системы в рамках существующей конструктивной концепции, определять, какая система должна прийти на смену существующей. Таким образом, владение прогнозной методикой сегодня необходимо практически каждому разработчику, конструктору, технологу, ибо, не умея заглянуть на несколько шагов вперед, нельзя выполнить с высоким качеством никакую работу, тем более творческую.

Сегодня прогностика превратилась в развитую отрасль науки, известно свыше 100 различных методов прогнозирования, которые можно разделить на две основные группы: нормативные и исследовательские (изыскательские).

Нормативное прогнозирование по сути является не столько прогнозированием, сколько планированием. Например, задавшись какой-то целью (полет на Марс к 2015 году), составляют подробнейшие списки, таблицы, сетевые графики, отражающие, что именно и в какой последовательности необходимо сделать для осуществления проекта. К нормативным методам относится получившая широкую известность на западе в 60–70-х годах система ПАТТЕРН (обоснование планирования посредством научно-технической оценки количественных данных) и другие методы построения так называемого дерева целей (Янч Э.

Прогнозирование научно-технического прогресса. Пер. с англ. М.: Прогресс, 1974).

Методы *исследовательского прогнозирования*, в свою очередь, можно разделить на три вида: экспертное прогнозирование, прогнозирование по аналогии и экстраполяция тенденций развития.

Экспертное прогнозирование относится к самым старым методам и основано на суммировании мнений компетентных в данной области специалистов (экспертов). Эксперт прогнозирует, опираясь на свое интуитивное представление о путях развития, естественно, что при этом главным недостатком является субъективизм. Разработаны некоторые процедуры по снижению его влияния, в первую очередь это коллективная работа экспертов. Так, очень популярный на западе метод «Делфи» (название произошло от знаменитого в древности Дельфийского оракула) основан на трех принципах:

- а) анонимность – участники прогноза не знают друг друга, что уменьшает опасность давления авторитетов, личных симпатий и антипатий;
- б) многоцикловость – после изучения ответов экспертов на вопросы прогнозной анкеты последние корректируются и задаются повторно специалисты, давшие оценки, резко отличавшиеся от других, разъясняют свою точку зрения;
- в) статистическая обработка данных группового опроса (наиболее вероятным считается мнение, получившее поддержку наибольшего числа специалистов).

Практический опыт применения метода «Делфи» и ему подобных показывает, что в результате отбрасывания крайних высказываний (а среди них могут оказаться как неверные, так и оригинальные идеи) неизбежно побеждает усредненная, банальная точка зрения, в то время как мнение одного эксперта, обладающего широкой эрудицией и низкой психологической инерцией, порой даже не являющегося специалистом в данной области, часто оказывается верным. Именно поэтому так велик процент правильных прогнозов Жюль Верна, Герберта Уэллса, Александра Беляева и других фантастов.

Прогнозирование по аналогии основано на издавна подмеченном сходстве в развитии самых разных систем, живых, технических, научных. Например, были попытки при прогнозировании развития космического транспорта брать за базу развитие железнодорожного транспорта в прошлом веке. В некоторых методиках предлагается использовать аналогии в развитии технической системы со стадиями человеческой жизни (поиск, рождение, внедрение и забвение изобретательской идеи и рождение, зрелость, смерть человека); в распространении технологических нововведений и роста колоний бактерий и т. п. Успешность такого прогноза целиком определяется удачным выбором аналога, но рекомендации по выбору отсутствуют...

Экстраполяция тенденций развития – метод, основанный на предположении, что тенденция развития, отчетливо проявившаяся в предпрогнозный период, сохранится и в будущем. К сожалению, нередко случаи, когда подобные ожидания не оправдываются: прогноз либо отстает от действительности, либо забегает далеко вперед. С позиций знания законов развития технических систем очевидно, что прогноз может давать верные результаты лишь на небольшие интервалы времени, в пределах прямолинейных участков S-образной кривой развития. Он не учитывает переломных моментов в развитии любой технической системы. Например, на основании тенденции, выявленной на первом этапе развития системы, делают вывод о том, что темпы развития будут невысокими. А система в это время проходит первую точку перегиба и ее развитие резко

ускоряется вопреки прогнозу. Соответственно, если тенденция определяется по второму этапу развития, прогноз нацеливает на продолжение бурного развития, а система резко замедляется в развитии в связи с переходом на третий, стабильный этап. Таким образом, в первом случае темпы развития в прогнозе занижены, во втором – завышены.

Тем не менее в пределах отдельных этапов развития метод действует неплохо. Он легко поддается математической обработке и оснащен математикой, которая хорошо работает на этапах количественного роста параметров, но не учитывает качественных скачков. Несмотря на это, ведется множество работ по усовершенствованию прогноза путем применения различных математико–статистических ухищрений, улучшения способов экстраполяции. Но в основу прогноза часто закладываются довольно грубые, порой малодостоверные, данные, поэтому естественно, что совершенствование методов обработки не дает эффекта. Например, в качестве способа выявления тенденций используется исследование патентных материалов (изучается количество патентов по направлениям, динамика патентования и т. д.). При этом в традиционном прогнозировании нет методов защиты от случайных патентных документов и патентной дезинформации, к которой нередко прибегают некоторые компании в условиях конкуренции. Кроме того, обычно при проведении прогноза по патентным материалам поиск информации осуществляется на глубину 10–15 лет независимо от вида прогнозируемой техники, в то время как скорость развития разных систем различна. Например, за указанный срок в микроэлектронике сменяется 2–3 поколения объектов, поэтому здесь он вполне representative, чего нельзя сказать о металлургии, где за 10 лет невозможно выявить долговременные тенденции развития.

На достоверность прогноза методом экстраполяции также большое влияние оказывают тенденции, считающиеся модными, широко обсуждающиеся в научно–технической и популярной литературе. Довольно часто такие модные тенденции возникают в результате сознательной дезинформации, преследующей цель «заманить» конкурента на «тупиковую» ветвь, заставить нести бесполезные расходы. К таким экономическим «диверсиям» смело можно отнести еще недавно широко пропагандируемую всеобщую роботизацию. Обладая большими достоинствами в отдельных узких областях техники, как массовое явление они приносят больше вреда, чем пользы.

Еще одной типичной ошибкой прогноза является поиск возможностей совершенствования системы в том направлении, которое кажется очевидным (например, укоренилось представление, что для придания системе новых функций ее непременно нужно усложнить), а не в том, которое вытекает из законов развития техники. В результате вроде бы успешная работа не дает результатов, поскольку совершенствуется не то, что нужно, а то, что понятно как делать.

Попыткой борьбы с такой опасностью является установка прогнозистов на то, что прогноз должен лишь указывать, как изменятся те или иные характеристики системы, но не обязан объяснять, каким образом это будет достигнуто. Приведем типичное высказывание профессионала, американского прогнозиста

Дж. Мартино: «Прогноз ничего не говорит о том, как эти показатели будут достигнуты... прогнозисту не нужно самому изобретать машину... появление которой он заранее предсказал. Прогноз может даже предусматривать достижение

таких технических характеристик, которые выходят за пределы возможностей технических устройств... Прогнозисту не нужно указывать, каким образом эти пределы будут преодолены» [20]. Такая позиция, обладая определенными достоинствами, имеет и очевидные недостатки.

Общей причиной недостатков традиционных методов прогноза является их база – метод проб и ошибок. В этих условиях позиция Мартино и его коллег вполне понятна – другой просто не может быть, прогнозист не может стать изобретателем. А ущерб от несовершенной технологии МППО в прогнозировании существенно выше, чем при решении конкретных изобретательских задач, потому что решения по результатам прогноза часто принимаются глобальные, а возможность проверки их правильности отодвигается в будущее, в особенности при дальних прогнозах.

Прогнозирование на базе ТРИЗ. Основные положения. Поскольку развитие технических систем осуществляется по объективным законам развития техники, логично использовать выявленные законы для прогнозирования развития. При этом такой прогноз должен дать не только характеристику будущей технической системы, но и указать пути ее развития, конкретные конструктивные решения, за исключением случаев, когда существующий уровень науки и техники не позволяет это сделать из-за отсутствия материалов, технологий, энергетических ресурсов, необходимых знаний.

Таким образом, прогноз на базе ТРИЗ включает постановку задач развития техники, и, как правило, решение этих задач.

Порядок прогноза приведен в приложении 13 и включает следующие этапы: предварительный прогноз (экспресс-прогноз); подготовку к углубленному прогнозу; прогноз по законам развития технических систем; завершение прогноза (суммарный прогноз).

Этапы включают шаги, последовательность расположения которых не является строго заданной. Более того, в случае отсутствия необходимости получения полного прогноза отдельные шаги могут быть опущены.

Центральной частью прогноза является третий этап, включающий анализ линий развития по каждому закону.

Полномасштабный прогноз по ТРИЗ требует длительной профессиональной работы, как правило, с привлечением, начиная со второго этапа, специалистов высокой квалификации в режиме работы ВРГ. Прогноз может быть частью работы по ФСА. В этом случае выстраивается единая цепь: прогнозирование – выявление задач и проблем – их решение – проверка решений – исследовательская, конструкторская, технологическая проработка – внедрение.

Суммарные затраты на проведение такого прогноза довольно велики, но окупаются многократно за счет экономии сил и времени, которые часто затрачиваются на работу в неперспективном направлении, а также за счет резкого повышения качества создаваемой техники.

В тех случаях, когда требуется быстро, с минимальными затратами определить главное направление развития системы, может быть рекомендован прогнозный экспресс-анализ по основным общим линиям развития. Для повышения достоверности такого экспресс-прогноза необходима высокая квалификация прогнозиста в области законов развития техники и других разделов ТРИЗ, Экспресс-прогноз полезен и как подготовительный этап при полномасштабном

прогнозировании, позволяющий прогнозисту не подпасть под действие сложившихся у специалистов стереотипов, шаблонных установок, что может произойти в результате глубокого ознакомления с объектом прогноза по литературе, другим информационным материалам.

Психологическая инерция специалистов – тормоз в работе по прогнозированию. Чем радикальнее изменения, на которые выводит прогноз, тем сильнее возражения, неприятие. Поэтому ведущий прогноз специалист по ТРИЗ должен использовать известные в ТРИЗ приемы борьбы с психологической инерцией: запрещать использование терминологии, использовать метод ММЧ, приемы генерации фантастических идей, оператор числовой оси и т. д., что лучше всего делать в виде разминки перед началом работы.

Объект прогнозирования – базовая техническая система (БТС), как правило, прогнозисту задается. При этом следует учитывать, что чем более дальний прогноз требуется получить, тем выше должен быть уровень базовой системы. Например, при прогнозировании развития строительной сваи для дальнего прогноза необходимо учесть развитие всего фундамента, всего строения, застройки в целом для выяснения, какие сваи могут в этом случае понадобиться. При проведении прогноза необходимо учитывать, что законы образуют единую систему со сложными внутренними связями, с большим количеством иерархических уровней – от общих законов диалектики до узких (локальных) закономерностей развития конкретного класса технических систем, конкретного производства. Прогнозные предсказания, полученные по одной линии, могут частично совпадать с предсказаниями по другим линиям. Это не означает, что прodelывается лишняя работа – наоборот, появляется некоторый «запас прочности» прогноза. Бывает и другое – предсказания по разным линиям приходят в противоречие друг с другом. В этом случае перед прогнозистом возникает необходимость разрешения противоречия – типичная изобретательская задача, решение которой возможно с помощью инструментов ТРИЗ.

При проведении прогноза также необходимо учитывать появление сверхэффектов от новых идей и предложений, новых ресурсов. Сверхэффекты необходимо использовать для дальнейшего развития системы.

Сделав шаг по сравнению с классическим прогнозом, – давая ответ на вопрос, как именно будет изменена система, – прогноз по ТРИЗ не всегда может ответить на другой вопрос: как может быть использовано это закономерное изменение, для чего оно может понадобиться? Складывается необычная ситуация: прогнозист утверждает, что данная система должна стать динамичной, например, путем введения шарнира (может быть, нескольких); что система перейдет к использованию магнитных полей; но для чего нужна такая новая система – не знает. Иногда даже специалисты не сразу понимают, какое новое преимущество получит новая система, как именно они смогут использовать предсказанное прогнозом изменение. Таким образом, в результате прогноза могут возникнуть и исследовательские задачи: как определить, для чего повышать динамичность системы, что это даст, как изменятся ее главные и второстепенные функции, свойства, что появится положительного и отрицательного.

Прогнозирование с помощью ТРИЗ – неразрывное, органическое соединение шагов по формулированию и решению задач. Каждый шаг и этап анализа завершается выявлением противоречий, задач. Теоретически именно это является

главным в проведении прогноза, а решение полученных задач может быть оставлено на более поздний этап. На практике первые попытки прикинуть возможное решение всегда делаются тут же. Это полезно при условии, что времени тратится немного. Если же удовлетворительное решение быстро получить не удастся, то целесообразнее его отложить и продолжать работу по прогнозированию.

Прогнозирование по шагам, как правило, носит итеративный характер, после прохода по очередной линии часто возникает необходимость вернуться к предыдущей, либо пополнить информацию о БТС. Завершается прогноз выявлением противоречий между прогнозными предсказаниями и построением минимально противоречивой общей картины прогноза либо серии картин – альтернативных прогнозных сценариев.

Первые примеры практического прогнозирования развития конкретных технических систем на базе отдельных законов развития техники описаны в работе [7] (с. 80–84). В качестве инструмента прогноза (развития полученных решений) использовались и стандарты на решение изобретательских задач (классы 2, 3). В этих случаях речь фактически шла о замене существующей технической системы, практически исчерпавшей возможности развития в рамках старой конструктивной концепции на принципиально новую, выполняющую те же функции. Первая попытка дальнего прогноза с помощью сочетаний разных законов развития техники была предпринята в начале 80–х годов во время учебного семинара по ТРИЗ. Предстояло определить перспективы развития лесной промышленности.

Прогноз, проведенный специалистами традиционными методами, дал следующие данные: мощность применяемых в отрасли машин должна возрасти, увеличатся площади вырубki и т. д. Фактически это было продолжением сегодняшних тенденций без ожидаемых в будущем качественных изменений.

Анализ развития по закону повышения степени идеальности показал, что одно из направлений развития – повышение интенсивности съема древесины с единицы площади, причем с включением в использование древесины, идущей сегодня в отходы (пни, кора, срезанные ветки). Закон согласования–рассогласования выявил, что основная трудность лесной промышленности связана с несогласованием скорости роста деревьев и темпов вырубki. Кроме того, необходимо было учесть и тенденцию перехода технических систем на микроуровень. В результате суммирования предсказаний, вытекающих из законов развития техники, получилась следующая картина. На специальных плантациях выращивают быстрорастущий кустарник, который периодически срезается полностью или частично. Срезанная масса перемалывается в мелкие опилки, из которых с добавкой специальных смол можно прессовать деревянные изделия любых форм непосредственно в процессе «уборки» древесины. Для реализации прогноза необходимо решить ряд организационных, технических и, пожалуй, селекционных задач. Нужно вывести соответствующие породы быстрорастущего кустарника с тонкой корой, не влияющей на качество древесины, разработать смолы для прессования деталей. Идеальнее, если необходимую смолу с возможностью полимеризации будет поставлять сам кустарник. Возникает также задача по выработке программы перевода лесной промышленности на земледельческий способ производства, разработке необходимых машин...

Нарисованная картина вызвала дружные возражения специалистов. Однако проведенный впоследствии поиск по научно–технической и патентной литературе показал, что многие компоненты предсказанного «лесокустового» способа уже существуют, но по отдельности. Так, налажено производство древесно–стружечных плит; в Финляндии выращивают кустарник, из опилок которого прессуют топливные брикеты в форме поленьев; существуют пальметтные сады – низкорослые деревья с огромной кроной, закрепленной на натянутой поверх деревьев проволоке; заложены экспериментальные сады, в которых для облегчения сбора урожая срезается часть кроны вместе с плодами. Известны и растения (гевея, кок–сагыз), сок которых способен полимеризоваться. Фактически не хватает только одного – серьезной работы по созданию новой отрасли производства.

Достаточно объемный прогноз был проведен и по конструкции погружных скважинных центробежных электронасосов. Он включал проведение в полном объеме прогноза по методу «Делфи» и математической экстраполяции тенденций, а также использование элементов прогнозирования по законам развития. При этом подтвердилась слабость традиционных методов, а с помощью ТРИЗ удалось выявить ряд новых интересных направлений развития насосов.

Интересно отметить, что несколько хороших, перспективных с точки зрения законов развития идей было выдвинуто и на первой стадии экспертного прогноза. Авторами их были, как правило, люди, не являющиеся специалистами в той узкой области, к которой данная идея относится, хотя и технически грамотные, компетентные. Так, интересные идеи по гидродинамике высказал специалист по подшипникам, а по подшипникам – электротехник. Однако по мере уточнения прогноза, проведения следующих циклов по методу «Делфи» все оригинальные решения оказались отброшенными, а утвердились большинством голосов банальные решения, направленные в основном на количественный рост существующих конструкций. Удивительного в этом ничего нет – в науке вопросы не решаются большинством голосов.

По мере отработки законов развития техники увеличилась доля работ, в которых прогнозировалось развитие тех или иных технических систем: центрифуг, оборудования для осушки и подготовки природного газа, пайки и контроля печатных плат, гибких производственных систем, производства комбайнов, совершенствования узлов трения, Скольжения и других. Таким образом, были опробованы отдельные компоненты предлагаемой методики прогнозирования. Традиционный прогноз дает предсказания типа: «В 2010 году у этой машины коэффициент полезного действия достигнет 97,5%...» Результат прогноза по ТРИЗ выглядит совершенно иначе: «Данная система недостаточно динамична; динамичность должна повыситься в результате разрешения такого–то противоречия с помощью такого–то приема; благодаря этому коэффициент полезного действия достигнет...»

Необходимо также отметить, что прогноз по ТРИЗ может сделать недостоверным прогноз традиционный, потому что благодаря ему теперь все зависит от того, насколько оперативно начнется претворение в жизнь рекомендаций прогноза: если за дело взяться сразу, то результат может быть получен, допустим, через 3 года (а не через 15, как предсказывал традиционный прогноз).

От технологии к...

История ТРИЗ

Работа над методологией изобретательства была начата Г.С. Альтшуллером в 1946 году (название «ТРИЗ» появилось позже, в 70-х годах). В 1956 году вышла первая публикация, излагающая основные идеи новой науки [2]. С конца 50-х годов стали издаваться книги по ТРИЗ [3–9, 19, 22–26].

В 1959 году был опубликован один из первых вариантов АРИЗ (он получил название АРИЗ–59), который в дальнейшем постоянно совершенствовался (модификации: АРИЗ–61, –64, –65, –68, –71, –77, –82, –85).

В настоящее время используется модификация АРИЗ–85В. При разработке последних модификаций алгоритма (АРИЗ–82 и АРИЗ–85) учтены замечания и рекомендации большой группы специалистов по ТРИЗ: М.К. Бдуленко, И.Б. Бухмана, И.М. Верткина, Г.Г. Головченко, Ю.В. Горина, В.М. Жабина, Б.Л. Злотина, Э.С. Злотиной, Г.И. Иванова, И.В. Иловайского, Э.Л. Кагана, И.М. Кондракова, В.Ф. Канера, Н.П. Линьковой, С.С. Литвина, В.В. Митрофанова, В.А. Михайлова, В.Н. Некрылова, В.М. Петрова, И.П. Рябкина, Ю.П. Саламатова, А.Б. Селюцкого, А.А. Тимощука, В.Р. Фея, С.Н. Щербакова, В.Э. Штейнберга.

В 1961 году экспертный совет Комитета по делам изобретений рассмотрел и одобрил работу по методологии изобретательства. В 1968 году после многолетних обращений Г.С. Альтшуллера в Центральный совет Всесоюзного общества изобретателей и рационализаторов (ЦС ВОИР) было организовано трехдневное совещание по вопросам разработки и пропаганды методов технического творчества. В соответствии с решением этого совещания в конце 1968 года в Дзинтари был проведен первый всесоюзный семинар по обучению методам технического творчества, неделя которого была отведена на изучение АРИЗ. Ряд специалистов, участвовавших в этом семинаре, впоследствии начали обучать АРИЗ в своих городах.

В конце 1969 года ЦС ВОИР, рассмотрев результаты годичной работы по обучению творчеству, организовал Общественную лабораторию методологии изобретательства (ОЛМИ) под руководством Г.С. Альтшуллера. В 1970 году в Баку был создан первый в стране Азербайджанский общественный институт изобретательского творчества (АзОИИТ). В течение нескольких лет в нем изучали АРИЗ самые разные слушатели – от школьников до кандидатов наук. В 1972 году школы ТРИЗ появились в Днепропетровске, Горьком, Курске, Волгограде, некоторых других городах. В 1974 году в Баку приехала для изучения АРИЗ группа преподавателей института повышения квалификации руководящих кадров при Совете Министров ПНР. В Горьком было проведено областное совещание по ТРИЗ, фактически (по представительству) превратившееся во всесоюзное. Обучение ТРИЗ успешно развивалось во многих городах, что постепенно стало вызывать недовольство тогдашнего руководства ЦС ВОИР, которому нужны были одна–две «ручные» школы методологии изобретательства для украшения отчетности, но не хотелось хлопот и сложностей, которых требовало массовое изобретательское движение, образовавшееся вокруг ТРИЗ. В октябре 1974 года в

Москве на ВДНХ была проведена научно–практическая конференция «Эвристика», организованная ЦС ВОИР. В рекомендациях конференции работа ОЛМИ получила высокую оценку, но, несмотря на это, на следующий день по решению ЦС ВОИР ОЛМИ была закрыта. Вместо нее была создана комиссия «Эвристика», в которую были включены сотни людей, большинство из которых не имели никакого отношения к разработке методики изобретательства. Таким образом, работу попытались прекратить классическим способом – организацией неработоспособной комиссии (которая так ни разу и не собралась в полном составе). Впрочем, полностью закрыть работу не удалось, несмотря на то, что группе преподавателей во главе с Г.С. Альтшуллером пришлось уйти из АзОИИТ. Школы ТРИЗ, руководимые не чиновниками, а энтузиастами новой науки, действовавшими обычно на общественных началах, в большинстве городов продолжали работать вопреки решению ЦС ВОИР. Более того, в ряде мест руководители областных, городских, районных организаций ВОИР, убедившись на практике в эффективности ТРИЗ, продолжали ее активно поддерживать. Темпы появления новых школ возрастали. Большую роль в этом сыграли выходившие книги и журнал ВСНТО СССР «Техника и наука», который в период с 1979 по 1984 год почти в каждом номере публиковал материалы по ТРИЗ. В 70–80–е годы были проведены учебные семинары по ТРИЗ в крупнейших городах СССР: Москве, Ленинграде, Свердловске, Новосибирске, Днепропетровске, Уфе, Ярославле, Куйбышеве, Ростове–на–Дону, Кишиневе, Норильске, Владивостоке, Пензе, Симферополе и др., а также в молдавских районных центрах Бельцы и Кагул. Семинары стали популярными, на многие из них, организованные при институтах повышения квалификации, Домах техники и научно–технической пропаганды, НТО и ВОИР, собирались слушатели (по 50 и более человек) из разных городов страны. Возвращаясь домой, многие из них организовывали школы ТРИЗ в своих городах, на предприятиях.

Систематическое проведение семинаров резко ускорило темпы разработки ТРИЗ, так как появилась возможность быстро и в широких масштабах проводить проверку методических материалов, которые непрерывно совершенствовались. Ускорила и подготовка преподавателей ТРИЗ, которые за несколько лет проходили уже налаженный путь: слушатель, преподаватель–стажёр, преподаватель. Многие из них включились и в исследовательскую работу по ТРИЗ. Так создавались кадры специалистов по ТРИЗ.

С 1980 года стали регулярно проводиться конференции преподавателей и разработчиков ТРИЗ (1980, 1982, 1985, 1987, 1989 гг. – Петрозаводск, 1984 г. – Новосибирск, 1988 г. – Миасс). Каждая конференция давала новый всплеск интересных работ, появились новые школы. В настоящее время обучение и работа по ТРИЗ ведется более чем в 200 городах нашей страны, наиболее крупные школы действуют в Ленинграде, Днепропетровске, Кишиневе, Новосибирске, Петрозаводске, Минске, Владивостоке, Ангарске, Риге, Челябинске и других городах. С недавнего времени начал работать государственный центр обучения ТРИЗ в Болгарии. Работает постоянная школа изобретателя и в ГДР.

Книги по ТРИЗ широко переводятся за рубежом: в Болгарии, ПНР, ГДР, Вьетнаме, США, Англии, Франции, Швейцарии, ФРГ, Финляндии. По сообщению английского журнала «Технология» (1988 г., апрель) в аэрокосмической промышленности США работает 80 групп специалистов, активно использующих

ТРИЗ.

Наряду с постоянным расширением географии ТРИЗ с 70-х годов идет процесс вовлечения в обучение новых контингентов слушателей. Занятия в экспериментальном порядке стали проводиться с рабочими, врачами, журналистами, социологами, учителями, биологами и т. д. Они показали, что овладение ТРИЗ вполне доступно и полезно нетехнической аудитории. Одним из самых перспективных направлений в обучении оказалась работа с детьми разных возрастов. Она началась на страницах газеты «Пионерская правда» в рубрике «Изобретать – это так сложно, изобретать – это так просто!», которую ведет Г. Альтов (Г. Альтов – литературный псевдоним Г.С. Альтшуллера, с 1988 г. в рубрике принимает участие И.М. Верткин), и сегодня проводится в Ленинграде, Кишиневе, Риге, Новосибирске, Ангарске, Челябинске, Свердловске, Воркуте, Симферополе, Норильске, Минске, Семипалатинске, Петрозаводске и других городах. В Кишиневе с 1985 года обучаются первоклассники, а в Норильске, Риге, Симферополе работают с дошкольниками в детских садах. Развитие и внедрение ТРИЗ резко интенсифицировалось с началом перестройки в нашей стране. Практически сразу после апрельского (1985 г.) Пленума ЦК КПСС возрос поток приглашений и просьб о проведении семинаров в разных городах, писем от тех, кто хочет попасть на обучение. Появилось и с каждым годом растет количество специалистов, получивших возможность работать в ТРИЗ профессионально – в хозрасчетных школах при центрах НТТМ, фондах молодежной инициативы, кооперативных школах по обучению и применению ТРИЗ. С 1986 года в Кишиневе создан межотраслевой научно-технический центр «Прогресс», организующий по договорам с предприятиями семинары, а также решение актуальных для производства проблем и задач, прогнозирование на базе ТРИЗ, проведение ФСА и т. п. На основе трудовых соглашений создаются временные творческие группы, в которые, помимо работников МНТЦ «Прогресс», включаются специалисты предприятий-заказчиков. Нахождением идей и решений работа МНТЦ не ограничивается, при необходимости центр оказывает помощь или полностью принимает на себя патентование идей, разработку технической документации, изготовление опытных образцов и т. д. Как уже неоднократно говорилось, ТРИЗ создавалась на базе технических информационно-патентных фондов как преимущественно инженерная наука. Но по мере ее развития становилось ясно, что закономерности развития и инструменты поиска новых решений, хорошо зарекомендовавшие себя в технике, могут оказаться полезными для поиска нового и в других областях, в том числе и нетехнических, таких как социология, педагогика, искусство и т. д. И хотя широкое распространение методологии ТРИЗ в новые области – дело будущего, тем не менее уже сегодня можно рассказать о некоторых направлениях этого процесса.

Общие закономерности развития

Идея постоянного развития, а также существования объективных

закономерностей этого процесса входила в жизнь человечества в борьбе с религиозными догматами, утверждавшими незыблемость созданного однажды мира.. Эволюционные гипотезы появлялись сначала в отдельных науках: космогоническая гипотеза Канта–Лапласа в астрономии, учение о непрерывных изменениях земной поверхности в геологии Лайеля, эволюционная теория в биологии Дарвина. Осмыслив эти теории с философских позиций, Гегель заложил основы диалектики – науки о всеобщем развитии. Маркс и Энгельс, а затем Ленин наполнили ее материалистическим содержанием, превратив в мощный инструмент анализа и обобщений. Материалистическая диалектика утверждает, что любая сторона человеческой деятельности, любой элемент окружающей нас действительности развивается по определенным законам, вытекающим из общих законов диалектики, которые могут быть выявлены и целенаправленно использованы человечеством сегодня или завтра. Первый опыт такой работы принадлежит Марксу и Энгельсу, выявившим законы развития человеческого общества. Работа по выявлению конкретных закономерностей развития отдельных областей человеческой деятельности или окружающей действительности продолжается и сегодня. Эволюционные идеи широко внедряются в физику – в работах И. Пригожина и его школы по созданию неравновесной термодинамики и на ее базе новой науки – синергетики, изучающей эволюции структур (Пригожий И. От существующего к возникающему. Пер. с англ. М.: Наука, 1985). Вводится эволюционный подход в искусствоведении (ВипперБ. Р. Введение в историческое изучение искусства. М.: Изобразительное искусство, 1985), науковедении (Лакатос И. История науки и ее рациональные реконструкции. В сб.: Структура и развитие науки. М., 1978), психологии (Выготский Л.С. История развития высших психических функций. Собрание сочинений, т. 3. М.: Педагогика, 1983) и т. п. Фактически ТРИЗ является теорией и практикой приложения эволюционных идей в области техники.

Эволюционный подход сегодня становится определяющим в любой науке, превращается в единый язык, связующее звено, обеспечивающее единство науки при нарастающей тенденции к специализации и дифференциации.

Известны два основных дополняющих друг друга принципа изучения эволюционных процессов: актуализм (современность – ключ к познанию прошлого) и историзм (прошлое – ключ к познанию настоящего). Законы развития выявляются путем изучения соответствующего информационного фонда с учетом требований, изложенных ранее. Сегодня можно говорить еще об одном пути поиска закономерностей, основанном на близости законов развития в разных областях, вытекающем из единства картин развития мира, общедиалектических положений. Так, А.М. Уголев (Естественные технологии биологических систем. Л.: Наука, 1987, с. 251) пишет: «Принцип универсальности гласит, что основные закономерности строения биологических систем всеобщы... Принцип универсальности имеет существенное гносеологическое значение, так как заставляет частную закономерность рассматривать как потенциально всеобщую и искать границы ее применения».

Необходимо отметить, что неоднократные попытки прямого переноса биологических закономерностей в другие области (социал–дарвинизм, «технический» дарвинизм и т. п.) оказывались неудачными. Причина неудач – в

трудностях, возникающих при сопоставлении разных наук, выявлении глубоких скрытых аналогий, преодолении терминологических сложностей. Сегодня ясно, что такого рода перенос оправдан лишь как вспомогательный подход, дополняющий главный – изучение информационного фонда.

Наиболее перспективной представляется позиция, активно отстаиваемая советскими философами (Урсул А.Д., Урсул Т.А. Эволюция, космос, человек. Кишинев: Штиинца, 1986) о необходимости существования некоторых общенаучных законов развития, имеющих «ранг» ниже, чем законы диалектики, но выше, чем конкретные эволюционные теории в отдельных областях: биологии, астрономии и т. д. Выявление и построение системы таких законов позволило бы выводить из них новые конкретные закономерности как частные. Каким должен быть подход к построению такой системы? В этом случае информационным фондом являются уже выявленные закономерности развития в разных областях. Среди них наиболее универсальны и подробно разработаны изложенные ранее законы развития технических систем. Это не случайно. Во–первых, техника намного проще, например биологии, где связи достаточно запутаны, трудно поддаются анализу. Во–вторых, вся техника создана человеком, поэтому, как правило, не содержит малопонятных, плохо исследованных явлений; только в технике сегодня имеется прекрасно организованный патентный фонд, что облегчает работу по анализу и выявлению закономерностей. В–третьих, в технике закономерности проявляются ярче, здесь меньше сказывается случайность, воля отдельных личностей, чем, например, в искусстве. Тем не менее отдельные закономерности бывает легче увидеть в других областях, а потом найти их аналогии в технике. Таким образом, можно взять за основу уже выявленные законы развития техники, дополнив их выявлением закономерностей в других областях.

Рассмотрим, насколько удовлетворяют требованиям универсальности такие важнейшие законы развития технических систем, как закон S–образного развития, закон противоречий (неравномерного развития частей системы), закон увеличения степени идеальности.

Как уже было сказано, S–кривые первоначально были открыты не в технике, а в биологии. Сегодня установлено, что трехэтапная схема развития наблюдается в социальных системах (общество, коллектив), выполняется для научных теорий (рождение, бурное развитие и стабилизация либо отрицание новыми фактами). Таким образом, этот закон в достаточной степени универсален.

Не менее универсален и закон противоречий. История науки дает множество примеров возникновения и разрешения противоречий в научных теориях.

Пример. С точки зрения классической механики атом как система, состоящая из тяжелого положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов, расположенных вокруг него, может быть устойчив лишь при условии вращения электронов вокруг ядра. Однако классическая электродинамика утверждает, что в этом случае электроны, двигаясь с ускорением, будут непрерывно излучать электромагнитные волны и, теряя энергию, постепенно приближаться к ядру, что приведет к электродинамической неустойчивости. В то же время опыт утверждал, что атом вполне устойчив, а излучаемый спектр электромагнитных колебаний не непрерывный, а дискретный. Таким образом было сформулировано противоречие между классической теорией и опытом. Это противоречие разрешил Н. Бор, постулировав наличие в атоме стационарных орбит (квантовых уровней), двигаясь по которым электрон не

излучает. Излучение происходит лишь при переходах с одной орбиты на другую, причем определенными порциями энергии – квантами.

Противоречия в научных теориях и способы их разрешения изучались специалистами по ТРИЗ с целью разработки методики решения исследовательских задач (Кондраков И. Алгоритмы открытий?...– Техника и наука, 1979, № 11; Митрофанов В. По следам возбужденной молекулы.– Техника и наука, 1982, № 2). Интересно, что сходство между развитием технических систем и научных теорий было обнаружено не только в наличии противоречий, но и в конкретных примерах их разрешения.

Пример. Генетики выявили некоторые приемы получения мутаций. Например, хромосомные перестройки (изменение последовательности расположения генов в хромосоме) наиболее часто происходят путем инверсии (поворот участка хромосомы на 180°) либо транслокации (хромосомы разбиваются на отдельные участки и обмениваются ими). То есть приведенные способы получения мутаций аналогичны типовым изобретательским приемам «сделать наоборот» (инверсия) и «дробление–объединение» соответственно. Используется в природе и прием перехода к «би–системе» (удвоение числа хромосом – полиплоидия).

Аналогия в противоречиях и приемах их разрешения в технике и науке позволила предположить аналогию в инструментах по решению изобретательских и научных задач и легла в основу работы по разработке методики решения исследовательских задач.

Противоречия формулируются и разрешаются и в искусстве. Вот как об этом пишет Б.Р. Виппер (Введение в историческое изучение искусства. М.: Изобразительное искусство, 1985, с. 187): «Но как только задачей живописца становится изображение какого–то процесса, движения, так неизбежно возникает противоречие между неподвижным и неизменным изображением и транзитивным характером изображаемого движения. Противоречие еще более обостряется, когда живописцу приходится иметь дело с комбинацией нескольких движений, с их различными темпами и последовательностью».

На множестве примеров Виппер показывает появление и разрешение противоречий в разных жанрах искусства.

Несколько сложнее обстоит дело с расширением области применения закона увеличения степени идеальности, причем основная трудность связана с определением понятия идеальности в разных областях. Тем не менее и здесь есть определенные успехи. Как было показано, увеличение идеальности в технике определяется как рост отношения полезных функций системы к факторам расплаты. Сформулируем понятие идеальности в науке, исходя из этого определения. Полезная функция научной теории – это ее способность систематизировать и объяснить имеющиеся факты и предсказать существование новых, еще неизвестных. К факторам расплаты можно отнести ее сложность, количество необходимых постулатов, объем работы, которую необходимо проделать для получения практических результатов, отрицательные последствия тех или иных открытий. Очевидно, что увеличение степени идеальности научной теории – это повышение ее объясняющей и предсказывающей способности при снижении сложности, трудозатрат, негативных последствий.

Пример. Первое доказательство теоремы Геделя занимало десятки страниц, было сложным и малодоступным. Сегодня ее можно доказать на нескольких страницах.

Особо следует отметить такой фактор расплаты, как необходимость введения в научную теорию постулатов. Практически всегда, когда науке удастся избавиться от недоказуемых допущений, осуществляется крупный шаг вперед в понимании природы.

Пример. Важнейшее достижение теории относительности – отказ от понятия абсолютного пространства.

Уменьшение количества произвольно вводимых положений в науке соответствует древнему принципу, который с XIV века является одним из главных для науки, – принципу «бритвы Оккама», гласящего, что «сущностей не следует умножать без необходимости» (Бернал Дж. Д. Наука в истории общества. М.: Издательство иностранной литературы, 1956). Таким образом, классический принцип Оккама является проявлением тенденции к увеличению степени идеальности научных теорий.

Существует в науке и понятие, сходное с понятием идеального конечного результата в технике.

Пример. Академик Н.Н. Моисеев (Математика ставит эксперимент. М.: Наука, 1979, с. 200) указывает, что «в исследовании операций существует понятие идеальной схемы или идеального решения – решения, не стесненного никакими ограничениями».

Идеализированные понятия используются в науке широко: «идеальный газ», «абсолютно черное тело», «абсолютный вакуум» и т. п.

С 30–х годов нашего столетия в работах физиков стали исследоваться закономерности развития различных систем, в особенности явлений их самоорганизации. В 1947 году И. Пригожий сформулировал принцип минимального производства энтропии, согласно которому система строится так, чтобы ее энтропия (мера беспорядка, хаотичности) возрастала как можно медленнее. Если принять рост энтропии, энергетические потери как фактор расплаты за выполнение системой каких-то полезных функций, принцип Пригожина аналогичен повышению идеальности системы.

На базе работ И. Пригожина и Л. Онсагера Н.Н. Моисеев с учетом опытных фактов сформулировал эмпирический принцип «минимума диссипации» (рассеяния энергии), распространив его действие на развитие любых систем. Несмотря на то что для большинства систем этот принцип строго не доказан, тем не менее он «...достаточно правдоподобен и не противоречит экспериментальному материалу» (Моисеев Н.Н. Алгоритмы развития. М.: Наука, 1987, с. 56). Таким образом, оба принципа аналогичны принципу повышения идеальности и распространяются не только на технические, но и любые другие системы.

Понятие, аналогичное факторам расплаты, сформулировал академик А.М. Уголев в биологии, рассматривая эволюцию жизни под техническим углом зрения. Он назвал «метаболической стоимостью любой структуры или функции» энергетические, пластические и другие затраты на ее поддержание,

регулирование, а также связанные с ней побочные, вредные или ненужные эффекты. И показал, что в процессе биологической эволюции идет усиление, повышение эффективности полезных для организма функций, но только до тех пор, пока прирост «пользы» больше прироста «стоимости» функций. Принцип эффективности А.М. Уголева (Естественные технологии биологических систем, с. 253) также аналогичен принципу повышения идеальности в ТРИЗ.

Увеличение степени идеальности в лингвистике можно представить как повышение информационной емкости языка, возможностей выразить мысли меньшим числом слов, увеличением количества оттенков. В истории развития языка можно увидеть постоянное расширение его возможностей, увеличение количества слов и понятий, способных отражать все новые и новые стороны жизни, и вместе с тем – постоянное его совершенствование, повышение компактности. Аналогично можно ввести понятие увеличения степени идеальности в искусстве. Произведения искусства несут в себе множество важных для человека, полезных функций: просветительскую, воспитательную, гедонистическую (наслаждение), вовлечения в сотворчество и т. п. Все они проявляются через главную полезную функцию – выразительность художественного произведения. А факторы расплаты – это художественные средства, обеспечивающие эту выразительность. Вся история развития мирового искусства показывает, как постепенно, с остановками, возвратами, тупиковыми шагами, но неуклонно повышается его выразительность при повышении лаконичности произведения. Сегодня имеется немало примеров, расширяющих сферы применения и других законов технических систем. Более того, как видно из приведенных выше примеров, законы развития, сформулированные для систем материальных (состоящих из веществ, полей, тех или иных операций), оказываются в немалой степени справедливыми и для семиотических систем, состоящих из знаков, информации («семиотика» – по-гречески «знак», «признак»). К таким системам относятся языки, в том числе язык произведений искусства, научные теории и сами законы развития. Отсюда вытекает гипотеза о подчинении законов развития технических систем своему собственному действию, то есть согласование системы происходит динамично, с переходом в надсистему или на микроуровень; развертывание и свертывание происходит согласованно, динамично; система законов развития технических систем ретикулярна и каждый закон действует на все остальные и подвергается их действию, что объясняет нередкие пересечения в линиях действия законов. Эта гипотеза оказалась полезной при разработке системы законов и методологии прогнозирования. Имеются данные, ее подтверждающие, но окончательное доказательство этого, как и того, могут ли законы развития технических систем претендовать на роль базы для создания универсальных законов развития любых систем, – дело будущего.

ТРИЗ и патентование

Юридическая защита прав изобретателей существует уже несколько столетий – первый патентный закон был принят в Англии в 1623 году. Расцвет патентного права наступил при капитализме – именно тогда сложилось понятие патента как юридического и экономического документа, защищающего права создателя

нового. Основа патентного (изобретательского) права – понятие «изобретение». Оно многократно уточнялось. Критерии изобретения в разных странах, как правило, различны, но в одном все сходятся: изобретение – это результат творческого труда. Но как установить патентному ведомству, был ли творческим труд создателя заявляемого решения? Совершенно ясно, что в этом случае невозможно опираться на свидетельства самих изобретателей, и не столько из-за возможных искажений истинного, положения, сколько из-за того, что изобретатель, работающий методом проб и ошибок, решение находит в результате случайной, неконтролируемой сознанием ассоциации, так называемого озарения, которое невозможно предъявить экспертизе для установления истины. Остается одно – оценивать творческий характер по самому решению. В патентных законах разных стран существуют критерии, позволяющие установить творческий характер изобретения с той или иной степенью достоверности. Во многих странах (в том числе и у нас по новому изобретательскому законодательству) в качестве такого критерия принята неочевидность решения. К сожалению, подобные критерии недостаточно определены, допускают субъективное толкование. Именно из-за этого экспертиза каждой заявки напоминает одновременно научное исследование и судебное разбирательство. Конечно, существует множество методических инструкций, разъяснений, правил, помогающих снизить субъективность экспертизы. Главная сущность этих разъяснений – понятие об изобретении как о некотором качественном скачке, дающем новый, неожиданный результат.

Сегодня с позиций ТРИЗ понятие изобретения можно уточнить. Ведь качественный скачок всегда результат разрешения противоречия. Поэтому введение в патентование понятия изобретения как решения, разрешающего или устраняющего противоречия, позволило бы существенно упростить и сделать более обоснованной процедуру патентной экспертизы.

Немаловажное значение для патентной экспертизы могло бы иметь и принятое в ТРИЗ деление изобретений по уровням. По действующему сегодня патентному законодательству одинаковыми правами и привилегиями обладают и автор мельчайшего изобретения (1 уровень) и автор пионерного (5 уровень) изобретения. Такое равенство в действительности оборачивается огромным неравенством, так как ставит в невыгодное положение создателей крупных изобретений, ведь их изобретения внедряются долго, отдача от них может наступить через много лет... Таким образом, отсутствие градаций изобретений снижает престижность творчества высокого уровня, стимулирует создание изобретений низкого уровня, приводит к застою в развитии техники – ведь на будущее работают только изобретения высокого уровня.

Еще одна проблема в патентоведении – создание системы классификации изобретений, позволяющей с минимальными затратами времени находить нужные изобретения в многомиллионном патентном фонде. Сегодня более чем в 75 странах используется созданная в 60-х годах международная классификация изобретений (МКИ), при разработке которой были учтены оба исторически сложившихся альтернативных принципа построения национальных классификаций: отраслевой (по отраслям промышленности или областям человеческой деятельности, например «Транспортные средства», «Медицина» и т. п.) и функциональный (по выполняемой функции, например «Разделение»,

«Смешивание» и т. п.). Каждые 5 лет МКИ пересматривается с учетом развития техники (в настоящее время действует ее четвертая редакция, которая включает 8 разделов, 118 классов, 614 подклассов, 6 701 группу и 61 395 подгрупп).

Специалисты по ТРИЗ, патентоведы В.Г. Березина и П.В. Мальцева в статье «Законы развития технических систем – основа для совершенствования классификации изобретений» (В сб. тезисов конференции «Теория и практика обучения техническому творчеству». Челябинск, 1988) приводят исследование МКИ с позиций законов развития техники. Они установили, что в некоторых разделах, классах МКИ в порядке расположения рубрик довольно четко отражаются законы развития технических систем (повышение идеальности, переход на микроуровень, согласование и рассогласование, повышение динамичности и т. д.) и предположили, что в принципе любой раздел МКИ может быть построен по единой схеме, отражающей законы развития:

Асинхронные электрические машины

.согласование

..форм и размеров

...путем использования геометрических эффектов

ИЛИ:

Гидравлические машины объемного вытеснения

.согласование

..форм и размеров

...путем использования геометрических эффектов

Конечно, для создания и внедрения подобной классификации потребуется немало времени, огромная работа по переклассификации существующих патентных фондов, и в первую очередь по убеждению специалистов–патентоведов в преимуществах такой классификации, что весьма проблематично в ближайшем будущем. Но такая классификация чрезвычайно упростила бы пользование патентными фондами и, что самое важное, приобрела бы прогностические возможности: непосредственно из ее стандартных рубрик вытекало бы знание, в каком направлении нужно развивать конкретную техническую систему.

Развитие творческого воображения

Методика решения изобретательских задач реализуется человеком, поэтому в ТРИЗ практически с самого начала обучения большое внимание уделялось не только «техническому», но и «человеческому» направлению, в частности, вопросам борьбы с психологической инерцией, формирования, стимулирования воображения.

Развитое воображение – необходимое качество изобретателя. Вместе с тем работа с инженерами показала, что за редкими исключениями уровень воображения, способность к фантазированию у них очень низкие. В начале века французский психолог Т. Рибо показал, что воображение человека достигает максимума в возрасте примерно 17 лет, а затем падает. Сегодня из-за информационного взрыва этот максимум снизился и сдвинулся к 12 – 14 годам. Таким образом, к моменту начала профессиональной деятельности инженер, как правило, уже не обладает

воображением, необходимым для создания нового.

Для форсирования воображения в курсе обучения изобретательству появился раздел развития творческого воображения (РТВ), включающий набор упражнений, различных заданий на сообразительность, расшатывавших психологическую инерцию, разрушающих стереотипы. Поначалу, когда ТРИЗ еще не обладала нынешней эффективностью, такие упражнения компенсировали ее слабые стороны, делали процесс обучения живее, привлекательнее. Но по мере усиления ТРИЗ они пришли в противоречие с ней. Получалось, что наряду с тренировкой в овладении высокоорганизованным, целенаправленным «тризным» мышлением шла тренировка в переборе вариантов, которая, помогая слушателю на первых порах обучения, довольно быстро становилась тормозом в формировании творческого мышления, мешала освоению ТРИЗ. Поэтому по мере развития ТРИЗ традиционные упражнения на смекалку заменялись упражнениями по целенаправленному использованию методов преодоления психологической инерции, таких как избавление от терминов при формулировании задач, умение излагать сложные проблемы просто, так чтобы их мог понять школьник, использование метода «моделирование маленькими человечками» и т. п. Еще одним хорошим упражнением, помогающим избавляться от невидимых ограничений и барьеров в собственном сознании является «оператор РВС» (Размер, Время, Стоимость), как он назывался в первых публикациях по ТРИЗ [2, 3] или, как чаще говорят теперь, «оператор числовой оси». Суть его в проведении серии мысленных экспериментов, позволяющих «размыслить» четкое представление о системе, увидеть ее как бы в тумане – мягкой, нечеткой, изменяемой.

Что будет, если основные размеры системы увеличатся в 10, 100, тысячи раз? Если они уменьшатся? Если система будет работать в сотни раз быстрее или медленнее? При температуре кипящей стали? На поверхности Солнца? В космосе, при температуре, абсолютного нуля? При сверхвысоком давлении? На планете, где не действуют привычные нам физические законы? Если системой будет управлять не человек, а...?

К упражнениям необходимо относиться серьезно, уделять каждому достаточно много времени, особенно в начале обучения, когда еще нет привычки к такой необычной работе.

Другим способом эффективной тренировки воображения является решение типично изобретательских задач на нетехническом материале с помощью аппарата ТРИЗ. В частности, слушателям предлагались задачи, представляющие собой ту или иную фантастическую ситуацию, содержащую противоречие и требующую разрешения.

Пример. Некий радиолюбитель постоянно возился со своим телевизором, что-то в нем меняя, совершенствуя и т. д. Однажды он увидел на экране изображение терпящего бедствие самолета, чему особого значения не придал. Но через несколько дней эти же кадры показали в хронике последних новостей. Когда подобная история повторилась, изобретатель понял, что его телевизор превратился в хроноскоп – прибор, показывающий будущие события. Обычно интервал между предсказанием и наступлением события составлял 5–7 дней. События были разные: хорошие и плохие. Предупрежденные заранее люди пытались предотвратить плохие, но это никогда не удавалось: ведь если бы событие удалось предотвратить, то оно не должно было бы появиться на экране хроноскопа. Получается противоречие: событие должно произойти,

чтобы быть показанным на экране хроноскопа, и не должно произойти, чтобы никто не пострадал. И вот однажды изобретатель увидел, что через несколько дней должно произойти покушение на президента. Неужели ничего нельзя предпринять?

Интересно, что эта ситуация, довольно часто используемая в фантастике, до сих пор не имела удовлетворительного решения. ТРИЗ позволяет разрешить это противоречие с помощью приема «копирование»: покушение имитируется в нужный момент. Тогда оно может быть показано по хроноскопу, но без отрицательных последствий.

Другая важная составляющая курса РТВ – изучение, оценка и самостоятельное придумывание научно–фантастических идей, сюжетов, рассказов. В ее основу положены исследования в области фантастики Г. Альтова. Им создан Регистр научно–фантастических идей и гипотез, ситуаций и художественных приемов, использованных в мировой фантастике. Объем Регистра – около 2000 машинописных страниц. Он разбит на 13 классов: «Космос», «Земля», «Общество», «Человек», «Роботы» и т. д. Классы включают подклассы. В классе «Космос», например, есть разделы «Космические путешествия», «Пришельцы», «Контакты» и т. д., всего 92 подкласса, 668 групп, 2980 подгрупп.

Анализ сведенных в Регистр идей позволил выявить определенные закономерности, приемы генерации фантастических идей, которые оказались довольно близкими к типовым изобретательским приемам. На базе этих приемов была разработана морфологическая таблица их использования, получившая название «фантограмма». По вертикали в таблице записаны основные особенности реального объекта: вещество (химический состав, физические свойства), подсистемы, надсистема, энергетика, сфера обитания, способ перемещения, воспроизведение (изготовление), направление развития, цель существования; по горизонтали – основные приемы фантазирования: сделать наоборот, увеличение – уменьшение, ускорение – замедление, динамизация – статика, универсализация – ограничение, дробление – объединение, квантование – непрерывность, внесение – вынесение, смещение во времени, оживление, изменение связей, изменение законов природы.

В каждой клетке таблицы может быть записан результат – измененная характеристика объекта, как правило, до фантастического состояния.

Последовательное обращение к разным клеткам таблицы позволяет получить очень интересные фантастические ситуации.

Пример. Возьмем в качестве исходного реального объекта книгу. Выберем одну из ее характеристик, например, способ воспроизводства. Теперь выберем прием, например, «сделать непрерывным». Как себе представить непрерывное воспроизводство книги? Возможно, что это ситуация, когда автор постоянно переписывает ее. Но в этом нет ничего фантастического. Внесем фантастический элемент: книга уже вышла, а автор желает что-то в ней изменить. И вот по его воле в уже напечатанной книге исчезает один абзац и заменяется другим. Еще один вариант: книга поступает к читателю в неокончательном виде. Каждая линия сюжета может развиваться в нескольких направлениях, по выбору читателя. Допустим, читатель сам решает, поехать ли д'Артаньяну за подвесками королевы в Лондон или нет. Соответственно, дальнейшие события могут принять совсем не тот оборот, что у Дюма. В принципе, при наличии персональных компьютеров такого рода «Динамическая книга», являющаяся в какой-то мере развитием компьютерных игр, вполне реальна и может иметь воспитательное значение, не только увлекая читателя романтической дружбой и мужеством мушкетеров, но и показывая, что любые другие варианты – трусость, попытки «словчить», предательство – являются

гибельными.

Помимо фантограммы существуют и другие способы генерации фантастических идей, основанные на системном переходе (Альтов Г. Чтобы стать принцессой. В сб.: О литературе для детей. М.: Детская литература, 1968).

Изучение научной фантастики в курсе РТВ служит не только для активизации, создания управляемой фантазии человека, но и для развития навыков объективной оценки тех или иных явлений, предметов. На базе того же Регистра Г. Альтовым и П. Амнуэлем была разработана шкала оценки научно-фантастических произведений «Фантазия» (Инженер читает фантастику. – Техника и наука, 1983, № 8). Шкала включает 5 главных показателей, по которым читатели обычно оценивают научно-фантастическую идею, сюжет, произведение: новизна, убедительность, человековедческая ценность, художественная ценность, а также субъективная оценка, выставляемая читателем из собственных интуитивных ощущений. Каждый показатель оценивается в баллах, от одного (самый низкий балл) до четырех (самый высокий). Например, один балл за новизну выставляется, если использована идея известная, а четыре – за совершенно новую идею, не имеющую прототипа даже в сказках и мифах. Самый низкий балл по человековедческой ценности выставляется чисто научной или технической идее, никак не затрагивающей человеческое общество, а самый высокий – за утопии или антиутопии – попытки мысленного построения общества нового типа. Низкая оценка по одному из показателей вполне может сочетаться с высокой по другому показателю. Например, чистая сказочность (а значит, низкая убедительность) рассказов Р. Бредбери, К. Саймака не отражается на высокой художественной ценности и, как правило, огромной человековедческой ценности рассказов этих писателей-фантастов.

Полученные пять оценок в баллах перемножаются между собой. Произведение определяет класс, в который попадает тот или иной сюжет, от первого (1 балл) до двадцатого (более 750 баллов).

Работа со шкалой чрезвычайно полезна для изобретателя. Во-первых, каждый рассказ – своеобразное упражнение на фантазию; шкала стимулирует вдумчивое чтение. Во-вторых, каждая оценка идеи, сюжета – это микроисследование, которое, повторенное многократно, способствует развитию системного, аналитического мышления. А курс РТВ в целом необходим для воспитания мощного управляемого творческого воображения, без которого чрезвычайно трудно совместить строгость и точность при формулировании шагов АРИЗ по заданным правилам и свободное течение мысли при развитии полученных идей. Он не только обеспечивает форсирование генерации новых идей, но и снимает психологические барьеры, из-за которых затрудняется восприятие новых оригинальных идей высокого творческого уровня, получаемых с помощью ТРИЗ.

Формирование творческой личности

По мере накопления опыта преподавания ТРИЗ стало заметно, что многие слушатели, активно воспринимавшие и хорошо усвоившие ТРИЗ, даже решившие в период обучения одну или несколько практических изобретательских задач,

впоследствии переставали решать задачи, подавать заявки на изобретения, не предпринимали попыток внедрения своих идей. Сначала этот факт вызвал удивление – человеку дали инструмент решения творческих задач, фактически предоставили возможность заняться творческой деятельностью, а он этим не воспользовался. Почему?

На этот вопрос ответ был получен в результате исследования, проведенного Г.С. Альтшуллером и И.М. Верткиным [9,27] с помощью методологии ТРИЗ. Первый этап работы заключался в анализе около тысячи биографий наиболее ярких творческих личностей в различных областях человеческой деятельности с целью выявления статистически достоверных общих черт, им присущих. Подобная работа проводилась и ранее, но в результате выделялась обычно одна характеристика – талант (способности, зачатки способностей). Действительно, талант – неотъемлемая сторона творчества, вот только понятие это неопределенное, не раскрытое через составляющие. Более того, наличие таланта определяется обычно по результатам деятельности, постфактум, и в этом плане является синонимом творчества. Поэтому в новом исследовании была поставлена цель найти качества, каждое из которых вполне определимо, может быть целенаправленно воспитано и которые в сумме составляют таинственный талант. Процесс решения задачи длится короткий срок – дни, недели, месяцы, не больше, и завершается получением и первоначальной проверкой новой идеи. Значительно дольше длится весь творческий цикл: выбор проблемы, решение составляющих проблему задач, внедрение. Такой цикл длится годами, а иногда в течение полутора–двух десятилетий. На протяжении всего цикла от человека требуется не только умение решать задачи. Нужен комплекс качеств:

- наличие значительной, новой и общественно полезной цели;
- наличие пакета рабочих программ, регулярный контроль выполнения этих планов;
- высокая работоспособность (в выполнении планов);
- хорошая техника решения творческих задач, входящих в проблему;
- способность отстаивать свои цели, «умение держать удар»;
- результативность: частичные положительные результаты уже на пути к цели.

Воспитать этот комплекс качеств намного труднее, чем научить решению задач. Хороший преподаватель может за 100–200 учебных часов научить решению задач 50–70% слушателей (теоретически даже 100%). Но если у того же преподавателя из 100 слушателей 1–2 сформируют комплекс качеств – это хорошо. Воспитание намного сложнее обучения.

Одним из самых важных качеств творческой личности является наличие большой достойной цели. Характерно, что такая цель всегда лежит в начале новой S-образной кривой развития технической или иной системы. Новое Дело предоставляет каждому широчайшее поле деятельности. Идеи находятся легко, и их гораздо больше, чем людей, желающих и способных их разработать. Мы привыкли считать людей, начавших новое Дело и приведших его к общему признанию, особенными, необыкновенными. В действительности же начинают Дело обычные, мало кому известные на этом этапе люди. Обилие и легкость выдвижения идей – характеристика не столько человека, сколько первого этапа развития. Потом, на последующих этапах, когда исчерпаны ресурсы развития и новая идея – редкий гость и величайшая ценность, возникают легенды о

сверхгениальности тех, кто стоял у истоков Дела.

Наличие большой цели определяет и многое другое: в процессе работы по ее достижению вырабатывается умение планировать и контролировать свою работу, работоспособность; увлеченность делом помогает «держать удар».

Творческая личность – не звание, которое дается человеку раз и навсегда, это процесс. Очень немногим удавалось в течение жизни сохранить творческий режим. Разные причины выбивают человека из творческой «колеи»: болезни, сопротивление окружающих, внешних обстоятельств, но самый коварный враг творчества, как ни странно, – успех, достижение поставленной цели. Человек защитил диссертацию, стал признанным специалистом, но тема исчерпана, творчество закончилось. Конечно, можно найти другую тему, но как редко это делается. И человек превращается в функционера либо остается на старом месте и имитирует творческую работу. Чтобы этого не произошло, цель должна быть большой, чтобы хватило на всю жизнь. Вопросу сохранения творческой личности в борьбе с внешними обстоятельствами посвящен второй этап работы – создание жизненной стратегии творческой личности. Главная цель – оказать помощь творческой личности в «игре» с внешними и внутренними обстоятельствами. Внешние обстоятельства – сопротивление окружающей среды: материальной субстанции самого человека (нужно зарабатывать на пропитание, это отнимает силы и время), ближнего (семья) и дальнего (общество) окружения и т. д. Внутренние обстоятельства – сопротивление самой проблемы, например возникновение необходимости в сборе и обработке большой статистики. Метод и план разработки – обычные для ТРИЗ. Изучение «патентного фонда»: биографий выдающихся революционеров, ученых, изобретателей, писателей, художников и т. д. Анализ и выявление наиболее сильных ходов, которые сделал тот или иной человек. Анализ слабых ходов. Наконец, анализ действий внешних и внутренних обстоятельств. Составление на этой основе сводного алгоритма, обобщающего опыт игры творческих личностей и позволяющего по возможности избегать ошибок. Игра в чем-то похожа на шахматы: ходы внешних обстоятельств против творческой личности, ответные ходы. Помимо основных ходов есть вспомогательные – усиливающие и упреждающие. Игра своеобразная: внешние обстоятельства могут делать каждый раз сколько угодно усиливающих ходов, человек может делать – если догадается! – упреждающие ходы, которые пригодятся в дальнейшем.

Используя аналогию с шахматной игрой, можно сказать так: внешние обстоятельства сильны тем, что они имеют в запасе вагоны ферзей, и слабы тем, что до определенного времени не видят личности в своем партнере, шаблонно играя на миллионах досок; человек слаб тем, что беззаботно теряет время в начале игры, и силен тем, что может не сдаться, несмотря на двести объявленных ему матов...

Игра условно разделена на дебют, миттельшпиль, эндшпиль и постэндшпиль. Дебют состоит из двух частей. Первая часть завершается окончательным выбором цели, вторая посвящена отражению молодежных соблазнов. Дебют имеет огромные скрытые резервы по совершению упреждающих ходов. Именно в дебюте есть время на тщательную подготовку к проведению игры на достаточно высоком уровне, потом будет некогда.

Миттельшпиль состоит из трех частей. В первой части результатов еще нет,

ведется разработка, но движение к цели само по себе остроконфликтно. В начале второй части получены первые результаты, следуют попытки внедрения, игра обостряется. Администраторы стараются отеснить творческую личность от полученных результатов. Казалось бы, игра проиграна (если творческая личность сохраняет монополию на полученные результаты, игра тоже проиграна: в самом человеке администратор вытесняет творца). Но именно здесь творческая личность может совершить вернейший ход, перейдя к более общей (надсистемной) цели. Это ключевой момент третьей части миттельшпиля. Именно здесь изобретатель превращается в Изобретателя.

Если движение к цели вызывало конфликты, то движение к надцели проходит через сплошные и острейшие схватки. Ходы внешних обстоятельств становятся более злыми, хитрыми, изощренными. Человеку приходится не только преодолевать противодействие, но и уклоняться от «объятий» внешних обстоятельств. Одна из самых трагических форм творческой смерти – превращение творца в Большого Начальника. Все воспринимают это как признание, победу, возможность жить и работать в хороших условиях... Но творчество – вне этого...

В эндшпиле следует очередной переход в надсистему целей, первоначальная конкретная техническая задача, ставшая при первом надсистемном переходе научно–технической, теперь превращается в общечеловеческую. Изобретатель превращается в Мыслителя.

Внешние обстоятельства – очень опытный и коварный партнер. Значит, человек неизбежно проигрывает?

Каждый шаг человека в игре – выигрыш, рост над собой, мгновение приобщения к жизни, исполненной высокого смысла (нет ничего более привлекательного, чем творческая жизнь).

В отличие от шахматной партии в «сводной игре» есть постэндшпиль (если, конечно, еще при жизни были сделаны необходимые упреждающие ходы). Книги Жюль Верна выходили и после его смерти (часть он написал при жизни «про запас», часть написал его сын).

Может показаться, что нет смысла разбираться в отношениях одиночки с внешними обстоятельствами в конце XX века, когда, как всем известно, тон в научно–техническом прогрессе задают большие коллективы. Действительно, большие коллективы являются определяющими, когда речь идет о разработке признанных идей. Стратегия же рассматривает судьбу новорожденных идей до их перехода в стадию, когда разработкой займутся большие коллективы. Большие коллективы – это и большая инерция. Следует помнить слова академика В.И. Вернадского: «Вся наука доказывает на каждом шагу, что в конце концов постоянно бывает прав одинокий ученый, видящий то, что другие своевременно осознать и оценить были не в состоянии». Таким образом, стратегия затрагивает чрезвычайно важный этап в жизни новой идеи и ее создателя.

Исследования в области жизненной стратегии творческой личности продолжаются: расширяется фонд изучаемых биографий, более детальным становится анализ, становятся инструментальнее шаги деловой игры. В настоящее время разработаны сборник задач и упражнений по формированию качеств творческой личности, другие методические материалы для повышения эффективности занятий по этой теме. Появился и продолжает пополняться

«темник» исследовательских работ в этой области.

Закономерности развития коллективов

От чего зависит лицо коллектива? Почему в одних царит дух творчества, взаимовыручки, увлеченности делом, а в других склоки и раздоры при весьма скромных трудовых успехах? Часто считают, что все зависит от руководителя или особого подбора людей: приходит в коллектив новый руководитель (энергичный, опытный) – и дело сдвигается с мертвой точки. К сожалению, известны и другие примеры, когда без конца меняют начальников, а все остается по-прежнему. Многое зависит от людей, но не все. Есть и другие причины, закономерности, определяющие характер коллектива. Где же их искать?

Для выявления этих закономерностей Б.Л. Злотиным, А.В. Зусман и Л.А. Капланом было собрано большое количество информации о развитии разных коллективов, существовавших в разные времена у разных народов, от малых и неформальных до самых крупных, в том числе производственных и научных объединений, общественных, политических, религиозных и других организаций. Анализ собранной информации показал, что основные характеристики коллектива – моральные и деловые качества лидера и рядовых членов, результаты работы и способы их оценки, – словом, вся жизнь коллектива зависит от того, на каком из трех основных этапов развития S-образной кривой находится Дело, для которого создан коллектив.

Итак, новое Дело появилось. Как правило, трудами одного, в крайнем случае нескольких человек, сделавших открытие или крупное изобретение. Вокруг них постепенно собирается небольшой вначале коллектив энтузиастов. Что движет ими? Факторы развития на первом этапе, как правило, сугубо личные: у одних – любознательность, желание принести пользу людям, у других – честолюбие, надежда на будущую карьеру, богатство и т. д. Но различие в дальних интересах не мешает людям работать вместе, потому что главное для всех – чтобы Дело пошло. А идет оно нелегко. Главное противоречие этапа: новое Дело объективно нужно обществу, но общество об этом не знает, энтузиастам не помогает. Это в лучшем случае, когда создается принципиально новая система, не затрагивающая ничьих интересов. Если же речь идет о замене или радикальном изменении уже существующей системы, вместо равнодушия приходится сталкиваться с сопротивлением существующего (как правило, большого) коллектива, пытающегося «дожимать» исчерпавшую возможности развития систему.

Взаимоотношению творческой личности и созданного ею коллектива с внешними обстоятельствами посвящена Жизненная Стратегия творческой личности, о которой мы уже говорили.

Лидер коллектива на этом этапе – творческая личность, автор и главный разработчик идеи. Основная его черта – убежденность в важности нового Дела, увлекающая других. Коллектив, как правило, молод, невелик, не имеет формальной структуры, чрезвычайно демократичен. Дисциплина сознательная, основанная на добровольном подчинении интересам Дела. Работа обычно ведется на общественных началах, плата за нее – моральное удовлетворение от

причастности к Делу, радость творчества. Нет конкуренции, хотя есть соревнование, обмен информацией свободный. Большое значение придается моральным качествам. Обстановка в коллективе сердечная, даже праздничная, многие находятся в личной дружбе.

Коллектив первого этапа крайне заинтересован в привлечении новых людей в Делу. Это определяет профессиональный язык – простой, без сложной терминологии. В коллектив может прийти любой, конкурса нет, работы непочатый край, на всех хватает. Срок «ученичества» в новом Деле, когда еще не накоплено много специальной информации, невелик. Постоянные трудности, с которыми сталкивается коллектив, приводят к тому, что в коллективе не задерживаются люди корыстные, нечестные. Интересно, что некоторые «перековываются», принимают систему ценностей коллектива. Коллектив постоянно самоочищается, консолидируется.

В конце первого этапа развития, когда информация о новом Деле распространяется достаточно широко и становится ясно, что в недалеком будущем возможно признание Дела обществом, в коллектив начинают приходить дальновидные карьеристы, рассчитывающие на получение в будущем «дивидендов». Объективно это полезно для развития Дела, но служит залогом его «порчи» в дальнейшем на третьем этапе.

Второй этап развития начинается, когда общество наконец осознает полезность нового Дела. Появляется новый мощный фактор – все возрастающая потребность общества в новой системе, – который приводит к «цепной реакции» развития Дела. Факторы торможения на этом этапе определяются в основном трудностями быстрой мобилизации ресурсов, подготовки людей. Развитие тормозится также из-за того, что многочисленные творческие задачи разного уровня решаются в основном с помощью МПИО. Но обычно эта трудность преодолевается за счет подключения к Делу все возрастающего количества человеческих ресурсов, то есть путем экстенсивного развития. Главное противоречие этапа: большинство мер, принимаемых для развития коллектива, способствуют ускорению развития Дела, но закладывают основы «порчи» коллектива в будущем. Это смена Лидера (вместо основателя Дела – творческий администратор), приобретение формальной структуры, ее постоянный рост и усложнение, появление административно-управленческого аппарата; снижение уровня демократии в коллективе; установление высоких зарплат, других материальных благ, а также почестей (орденов, других наград), впрочем, пока вполне заслуженных. Все это изменяет моральный облик коллектива: на первый план выходят деловые качества, моральные отступают на задний план. Уходит пионерский дух. Возникает необходимость насильственного поддержания дисциплины. Усложняется профессиональный язык, он уже менее доступен неподготовленному человеку. Доступ в коллектив ограничивается: Дело становится престижным, есть возможность отбора по деловым качествам.

О том, что начался третий этап – загиб S-образной кривой, застой в Деле, – обычно мало кто догадывается, потому что на первый взгляд все идет самым лучшим образом: выпускается продукция, публикуются отчеты, вкладывается все больше и больше средств, но постепенно рост отдачи начинает отставать от роста затрат. Фактор развития остался прежний – потребность общества, но появился новый фактор торможения – исчерпание ресурсов развития. Единственно

правильным ходом на этом этапе является переход к развитию Дела на принципиально новом уровне (полная реорганизация либо расформирование коллектива и начало нового Дела), но он приходит в противоречие с интересами коллектива, который не хочет реорганизаций, переквалификации и других неприятностей переходного периода. Происходит инверсия целей: главной задачей коллектива становится не развитие Дела, что в прежнем направлении просто невозможно, а самосохранение, саморазвитие. Главное противоречие третьего этапа: интересы данного коллектива и общества расходятся, причем цели общества прогрессивны (ему нужно развитие Дела), а коллектива – реакционны, он стремится затормозить опасное для себя развитие. В тех случаях, когда коллектив оказывается победителем, развитие Дела замедляется или даже полностью останавливается, сменяется имитацией, псевдоразвитием. Вместо Дела «идет в рост» Коллектив, в основном за счет вспомогательных подразделений. В псевдоразвитие вкладываются огромные средства, но в результате вместо Дела увеличивается количество бумаг, отчетности, появляется гигантомания – стремление к «проектам века».

Необъявленная «война» коллектива против общества обостряется на протяжении всего третьего этапа. Коллектив старается навязать обществу то, что ему выгодно производить, а не то, в чем оно нуждается. Он изо всех сил добивается монопольного положения, позволяющего усилить свой диктат. Коллективы, созданные для борьбы с тем или иным общественным злом, на третьем этапе с ним срачиваются, так как им невыгодна полная победа, после которой неизбежно последует ликвидация успешно поработавшего коллектива. А коллективы, созданные для оказания помощи обществу в том или ином вопросе, начинают бороться с теми, кому должны помогать.

Инверсия целей приводит к инверсии власти в коллективе. Лидирующее положение захватывает административно–управленческий аппарат, подразделения, в чьих руках распределение благ и наказаний. Вместо отбора по деловым качествам идет отбор по анкетным данным, по управляемости, личной преданности и т. д. Если на втором этапе администраторы – выходцы из творческой среды, то на третьем их место занимают профессиональные бюрократы, постигшие хитрости системы. Авторитет их основан не на деловых качествах, а на положении в иерархии, степени близости к высокому начальству. Критерий оценки качества работы аппарат формирует самостоятельно, что позволяет ему полностью оторваться от нужд и интересов руководимого коллектива, считаться только с мнением наверху, приводит к созданию внутренней круговой поруки, номенклатурной непотопляемости.

Начинается ревизия законов, правил, действовавших на предыдущих этапах, замещение их различными подзаконными актами, инструкциями, по сути извращающими смысл законов. Инструкции множатся безостановочно и неконтролируемо, пытаются регламентировать все стороны жизни, вплоть до личных. Из-за недоступности этих инструкций для рядовых членов коллектива достигается всевластность руководящего аппарата, создающего и толкующего эти инструкции по своему усмотрению.

На третьем этапе возникает разрыв между планирующими, исполнительными и контролирующими органами, причем последние выходят на первый план. Контроль идет не по конечному результату, а по промежуточным, часто

искусственно введенным показателям (так легче контролировать). Полномочия по принятию конкретных решений делегируются вверх на одну–две ступени в иерархии, которая становится многоуровневой. Процедура принятия решений при этом усложняется. Создается иллюзия всемогущества аппарата («что прикажем – то и будет»).

Дисциплина Дела сменяется дисциплиной поведения: можно сидеть на работе и месяцами ничего не делать, но нельзя опоздать на пять минут. Разрабатываются все новые механизмы контроля и принуждения, и одновременно – пути их обхода. Демократия исчезает полностью, деятельность верхушки скрывается за завесой таинственности. При этом внешние атрибуты демократии остаются, но теперь это ширма, служащая прямо противоположной цели – укреплению бюрократической иерархии. В коллективах начинают действовать законы Паркинсона (Паркинсон С.Н. Закон Паркинсона. М.: Прогресс, 1989).

Изменяются критерии оценки труда: теперь платят не за результат (его просто не может быть), а за отработанное время, затраченные ресурсы, запускается затратный механизм. Отсюда и уравниловка для большинства, за исключением номенклатурных работников, которые получают не за труд, а за положение в иерархии, от которого существенно зависит размер получаемых дополнительных благ. Возникает огромный разрыв в реальных доходах обыкновенных работников и иерархической верхушки.

В коллективе широко распространяется ложь: невыполнимые приказы сверху провоцируют липовые отчеты. Вместо искреннего убеждения в значимости Дела возникает цинизм. Идеологические соображения ставятся выше здравого смысла, человечности. Из-за ограничения доступа к информации последняя превращается в «валюту», создается благоприятная обстановка для «перекраивания» истории, создания зон, закрытых для критики.

Из работы уходит творчество, что снижает чувство удовлетворения от работы, заставляет искать хобби, самоутверждаться, компенсировать творческую неполноценность за счет унижения подчиненных, членов семьи, других зависящих от человека людей. Неудовлетворенность в творчестве вызывает разочарование, желание уйти от неприятной действительности, отсюда рост алкоголизма, наркомании, других негативных явлений.

Идет неуклонное снижение деловых качеств, уровня компетентности руководства (предпочтение отдается компетентности в бюрократических «играх»), превращение членов коллектива в «винтики» – ничего не решающих, разобщенных, узко специализированных.

Личные интересы членов коллектива расходятся с общественными, что приводит к резкому ухудшению морального климата в коллективе, расцвету демагогии, цинизма. Из коллектива изгоняются те, кто пытается честно работать. Отсутствие общего Дела и стремление отвоевать для себя тепленькое местечко постоянно рожают внутренние склоки. Появляется кастовость, блат, в конечном итоге может возникнуть мафия.

Меняется профессиональный язык. Теперь его главная функция затруднить допуск в систему чужих, камуфляж отсутствия результатов. Приветствуется наукообразность, сложная терминология, увлечение математическими формулами, не используемыми для расчетов и вообще ненужными.

Система полностью «загнулась», пришла в застойное состояние. Вред, наносимый

ею обществу, значительно превосходит пользу от ее существования. Для дальнейшего развития Дела необходима ликвидация или полная реорганизация данного коллектива. Но сделать это очень сложно – у него могучие защитные силы и масса союзников среди ему подобных, а также бюрократы на самых разных уровнях иерархии.

Анализ современного состояния по материалам прессы, другой литературы, различных источников информации показал, что подавляющее большинство коллективов находятся на третьем этапе, причем многие из них попали на третий этап преждевременно, не исчерпав ресурсов развития Дела. За редкими исключениями эти коллективы попали на третий этап в результате искусственной остановки развития со стороны. Причина этого явления кроется в том, что любой коллектив на правах подсистемы входит в надсистему более высокого уровня: завод – в объединение, объединение – в ведомство, ведомство – в общество и т. д. При этом надсистема обладает возможностью (особенно эффективной в условиях административно-командного способа управления) влиять на состояние своих подсистем, согласуя их структуру, стиль работы с собственными. Так, застойная надсистема неустанно насаждает застой в подведомственных коллективах, несмотря на то, что объективно ресурсы Дела позволяют им еще долго и успешно развиваться в рамках второго этапа. Почему это происходит – понять нетрудно: развивающаяся система второго этапа – живой укор и пример, как нужно работать, сравнения с которым застойная надсистема выдержать не может.

Анализ работы коллективов на третьем этапе позволил выявить ряд эффективных приемов искусственного прекращения развития механизмов торможения.

У тормозящих сил надсистемы есть активный союзник внутри подведомственного коллектива – его административно-управленческий аппарат, сформировавшийся на втором этапе развития и заинтересованный в постоянном росте собственной значимости, власти, что реально достигается лишь на третьем этапе. При этом старания остановить развитие коллектива (сознательно или в результате заблуждения, непонимания ситуации) преподносятся общественности как меры по улучшению развития.

Механизмы остановки развития можно условно разделить на психологические, экономические и организационные (на самом деле они неразрывны и представляют единый комплекс).

Психологическая установка. В обществе с древних времен культивируется уверенность в том, что именно общепризнанность, наличие сложной иерархической структуры, стабильность, «зрелость» Дела и коллектива, находящегося на третьем этапе, и есть нормальные, правильные условия существования производства, науки, искусства и т.п. Коллектив третьего этапа окружен ореолом престижности, стремление к этому состоянию стимулируется.

Экономические меры. Исключается заинтересованность коллектива и его членов в конечном результате своего труда – удовлетворении той или иной потребности общества. Вводится уравниловка для коллективов: изъятие прибыли сверх установленного, обычно низкого предела; передача средств отстающим коллективам, планирование «от достигнутого» и уравниловка индивидуальная; исключение или резкое снижение материальных стимулов до пренебрежимо малой величины с одновременным принижением (а порой и извращением) моральных стимулов. Работа коллектива и его членов нацеливается на

выполнение многочисленных плановых показателей, не увязанных напрямую с конечным результатом.

Организационные меры. Экономические методы управления, характерные для второго этапа, заменяются на административно–командные. Коллективу навязывается структура, характерная для организации третьего этапа: непропорционально раздутая численность управленческого аппарата и вспомогательных служб, стандартное и незыблемое штатное расписание, единый режим планирования, учета и стимулирования работы для творческих и нетворческих работников. Творческая работа осложняется бесчисленными отвлечениями; идет неуклонный перевод творческих работников в нетворческие. Вводятся искусственные ограничения на развитие Дела: лимитирование ресурсов, множество стандартов, часто не вполне обоснованных. Коллективу предоставляется монопольное положение, позволяющее ему выйти из–под контроля потребителя.

Исследование коллективов, находящихся на третьем этапе, оставляет тягостное ощущение необычайной эффективности механизмов торможения. На самом деле это не так. История человеческой цивилизации учит, что в конечном счете общественное, научное, техническое и т. п. развитие неостановимо, несмотря на то, что даже в самые прогрессивные эпохи существовали «островки», «зоны» застоя, готовые затормозить общее движение.

Тот факт, что развитие продолжается, показывает, что существуют способы борьбы с застоём, позволяющие в конечном итоге победить его. А это означает, что механизмы антиторможения придумывать не нужно – их нужно выявлять, отбирать наиболее эффективные, проверенные временем.

Примеров разрушения торможения и последовавшего за этим резкого подъема немало и в развитии отдельных коллективов и народного хозяйства в целом. Это возрождение экономики в краткий период НЭПа в 20–е годы в нашей стране, колоссальный рост производства во время Великой Отечественной войны, рожденный не только патриотическим движением советского народа за Победу, но и снятием, многих ограничений мирного времени. Это и опыт лучших хозяйств: Ивановского станкостроительного объединения, Щекинского химкомбината, совхоза в Акчи, руководимого И. Худенко, появившихся в последнее время семейных и арендных хозяйств.

Бытует мнение, что застойные явления характерны только для наших условий, а капиталистические фирмы застою не подвержены. Это не так. О застойных явлениях в американских фирмах рассказывает журналист Дж.П. Райт в книге, написанной по материалам бесед с бывшим вице–президентом фирмы «Дженерал Моторс» Джоном де Лорианом [29]. Вместе с тем обращает на себя внимание процветание небольшого числа американских и японских фирм, выработавших в процессе длительной борьбы за рост прибылей (а значит, и за развитие!) отдельные приемы антиторможения [30]

Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что главными приемами являются мероприятия, направленные на разрушение механизмов торможения: слом административно–командной системы, переход к полному самоуправлению и самофинансированию, возвращение полномочий по принятию решений на их естественный уровень – туда, где возникает проблема, установление неразрывной связи полномочий и ответственности; разукрупнение предприятий и их

подразделений до состояния, когда каждый член коллектива сможет увидеть личный вклад в общий конечный результат, создание простой и гибкой структуры коллектива, сочетающей формальные и неформальные принципы организации, исключение возможности приобретения кем бы то ни было монопольного положения; включение экономических стимулов развития, в том числе оплаты по конечному результату труда без искусственных ограничений, самостоятельность в распределении заработанных средств; постановка перед коллективом большой общественно полезной цели, с которой увязаны личные цели и перспективы каждого члена коллектива, возвышение роли отдельного человека и престижности творческого труда.

Избежать застоя помогает и постоянное закладывание резервов на будущее: отношение к реконструкции как к нормальному состоянию производства, создание резервных мощностей на случай необходимости быстрого реагирования на изменение экономической ситуации, а также широко распространенная на Западе диверсификация – расширение номенклатуры выпускаемой продукции за счет захвата новых областей рынка.

Исследование коллективов с целью выявления эффективных и инструментальных мер борьбы с застоем продолжается. В частности, изучаются закономерности развития коллективов на разных этапах, и некоторые из них во многом близки к закономерностям развития технических систем. Так, в процессе развития коллективов происходит повышение их идеальности, развертывание и свертывание, согласование и рассогласование, повышение динамичности и т. п. Практически каждый шаг в правильном (закономерном) направлении развития оказывается эффективным средством предотвращения преждевременного «загиба».

В тех же случаях, когда переход на третий этап вызван действительным исчерпанием ресурсов, необходимой мерой является срочный (а лучше заблаговременный) поиск новых решений и идей, позволяющих Делу выйти на новый, цикл развития. Для этого необходимо использовать современные методы изобретательства, в первую очередь ТРИЗ, ФСА.

ТРИЗ и элементы творческой педагогики

Как было показано выше, коллективы, находящиеся на разных этапах S-кривой, предъявляют различные требования к своим членам. Фактически каждое общество формирует социальный заказ на воспитание людей определенного типа. Соответственно, на разных этапах развития действует своя педагогика. На первом этапе она в основном индивидуальная, направлена на вовлечение человека в новое Дело, формирование у него Большой Цели, воспитание высоких нравственных и деловых качеств, в том числе умения решать творческие задачи. Педагогика второго этапа акцентирует свое внимание на создании в человеке высокой информированности, работоспособности, активной исполнительности – деловых качеств. На третьем этапе главная цель педагогики – воспитание «винтиков» – пассивных исполнителей, что и отличало нашу педагогику застойного периода.

В докладе на июньском (1987 г.) Пленуме ЦК КПСС М.С. Горбачев сказал: «Нельзя успешно двигаться вперед методом проб и ошибок. Это дорого обходится обществу. Искусство политического руководства требует умения выявлять и эффективно разрешать противоречия». В цитате речь идет о политике, но аналогично обстоит дело и в любой другой области человеческой деятельности. В период перестройки умение творчески мыслить, владение технологией решения творческих задач и проблем становится необходимым качеством специалиста, во многом определяющим его способность приносить перестройке пользу. Не случайно февральский (1988 г.) Пленум ЦК КПСС главной целью преобразования школы назвал создание условий формирования у молодых людей творческой личности, вовлечение их в творчество.

Важнейший шаг в направлении достижения поставленной цели – воспитание творческого мышления, которое характеризуется диалектичностью, системностью, наличием управляемого воображения, эстетического восприятия науки и техники, уверенности в возможности решения проблемы.

Диалектическое мышление предполагает умение видеть в развитии любых систем борьбу противоположных тенденций, пути разрешения противоречий, понимание необходимости и неизбежности качественных скачков в развитии, последовательной и закономерной смены различных систем, развития их в направлении повышения идеальности.

Системное мышление – подход к любому объекту как к сложной системе, находящейся во взаимодействии с другими системами (системная иерархия) и «антисистемами» (выполняющими противоположные функции).

Хорошо развитое и управляемое воображение необходимо, как уже говорилось, для успешной генерации и восприятия полученных идей.

Как же воспитать эти необходимые качества? Сегодня педагогика собирает в единое целое накопленный опыт творческого воспитания. Важной составляющей его является проблемное обучение, основная идея которого заключается в том, что преподаватель в школе не просто объясняет учащимся тот или иной закон, формулу, а помогает им «открыть» их самостоятельно (Матюшкин А.М.

Теоретические вопросы проблемного обучения. В сб.: Хрестоматия по психологии. М.: Просвещение, 1987). Педагоги–новаторы нашего времени объединились вокруг идеи воспитания и обучения на основе сотрудничества, перерастающего в сотворчество. Задачу внедрения творчества в ежедневную жизнь ребят выдвинул профессор И.П. Иванов [28]. Чрезвычайно интересен и опыт В.Ф. Шаталова по разработке и использованию в процессе обучения опорных сигналов, основанный на умении свертывать и развертывать информацию. По Шаталову понять материал – значит свернуть информацию, превратив ее в простой и легко запоминаемый опорный сигнал, и затем (при необходимости) развернуть ее до первоначального объема (Соловейчик С.Л. Вечная радость. М.: Педагогика, 1986).

За последние годы возникли и быстро расширяются связи между педагогикой и ТРИЗ, причем на взаимовыгодной основе. ТРИЗ – наука о творчестве, поэтому обучение ее основам невозможно без творческой педагогики. С другой стороны, процесс теоретического осмысления опыта педагогов–новаторов с целью создания единой концепции новой школы, на наш взгляд, невозможен без ТРИЗ.

Как, например, сегодня реализуется проблемное обучение? Преподаватель задает наводящие вопросы, исходя из знания ответа. Ребята ищут его наугад, и поскольку общих правил поиска, нового знания они не знают, им остается только перебор вариантов, в результате чего проблемное обучение легко может превратиться в обучение методу проб и ошибок. Отсюда неоднозначность результатов обучения: одни ребята пользуются перебором вариантов легко, другие – неумело, пропасть между сильными и слабыми учениками возрастает. Нелегко и учителю – к каждому занятию нужно составлять новые списки наводящих вопросов. Насколько лучше было бы иметь вопросы универсальные, работающие независимо от конкретного содержания темы, помогающие открывать новое даже в том случае, если и учитель не знает конечного ответа! Ведь именно так работает профессиональный специалист по ТРИЗ в режиме поиска, при решении сложных задач временной рабочей группой. Большим подспорьем в проблемном обучении может послужить и методика решения исследовательских задач.

Под новым углом зрения позволяет взглянуть ТРИЗ и на методику В.Ф. Шаталова, которого нередко обвиняли в том, что его методология способствует зубрежке и не воспитывает творчески. Это обвинение легко отвести – среди его бывших; учеников немало творческих людей. Одна из причин его достижений в том, что информация не может быть свернута произвольно. Даже лист гофрокартона удобно складывается не в любом направлении, а по гофрам. Так, и информация сворачивается в соответствии со скрытыми в ней закономерностями. Таким образом, обучая свертыванию, Шаталов одновременно учит выявлению закономерности – очень важному элементу творческого мышления.

Педагогика творчества не может быть реализована без обучения технологии решения творческих задач, поэтому ТРИЗ должна стать обязательным предметом в школе. Кроме того, элементы ТРИЗ эффективно работают и при преподавании обычных школьных предметов. Несколько лет назад в одной из кишиневских школ был начат эксперимент по факультативному преподаванию физики с использованием элементов ТРИЗ (в первую очередь использование физических эффектов и явлений для решения изобретательских задач): вепольного анализа, метода «моделирование маленькими человечками» и т. д. В результате ребята, решая изобретательские задачи, гораздо лучше усваивали различные разделы физики, улучшилось понимание физических законов, снизилась зубрежка [26]. Аналогичный опыт имеется и в других городах. Работа по созданию концепции творческой педагогики на базе ТРИЗ – еще одно важное перспективное направление развития.

Обучение ТРИЗ

Преподавание ТРИЗ в отличие от традиционных предметов обладает рядом особенностей. Связаны они с тем, что наряду с передачей слушателям определенных знаний идет перестройка мышления, психологии, затрагиваются жизненные устои, создаются предпосылки к изменению последующей жизни в направлении увеличения доли творчества.

Исторически сложилось чрезвычайное многообразие форм обучения ТРИЗ. Среди них можно выделить основные:

разовые семинары, проводимые, в разных городах приезжими преподавателями. Объем обучения от 40 до 140 учебных часов (от одной до четырех недель с полным отрывом от производства);

постоянно действующие в течение учебного года семинары с отрывом от производства, на один день в неделю, объемом 140 – 220 учебных часов, проводимые местными преподавателями на предприятиях либо при хозрасчетных организациях типа Домов техники или научно–технической пропаганды; вечерние или заочные народные университеты научно–технического творчества, школы, факультеты технического творчества при институтах технического творчества и патентования ВОИР. Объем курса от 100 до 240 учебных часов в течение, как правило, учебного года (в отдельных случаях обучение двухгодичное объемом до 480 учебных часов);

семинары различного объема на патентных курсах (от 8 до 160 учебных часов) и в институтах повышения квалификации специалистов в объеме 144 и более учебных часов;

факультативные курсы в разного рода учебных заведениях: профтехучилищах и высших учебных заведениях объемом 40 – 60 учебных часов.

Курсы обучения объемом свыше 100 учебных часов заканчиваются, как правило, выпускной работой.

Краткосрочные семинары с полным отрывом от производства обладают рядом достоинств: обеспечивают интенсивную подготовку, сильное психологическое и эмоциональное воздействие на слушателей, хорошее восприятие материала за счет отключения от текущих дел. Вместе с тем за короткий срок слушателям часто не удается приобрести навыков самостоятельной работы. Длительные семинары с занятиями раз в неделю позволяют постепенно подключить слушателей к самостоятельной работе, усвоение материала улучшается благодаря достаточному времени на его обдумывание, чтение дополнительной литературы, подбор хороших практических задач. К недостаткам такого обучения следует отнести снижение эффективности из-за постоянного отвлечения на текущие дела, медленнее идет втягивание в систему мышления ТРИЗ.

В последние годы появилась и неплохо себя зарекомендовала новая очно–заочная форма обучения, совмещающая достоинства и свободная от многих недостатков, описанных выше. Такое обучение включает не менее двух циклов (например, два двухнедельных). В перерыве между циклами слушатели работают по индивидуальным или групповым заданиям по заочному принципу.

Обучение ТРИЗ преследует разные, в зависимости от предполагаемого объема занятий, цели: подготовка информированного о ТРИЗ человека (начальная подготовка); подготовка пользователей ТРИЗ; подготовка преподавателей ТРИЗ. Рассмотрим требования, которым должна удовлетворять каждая группа в результате обучения.

Информированный о ТРИЗ человек – это тот, кто прослушал лекцию (цикл лекций) по ТРИЗ в объеме 2 – 10 учебных часов, либо прочитал одну из книг по ТРИЗ без серьезной проработки. Он должен понимать основные идеи ТРИЗ: принципиальное отличие ТРИЗ от МПИО; закономерное развитие техники; противоречие как движущую силу развития и как признак изобретательской

задачи; вред психологической инерции (при двухчасовой лекции эти требования могут выполняться лишь частично). В его распоряжении должны быть справка о ТРИЗ, одна или несколько книг.

Подготовка пользователя–1 включает обучение объемом 20 – 60 учебных часов либо тщательную проработку (с решением задач) последних книг по ТРИЗ [7, 10, 25]. Он должен представлять общую структуру ТРИЗ, уметь пользоваться отдельными инструментами ТРИЗ: приемами устранения технических противоречий, вепольным анализом, знать, как пользоваться стандартами на решение изобретательских задач. В его распоряжении дополнительно к указанным выше должны быть типовые приемы устранения технических противоречий, стандарты, краткий указатель физических эффектов и явлений (приложения 1, 2, 4, 6).

Подготовка пользователя–2 включает обучение объемом не менее 120 учебных часов, самостоятельную проработку последних книг по ТРИЗ. Он должен владеть и практически применять все инструменты и информационный фонд ТРИЗ для решения производственных задач, иметь собственный специальный информационный фонд (ведет картотеку интересных изобретений). Кроме того, пользователь–2 должен иметь общее представление о законах развития техники, прогнозировании, владеть практическими элементами ФСА, приемом обращения исследовательских задач, применять методы психологической активизации творчества, познакомиться с работами по качествам творческой личности и жизненной стратегии творческой личности [9, 24]. В его распоряжении должны быть АРИЗ последней модификации, указатели физических, химических, геометрических эффектов, картотека биографий творческих личностей, по возможности – жизненная стратегия творческой личности.

Подготовка преподавателя–1 осуществляется путем дальнейшей подготовки пользователей на семинарах второго цикла обучения либо самостоятельной дополнительной подготовки и проведения нескольких курсов обучения объемом свыше 20 учебных часов. Преподаватель–1 должен проработать все последние книги по ТРИЗ [7–10, 22–27]. Другой путь – проведение курса обучения объемом свыше 100 учебных часов в качестве преподавателя–стажера при более опытном преподавателе–2. Преподаватель–1, помимо упомянутого выше, должен ознакомиться с некоторыми элементами педагогики и психологии, методами генерации научно–фантастических идей; уметь понятно и интересно изложить материал, привязать имеющуюся программу к тому или иному контингенту слушателей и объему курса обучения; уметь подбирать и готовить учебные задачи; знать историю развития ТРИЗ, понимать ее перспективы. Преподаватель–1 должен внутренне принимать жизненную стратегию творческой личности, воспитывать в себе соответствующие качества, предпринимать попытки собственной исследовательской работы, пополнять фонд биографий творческих личностей. В распоряжении его должны быть расширенная картотека биографий творческих личностей, полный текст жизненной стратегии, конспекты семинаров, методические разработки по решению тех или иных типов задач, материалы по законам развития техники, картотеки изобретений, собранные другими специалистами по ТРИЗ, шкала «Фантазия». Преподаватель 1 должен постоянно повышать свою квалификацию (не реже одного раза в два–три года),

поддерживать связь с коллегами, участвовать в проверке новых разработок, по ТРИЗ.

Важнейший элемент в подготовке преподавателя – самоподготовка, поэтапный рост квалификации. Направление роста – решение большого количества задач (как пользователя), переход от преподавания отдельных элементов курса под контролем более опытного коллеги к преподаванию курса в целом.

Преподаватель–2 – это, как правило, человек, занимающийся ТРИЗ профессионально, основной метод подготовки – самоподготовка, включающая проработку всех книг по ТРИЗ, в том числе и ранних, а также других книг по проблемам обучения научно–техническому творчеству. Он должен изучить основные работы классиков материалистической диалектики; иметь представление о работах психологов и философов, работающих в области методологии творчества, постоянно читать литературу по, истории науки и техники, в том числе следить за развитием какой–то конкретной области техники, науки или искусства, изучать опыт работы других преподавателей ТРИЗ. Преподаватель–2 должен также уметь самостоятельно разработать программу (цикл программ) для обучения ТРИЗ, рассчитанную на любой контингент слушателей, иметь (широкий кругозор и постоянно его расширять, иметь основную и, как правило, несколько дополнительных исследовательских тем в отдаленных друг от друга областях. Ему необходимо знать основы сценического поведения, лекторской речи. Он должен вести самостоятельную исследовательскую работу в области развития творческой личности необходимую в первую очередь для формирования собственной личности, знать систему собственных целей.

Процесс становления специалиста по ТРИЗ от простой информированности о ее существовании до специалиста высшей квалификации – преподавателя–2 постепенный, обычно идет по этапам подготовки (приведенным выше) и занимает от 3 до 5 лет. Причем необходимо понимать, что преподавание является необходимым моментом в подготовке. Поэтому на любом семинаре по ТРИЗ перед слушателями ставят цель– начать преподавание ТРИЗ (пусть в небольшом объеме) в любом месте – на своем предприятии, в школе. Это является обязательным моментом завершения обучения на том или ином этапе подготовки. Очень часто требование начать обучение вызывает у слушателей, только что прослушавших курс, опасения, справятся ли они с этим, не дискредитируют ли ТРИЗ из–за еще слабой квалификации. Многие считают, что отсутствие (по их мнению) особых данных (артистизма, эрудиции, педагогического таланта и т. п.) обрекает их на неудачу. Опасения эти необоснованны. Опыт показал, что хорошим преподавателем ТРИЗ может стать любой человек при одном условии: он должен быть убежден в полезности и необходимости своего дела. Именно эта убежденность обеспечивает добросовестную подготовку к занятиям, хороший контакт со слушателями и соответственно успех дела. А опыт постепенно нарабатывается и тем быстрее, чем интенсивнее преподавание.

Наиболее трудной категорией слушателей являются, как правило, опытные, высококвалифицированные инженеры, имеющие изобретения, глубоко убежденные, что они люди творческие и не нуждаются в дополнительном обучении. В этом убеждении они укрепляются в первые дни занятий, когда преподаватель, ориентирующийся на самых слабых, дает относительно

несложные задачи, которые опытные специалисты легко решают перебором вариантов. Ситуация еще более обостряется, когда на обучение люди приходят не добровольно, а направленные более дальновидным руководством. Если такая аудитория «достаётся» начинающему преподавателю, он должен проявить большой такт по отношению к слушателям. Наиболее подходящая при этом позиция информатора: «Вот есть такая теория, приглядитесь, возможно, она окажется вам полезной». Такой подход позволяет снять психологические барьеры на начальной стадии обучения, втянуть слушателей в работу, не ущемляя чувство их собственного достоинства.

Начинающий преподаватель должен также понимать, что знакомство с ТРИЗ, овладение техникой решения задач требует от слушателей большой и сложной работы, и им приходится куда труднее, чем ему – преподавателю. Поэтому к слушателям нужно относиться в духе популярной сегодня педагогики сотрудничества. Хорошим подспорьем для преподавателя в этом отношении могут быть правила общения, рекомендованные для руководителей ВРГ при проведении ФСА.

Учитывая специфику преподавания, такого предмета как ТРИЗ, необходимо стремиться к максимальному снижению психологических барьеров, воспитанию у слушателей уверенности в своих силах, в решаемости любых задач. Серьезные требования предъявляются к стилю проведения занятий, к отношениям преподавателя с аудиторией. Практика показывает, что проведение занятий в обычной лекционной форме, без обратной связи с аудиторией, как правило, оказывается малопродуктивным. Большинство преподавателей ТРИЗ ведут занятия в простой разговорной манере, постоянно обращаясь к аудитории, вовлекая в работу всех слушателей, даже самых неактивных. В занятиях обязательно должен присутствовать элемент игры, состязания.

Одним из средств повышения эффективности запоминания материала, снятия напряжения является использование технических анекдотов, забавных, любопытных историй и т. д. При этом необходимо, чтобы они не нарушали пристойности и никого из присутствующих лично не задевали. Истории должны быть уместны, относиться к теме занятий, их нужно постоянно накапливать.

Благоприятная эмоциональная атмосфера на занятиях позволяет увеличить нагрузку для слушателей без повышения утомляемости. Часто проводятся семинары с отрывом от производств по 8 учебных часов в день, с большим перерывом (час–полтора) на обед и отдых. Поскольку восприятие в течение дня при таком режиме меняется, необходимо точно распределять материал по уровню сложности. Так, на последних парах не рекомендуется давать лекционный материал, лучше решать задачи, обсуждать материалы по формированию творческой личности.

Напряженная программа занятий, обязательные домашние задания делают очень трудной, а порой и невозможной работу с большими группами. Оптимальный размер группы 20–30 человек. С каждой группой целесообразно работать параллельно двум преподавателям. Смена преподавателей облегчает восприятие материала слушателями, кроме того, появляется возможность проверки домашних заданий не к следующему занятию, а в день сдачи, что резко повышает заинтересованность в их выполнении. Еще одно дополнительное преимущество заключается в том, что обеспечивается возможность введения новых преподавателей.

Вести занятия вдвоем можно по-разному, например, с четким разделением материала, когда один преподаватель по теме считается основным, а другой –

дополняет; возможно и полное равноправие, в том числе и дискуссии между преподавателями по спорным вопросам – такой подход оживляет обстановку, демонстрирует слушателям, что ТРИЗ – не догма.

Как готовиться к занятиям? Лучший способ – подготовка подробных конспектов будущего занятия с обязательной записью первой и последней фразы. Но пользоваться этим конспектом непосредственно на занятиях ни в коем случае нельзя – возникает труднопреодолимое желание его зачитывать, что обязательно испортит лекцию. Гораздо лучше, написав конспект, составить по нему краткий план на листке малого формата (удобно на карточке–перфокарте). Отдельно должны быть подготовлены подробные записи условий задач, которые будут предложены слушателям.

В первое время чрезвычайно трудно рассчитать заранее время, необходимое для изложения той или иной темы. Поэтому рекомендуется первые лекции наговаривать на магнитофон.

Начинающие преподаватели часто сталкиваются с тем, что материал на занятии проговаривается быстрее, чем они рассчитывали. Причина обычно в том, что они чувствуют себя – перед аудиторией еще недостаточно уверенно, из-за этого больше говорят сами и меньше дают слово слушателям, опасаясь неожиданных вопросов или незапланированных ответов. Со временем это проходит, а поначалу необходимо на каждую лекцию иметь запасной материал, особенно запасные задачи (бывает, что кто-то знал ответ на задачу заранее, выкрикнул его – и анализ уже невозможен...).

При планировании очередного занятия необходимо обеспечить многоаспектный характер, чтобы было несколько слоев: технический, человеческий, социальный... Эффективность обучения резко повышает использование различных наглядных пособий – плакатов, иллюстрирующих основные положения ТРИЗ, тексты задач и рисунки к ним, подробные разборы задач. Многие преподаватели используют и нетехнический иллюстративный материал, например, репродукции представителей классической и современной живописи. Там, где это возможно, в перерывах включают музыку.

Овладение ТРИЗ невозможно без большой самостоятельной работы. Поэтому преподаватель должен добиваться обязательного выполнения домашних заданий: на каждом занятии слушатели получают не менее двух заданий. Одно из них сохраняется на протяжении всего курса – резюме прошедшего занятия, включающее следующие разделы: краткий план–конспект занятия (не более страницы); формулировку цели каждого раздела занятия; что особенно понравилось, запомнилось и почему; вопросы, неясности, возражения; предложения по улучшению организации и ведения занятий; субъективная оценка занятия по пятибалльной шкале.

Опыт показал, что работа над резюме повышает эффективность обучения благодаря, во–первых, обязательному повторению и упорядочению пройденного материала, во–вторых, появлению надежной обратной связи, в результате которой быстро разрешаются различные затруднения, возникающие у слушателей, не накапливаются возражения. Помимо ежедневных могут быть резюме и за неделю (за месяц) занятий, по определенной теме.

В качестве других домашних заданий слушателям предлагаются самостоятельное решение ученых изобретательских задач (а в конце курса и производственных), составление рефератов по той или иной теме, подбор информации по изобретениям, чтение, оценка и придумывание фантастики и другие.

Помимо домашних заданий слушателям предлагаются также аудиторные самостоятельные (контрольные) работы, в основном по решению задач. При выполнении разборов задач по АРИЗ (особенно в начале его освоения) преподаватели могут ходить между рядами, контролируя правильность хода

решения. Время от времени полезно подводить промежуточные итоги разбора, после чего, выправив линию анализа, слушатели снова продолжают работу. Важной формой самостоятельной работы является взаимное рецензирование. Преподаватель потом проверяет как сами работы, так и рецензии на них. Взаимное рецензирование чрезвычайно полезно, так как большинство слушателей гораздо лучше видят чужие ошибки, чем собственные.

Даже одиночные лекции по ТРИЗ желательно сопровождать раздачей слушателям учебных материалов. Виды таких методических материалов определяются в соответствии с категорией подготовки (пользователей, преподавателей). Очень полезно во время обучения снабжать слушателей справками, содержащими краткий конспект занятий за неделю (месяц), которые готовит преподаватель. При разработке программ обучения необходимо исходить из объема курса и подготовленности слушателей. В наиболее общем случае программа может включать следующие разделы:

1. Введение.
2. Диалектика, законы развития и история творчества в различных областях человеческой деятельности.
3. Методы психологической активизации творчества.
4. Инструменты ТРИЗ.
5. Информационный фонд изобретателя.
6. Развитие творческого воображения (РТВ).
7. Основы ФСА.
8. Формирование творческой личности.
9. Преподавание ТРИЗ.

Традиционная ошибка начинающих преподавателей – попытка втиснуть всю ТРИЗ в курс малого объема, рассказать обо всем понемножку. Гораздо эффективнее строить программу так, чтобы даже при двадцатичасовом курсе слушатели хорошо познакомились с одним инструментом ТРИЗ (например, приемами устранения технических противоречий или вепольным анализом), а об остальных разделах ТРИЗ получили общее представление.

Приведенная здесь программа лишь примерная. Каждый преподаватель на базе имеющихся у него программ других преподавателей должен составить свою, учитывающую его собственные возможности, знания, лучшее владение тем или иным разделом курса.

Остановимся на особенностях преподавания разделов курса.

Введение должно давать представление об истории возникновения и развития методов творчества, об основных разделах будущего обучения. С первого занятия и затем в течение всего курса необходимо убедительно показывать несовершенство, а также прямой ущерб который наносит МППО. Примеры, подтверждающие необходимость и неизбежность ухода от МППО, приведены в различных книгах по ТРИЗ.

Диалектика развития и история творчества включает в качестве главной составляющей курс законов развития технических систем. У этого раздела две основные задачи. Первая (практическая) – дать слушателям возможность самостоятельно использовать закономерности при прогнозировании, поиске и решении практических задач. Вторая (идеологическая) – воспитание понимания единства и системности развития, его объективности и закономерности. На этот раздел ложится главная нагрузка в формировании диалектического и системного мышления. К сожалению, большинство инженеров после окончания высшего учебного заведения не имеет этих необходимых составляющих творческого мышления, не понимает и. не принимает идеи системности, непрерывности развития. Для повышения эффективности раздела целесообразно показывать слушателям примеры развития не только в технике, но и в других областях

человеческой деятельности: науке, искусстве, социальных системах (коллективах), обращая внимание на общие моменты развития.

Методы психологической активизации творчества как самое лучшее из того, что было создано на базе МППО, должны быть представлены в курсе в достаточном объеме, чтобы слушатели сами могли убедиться в их слабой эффективности при решении сложных задач, но умели пользоваться в простых случаях.

Инструменты ТРИЗ – важнейшая часть курса. В обучении владению инструментами решения задач имеется немало специфических моментов, отличающих его от преподавания обычных учебных предметов и роднящих скорее со спортом. Здесь, как и в спорте, недостаточно изучить теорию – для выработки нужных навыков необходимы длительные тренировки, самостоятельное решение большого количества задач. Именно овладение техникой последовательного анализа задач по АРИЗ, перехода от системы к подсистемам и в конечном счете к одному элементу или его микроскопической частице, последовательное формулирование технических и физических противоречий больше всего дает для воспитания диалектического и системного мышления. Опыт многолетнего использования ТРИЗ многими специалистами свидетельствует о том, что со временем техника анализа может доводиться до подсознательного уровня, когда при знакомстве с задачей сразу видны скрытые противоречия и возможности совершенствования системы на разных уровнях. Большое значение имеют выбор задач и форма их подачи. Задачи должны быть из разных областей техники, позволять многократное возвращение к ним, демонстрировать различные механизмы решения.

Формулировки учебных задач должны быть тщательно отработаны для исключения возможности непонимания и связанных с этим ошибок в решении. При обучении групп по многочасовым (свыше 60 учебных часов) программам наряду с учебными задачами необходимо проводить и решение задач, предложенных слушателями.

Решение практических задач слушателей – серьезное испытание даже для опытных преподавателей, так как требует особого опыта. Для облегчения ситуации можно предложить следующие рекомендации:

1. Преподаватель никогда не должен обещать решить задачу. Правильная позиция такая: «Мы вместе посмотрим Вашу задачу с позиций ТРИЗ. Мы будем ее решать, но вовсе не должны ее решить, ибо в это понятие входит и конструктивная проработка идеи, и внедрение и т.д. Но мы можем с помощью ТРИЗ превратить нерешаемую по причине плохой постановки задачу в другую, которая даст при решении нужный эффект. И вообще мы ищем только идею решения. Это не снимает необходимости нормальной работы конструкторов, других специалистов».

2. Решение практических задач не должно нарушать нормального ритма и программы занятий, затеваться без соответствующей подготовки. Задача должна «работать» на изучаемый материал. Для этого в начале занятий преподаватель может собрать у слушателей задачи, которые они хотели бы решить (изложенные письменно, подробно и без специальной терминологии). Затем преподаватель анализирует собранные задачи и определяет, в каком разделе курса удобнее их использовать. Решение задачи производится после изучения соответствующего раздела курса и разбора слушателями достаточного количества учебных задач на эту тему.

3. В процессе анализа задачи преподаватель должен постоянно помнить, что его цель – не столько решение конкретной задачи, сколько обучение решению, а

задача – всего лишь средство обучения. Поэтому необходимо не только использовать ТРИЗ, но и постоянно обосновывать свои действия с позиций ТРИЗ, показывать механизм своей работы. Ни в коем случае нельзя увлекаться получением результата, увязать в деталях решения. Необходимо менять подходы, привлекать разные инструменты и т. д.

Решение практических задач убеждает слушателей в возможностях ТРИЗ гораздо сильнее, чем решение учебных задач, обеспечивает комплексное повторение материала, включает слушателей в процесс сотворчества, убеждает их в собственных возможностях. Необходимо отметить, что это прибавляет уверенности и преподавателю тем в большей степени, чем чаще он проводит такую работу.

Рекомендации по выявлению и формулированию практических задач приведены в приложении 12.

Информационный фонд изобретателя и принципы его формирования также изучаются в течение всего курса. Все разделы ТРИЗ иллюстрируются специально подобранными примерами сильных изобретательских решений из разных областей человеческой деятельности. Повышению информированности слушателей об интересных физических, химических и других эффектах и явлениях, остроумных решениях способствует подбор задач. Кроме этого, регулярно проводятся и специальные занятия, на которых слушателей знакомят с группой тех или иных физических эффектов, например, по использованию в изобретательстве электростатики, магнитных полей, акустики и т.д.

Большую пользу приносят специалистам картотеки интересных решений. ТРИЗ позволяет привести эти картотеки в единую систему, классифицированную по разделам ТРИЗ: законам развития, видам физических или технических противоречий, стандартам и т. д. Подбор 2 – 3 карточек по той или иной теме можно включать в каждое домашнее задание при длительных циклах обучения. Это активизирует слушателей, заставляет их читать технические журналы, бюллетень изобретений и другую литературу.

Для проведения занятий по *развитию творческого воображения* преподаватель должен заранее подготовить 50 – 150 фантастических рассказов (обычно это вырезки из различных научно-популярных журналов), которые на каждом занятии раздаются слушателям для чтения. Время от времени слушатели получают задание не просто прочесть рассказ, но и оценить его по шкале «Фантазия». Оценки обсуждаются на занятиях, здесь же происходит поиск возможностей их улучшения с помощью методов генерации фантастических идей (см. с. 250).

Основы ФСА включают экономические и организационные вопросы создания и работы временных рабочих групп.

Для полного овладения методологией СФА необходим опыт практической работы, охватывающий все аспекты деятельности специалистов по ФСА – начиная с вопросов организации службы ФСА и кончая проведением конкретного ФСА по тому или иному изделию. Для приобретения необходимого опыта в кратчайшие сроки наиболее простым путем является проведение деловых игр. Для подготовки специалистов по ФСА могут быть использованы игры, ориентированные на отработку разных сторон деятельности по ФСА, например:

деловая игра «Создание службы ФСА предприятия», включающая разработку ролевых установок специалистов разных подразделений предприятия (начиная с его руководства), различные варианты организации службы ФСА, подготовку основных организационных и методических документов по ФСА, подбор специалистов во временные рабочие группы;

деловая игра «Агитация и обучение», включающая вопросы подготовки общественного мнения к восприятию ФСА, разработки основных агитационных материалов, в том числе информационных статей, заметок, обзорных лекций и сообщений, вопросы подбора специалистов для обучения, программы и методические разработки для преподавания ФСА;

деловая игра «Проведение ФСА конкретного объекта», включающая подготовку основных документов по ФСА конкретного объекта, проведение учебной группой в достаточно большом объеме поисковой стадии ФСА по выбранному объекту с экспертизой полученных предложений и оформлением по результатам поискового этапа предложений ФСА, рационализаторских предложений и заявок на изобретения.

Преподаватель, проводящий деловую игру по ФСА конкретного объекта, должен показывать слушателям на собственном примере механизм работы, объяснить, как получено решение, какие методы и приемы были использованы. Как правило, при проведении деловой игры он заранее знает большинство решений, которые должны быть найдены, однако не должен сообщать эти решения группе.

Участники игры ищут эти решения самостоятельно. Важно подключить к поиску максимальное число слушателей, используя как прямые вопросы, обращенные персонально к тому или иному участнику, так и методы организации коллективной работы, например мозговой штурм.

Серьезные требования, предъявляются и к выбору объекта для проведения деловой игры. Объект этот должен быть достаточно прост и хорошо известен всем участникам работы, чтобы не приходилось тратить время на ознакомление с ним. Он должен содержать сравнительно небольшое количество деталей, чтобы не слишком затягивалась работа по его анализу. Размеры объекта должны быть сравнительно невелики, чтобы можно было рассматривать объект в натуре.

Фактически всем этим требованиям отвечают простые устройства домашнего пользования, такие как утюг, кофемолка, миксер, разного рода замки и т. д.

Примером проведения такой деловой игры может служить анализ бытовой мясорубки, приведенный в III главе.

Количество часов, непосредственно отведенных на вопросы *формирования творческой личности*, в общем объеме курса относительно невелико. Они отводятся на ознакомление с картотекой биографий и жизненной стратегией творческой личности. Но сама тема проходит через все обучение. С биографиями и результатами деятельности различных творческих личностей слушатели знакомятся постоянно при изучении истории науки и техники, фантастики и т. д. Каждое занятие должно работать на создание у слушателей убеждения, что творчество – самое достойное занятие человека, помогать им выработать у себя необходимые для творчества качества. Анализ биографий тех или иных творческих личностей может предлагаться слушателям в виде отдельных домашних заданий.

Вопросы преподавания ТРИЗ включают основы техники преподавания, элементы психологии общения и руководства малыми коллективами. При подготовке преподавателей необходимо знакомить слушателей с современными методами обучения, передовой педагогической мыслью [28]. На занятиях по этой теме также могут быть использованы приведенные выше рекомендации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение ТРИЗ в стране является уникальным опытом несанкционированной сверху инициативы, удовлетворяющей насущную, хотя и не сформулированную официально, потребность общества. Если бы эта потребность отсутствовала, никакие усилия горстки энтузиастов не смогли бы обеспечить развертывание работы по всей стране. Тем не менее период длительного застоя, пережитый нашей страной в 70 – 80-е годы, когда ТРИЗ, оформилась как наука, снизил результаты, которые могли быть получены при ее использовании. Сегодня нет сомнений в необходимости ТРИЗ для всех категорий работников, ТРИЗ успешно осваивается школьниками, студентами и т. д. Что же мешало ее распространению?

Главной причиной, безусловно, была (и еще не преодолена окончательно) незаинтересованность промышленности в целом и отдельных предприятий в частности во внедрении изобретений. Система планирования, материального поощрения и выплаты вознаграждения авторам изобретений приводила к тому, что предприятие, первым внедрившее изобретение (и, следовательно, взявшее на себя серьезные трудности и проблемы, связанные с внедрением), чаще всего оказывалось в невыгодном положении.

Затянулся также период, в течение которого распространение ТРИЗ шло только на общественном уровне, практически при отсутствии людей, занимающихся ТРИЗ профессионально, вне системы государственного обучения. О том, насколько интенсивнее могла развиваться ТРИЗ при государственной поддержке, говорит факт ее быстрого распространения по городам страны в тот недолгий период, когда ЦС ВОИР поддерживал это движение. В десятках городов открылись и окрепли новые школы, и остановить этот процесс уже оказалось невозможно, несмотря на то, что поддержка в скором времени сменилась негативным отношением. В настоящее время отношение этой организации к ТРИЗ безразличное, как и Комитета по делам изобретений и открытий, хотя в последнем и создан отдел по обучению изобретательству.

Внедрению ТРИЗ продолжают мешать и социально–психологические причины. Существует определенная категория людей, убежденных в том, что научить творчеству невозможно, что все определяется врожденными способностями или в крайнем случае задатками, которые можно развить. Среди них те, кто считает, что этими способностями обделены и поэтому учиться бесполезно, и опытные изобретатели, для которых очень важно ощущение собственной исключительности. Последние иногда становятся врагами ТРИЗ, лишаящей их «монополии» на талант. К ним порой примыкают и некоторые приверженцы ТРИЗ, по тем или иным причинам отошедшие от активной деятельности. Еще одна группа недоброжелателей – люди, готовые признать эффективность ТРИЗ и отвергающие ее потому, что, как им кажется, она отнимает у человека радость творчества, превращая творческие задачи в рутинные (в основном это представители гуманитарной и научной интеллигенции). Такой опасности не существует. В истории человечества идет постоянное исключение тех или иных видов деятельности из числа творческих, но творчества стало не меньше, а больше. Так, в XIII веке огромных творческих усилий требовало простое деление

больших чисел (это было связано с использованием римских цифр). Введение арабских цифр с позиционной системой счисления позволило превратить деление в механическую операцию – и дало возможность дальнейшего развития математики. А создание системы алгебраической записи превратило высокое искусство решения квадратных и кубических уравнений (в XV веке устраивались турниры: кто быстрее решит?) в банальную процедуру и открыло новые пути великой науке. Так происходит постоянное вытеснение творчества на все более высокий уровень. ТРИЗ – не исключение, она действительно переводит огромное количество творческих изобретательских задач в разряд стандартных, но она же и ставит новые... Кроме того, за долгие столетия человеческой цивилизации для многих метод проб и ошибок и творчество стали синонимами. Без перебора вариантов, неудач и озарений для некоторых нет радости творчества. Но те, кто владеет ТРИЗ, знает, какое удовлетворение доставляет работа по выработанным людьми правилам, сознание, что еще одна тайна природы стала достоянием человека.

Интересно, что возражения против ТРИЗ эволюционировали по мере ее развития. В начале, когда весь багаж ее заключался в группе изобретательских приемов, основное возражение сводилось к тому, что никаких приемов быть не может, что творчество должно быть абсолютно свободным и непредсказуемым. Когда появился АРИЗ, оппоненты стали соглашаться с тем, что отдельные приемы полезны, но «об алгоритме не может быть и речи!» Сегодня, когда ТРИЗ включает помимо приемов и алгоритма систему стандартов, законов развития технических систем, вепольный анализ и другие разделы, критики, принимая АРИЗ, категорически возражают против существования теории изобретательства. Можно предвидеть и будущие возражения: «Теория – может быть, но не наука!» К сожалению, нужно отметить, что в большинстве своем возражения против ТРИЗ идут со стороны людей, знакомых с ТРИЗ понаслышке, не проходивших обучение. И возражают они не по существу, а «из общих соображений», по принципу «этого не может быть, потому что... не может быть никогда» (потому что «творчеству нельзя учить...»).

Можно ли считать ТРИЗ в ее сегодняшнем понимании наукой? Все зависит от того, что под наукой понимать. Если считать ею только систематизированную отрасль знаний с высоким уровнем формализации, как, например, в теоретической физике, то ТРИЗ – не наука. Но тогда нельзя считать науками и большинство гуманитарных дисциплин, многие разделы биологии и т. п. Если же принять определение, по которому наука – это сфера человеческой деятельности, функцией которой является выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности (Философский энциклопедический словарь. М: Советская энциклопедия, 1983), то ТРИЗ этому определению соответствует. Кроме того, вопрос «наука или не наука» (или–или) в принципе метафизичен. Ни одна наука не возникла сразу в готовом виде. Определить миг рождения науки трудно, часто просто невозможно: количественные изменения суммируются, новое качество появляется неуловимо – в течение какого-то отрезка времени. Но суть этого процесса в следующем: на смену суевериям, мифам, принимаемым на веру догматам, субъективным представлениям приходит научное исследование. Проверяются на практике предположения, достоверными признаются лишь те результаты, которые могут быть воспроизведены, выявляются объективные законы и т. д. В дальнейшем многие первоначальные положения новой науки могут оказаться неточными, даже ошибочными, но это не имеет значения для факта ее появления. Типичный пример – переход от алхимии к научной химии. Даже самая ранняя химия XVIII века, наивная с сегодняшних

позиций,— это уже наука. Интересно, что термодинамика стала наукой, когда главным понятием в учении о теплоте оставался несуществующий «теплород», а такого фундаментального понятия, как «энтропия» просто не существовало. Лет через сто сегодняшняя химия тоже покажется наивной, но разве есть сомнения, что современная химия — наука?!

В техническом творчестве долгое время господствовали «алхимические» представления (рудименты и сохранились и поныне): творчество непознаваемо, процесс творчества неуправляем, учить творчеству нельзя и т. п. Вместо исследования сущности явлений навешивались ярлыки: человек успешно решил задачу — назовем это интуицией, вот и все объяснение. Как и во всякой алхимии, существовала вера в счастливый случай, теоретики вполне серьезно рассуждали о магии озарения и возможности решения задач во сне. Предполагалось, что все секреты творчества спрятаны в голове изобретателя. То, что сделано в ТРИЗ за последнее время (переход к пониманию объективности процесса развития техники, выявление законов развития, корнями уходящих в универсальные принципы диалектики, разработка основ вепольного анализа и классификации изобретательских задач на его основе, создание системы стандартов, использующих информационный фонд) позволяет считать, что ее подход к развитию технических систем — достаточно точная наука. Это подтверждается и высокой степенью повторяемости результатов: практически все слушатели, прослушавшие курс обучения не менее 140 часов и выполнявшие все учебные задания, стабильно решают с помощью инструментов ТРИЗ задачи высокой сложности, выходят на близкие решения, что практически невозможно при переборе вариантов. Тем не менее сегодня в ТРИЗ немало и эмпирических элементов. Это не страшно, ведь эмпиризм вытесняется строгостью не в один момент. Даже столетиями существующие науки содержат еще немало эмпирического.

Конечно, ТРИЗ пока является наукой на начальном этапе своего пути. Но с учетом современных темпов развития любой науки можно ожидать, что в считанные годы она выйдет из «детства», обзаведется развитой понятийной системой, свойственной любой зрелой науке.

Может возникнуть вопрос: а стоит ли спорить о том, является ли ТРИЗ наукой? Ведь независимо от того, наука она или совокупность эмпирических методов, ТРИЗ работает, позволяет успешно решать задачи. Так не все ли равно, какой ей присвоить «чин»? Разница есть. От того, как воспринимать ТРИЗ, зависит стратегия дальнейшего движения вперед в области технологии творчества. Именно поэтому, не дожидаясь официального признания в качестве новой, точной науки, ТРИЗ смело идет вперед, постепенно перерастая в теорию развития творческой личности (направление стратегии творческой личности), общую теорию сильного мышления (создание методологии решения творческих задач в нетехнических областях) и общую теорию развития систем.

Может ли ТРИЗ сегодня (или в будущем) решать любые задачи? Конечно, нет.

Задача, как уже говорилось, может быть неправильно поставлена, оказаться просто ненужной. Но ТРИЗ может обеспечить возможность совершенствования любой системы, как именно — зависит от конкретных обстоятельств. Если система находится на первом или втором этапе S-кривой, то с помощью ТРИЗ должны быть сформулированы и решены задачи по дальнейшему развитию в рамках существующей конструктивной концепции, а если на третьем — путем замены «загнущихся» подсистем или перехода к новому принципу действия.

В данной книге ряд разделов изложен кратко, даже фрагментарно, это неизбежно — сегодня ТРИЗ невозможно полностью изложить в одной, пусть даже очень толстой, книге. Более того, необходимо предупредить читателя, что к тому времени, когда она будет прочитана, некоторая ее часть устареет: появятся более глубокие исследования законов развития, более эффективные инструменты

решения задач, новый опыт их практического применения. Сегодня ТРИЗ миновала первый перегиб на своей S-кривой, и ей предстоит этап бурного роста. Для того чтобы его не задерживать на десятилетия, необходимо наконец перейти к поддержке новой науки, обеспечить оптимальное сочетание общественных, государственных и кооперативных форм внедрения; ввести преподавание ТРИЗ в школах, высших учебных заведениях, институтах повышения квалификации и т. д., объединить энтузиастов-разработчиков в научно-исследовательские организации, создать специальные изобретательские центры для решения наиболее актуальных задач в разных областях науки и техники; разработать и издать в достаточном количестве учебники и учебные пособия, организовать подготовку квалифицированных преподавателей. Именно тогда ТРИЗ станет эффективным подспорьем тем политическим и экономическим реформам перестройки, которые призваны вывести нашу страну из застоя.