



ТРИЗ

А.А. Гин
А.В. Кудрявцев
В.Ю. Бубенцов
А. Серединский

**ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ
ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ
ЗАДАЧ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ I УРОВНЯ

2-е издание

Анатолий Гин

**Теория решения
изобретательских задач**

«ТРИЗ-профи»

2012

Гин А. А.

Теория решения изобретательских задач / А. А. Гин — «ТРИЗ-профи», 2012

Учебное Пособие по ТРИЗ написано группой авторов, имеющих многолетний опыт консультационной деятельности по решению нестандартных задач и преподавательской деятельности в разных аудиториях: бизнесменов, инженеров и преподавателей вузов, учёных, студентов. Книга написана простым языком, профессионально оформлена, в ней комфортно ориентироваться. Издана в США, Японии, Китае, Малайзии, Эстонии. Из рецензии Президента Международной Ассоциации ТРИЗ Марка Баркана: Авторы, признанные специалисты по обучению ТРИЗ и развитию творческого воображения, сумели изложить довольно сложную для понимания теорию простым языком, с понятными примерами. Из рецензии Мастера ТРИЗ, автора 150 изобретений, консультанта фирмы Самсунг (Южная Корея), Геннадия Иванова: Вы держите в руках книгу, которая, при Вашем желании, может изменить Вашу жизнь, сделать её более интересной, содержательной и успешной. Усвоив материал пособия, Вы совершите первый шаг в сторону управляемого творчества.

© Гин А. А., 2012
© ТРИЗ-профи, 2012

Содержание

Вместо введения – от рецензентов	6
1. ТРИЗ: постулаты, источники и составные части	8
Постулаты	8
Источники	9
Составные части	11
2. Техническая система и её функции	15
Техническая система	15
Главная функция	16
Дополнительная функция	17
Латентная функция	18
Основная и вспомогательная функции	19
Эволюция технической системы	20
3. Подсистемы и надсистемы, системный подход	23
Подсистемы	23
Надсистемы	25
Системный подход	26
Конец ознакомительного фрагмента.	28

А. А. Гин, А. В. Кудрявцев, В. Ю. Бубенцов, Авраам Серединский

Теория решения изобретательских задач

© АНО содействия инновациям «ТРИЗ-профи», 2012

Рецензенты:

Марк Баркан, президент Международной ассоциации ТРИЗ 2005–2011 г.г.

Волюслав Митрофанов, экс-президент Международной ассоциации ТРИЗ, организатор самой крупной в мире тризовской научной школы – Ленинградской, заслуженный технолог СССР

Геннадий Иванов, Мастер ТРИЗ, автор 150 изобретений, консультант фирмы Самсунг (Samsung), Южная Корея

Саймон Литвин, вице-президент фирмы GEN3 Partners (США), генеральный директор научно-технического центра «Алгоритм» (Санкт-Петербург), Мастер ТРИЗ, вице-президент Международной ассоциации ТРИЗ

Юрий Бельский, профессор Королевского Мельбурнского технологического института (Royal Melbourne Institute of Technology), Австралия

Игорь Кайков, ТРИЗ-консультант EIfER (Europäisches Institut für Energieforschung), Германия

Все права защищены. Никакая часть электронной версии этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в сети Интернет и в корпоративных сетях, для частного и публичного использования без письменного разрешения владельца авторских прав.

* * *

Вместо введения – от рецензентов

Увеличение скорости развития техники потребовало ускорить инновационный процесс. Чисто психологический подход при создании методов нахождения новых идей не принёс большого успеха. В конце 40-х годов Генрих Саулович Альтшуллер начал работу над новым подходом, который вобрал опыт и результаты изобретателей предыдущих поколений. Так появилась ТРИЗ, которая сегодня используется многими всемирно известными компаниями.

За последние 60 лет появилось много литературы, освещающей различные аспекты ТРИЗ. Но учебник так и не был создан. Эта книга, пожалуй, первая удачная попытка создания такого учебника. Написанная в поддержку системы аттестации и сертификации Международной общественной ассоциации профессиональных преподавателей, разработчиков и пользователей теории решения изобретательских задач, она является прекрасным введением в ТРИЗ.

Авторы, признанные специалисты по обучению ТРИЗ и развитию творческого воображения, сумели изложить довольно сложную для понимания теорию простым языком, с понятными примерами. Я рекомендую этот учебник не только начинающим изучение теории, но и преподавателям.

Марк Баркан,

президент Международной ассоциации ТРИЗ

Уже давно назрела необходимость написания и издания учебного пособия для желающих овладеть основами ТРИЗ и пройти аттестацию на первый уровень. Именно поэтому можно только приветствовать авторов, которые взялись за это трудное дело – впервые выпустить такое учебное пособие.

Пособие – увлекательное путешествие в мир изобретательства, но надо сразу сказать: одно дело его прочесть, а другое – понять, освоить и начать применять знание и умение на практике.

Надеюсь, что в следующих пособиях для более высоких уровней аттестации и сертификации авторы дадут современные трактовки законов развития ТС, новые приёмы и другие современные инструменты ТРИЗ.

Волюслав Митрофанов,

экс-президент Международной ассоциации ТРИЗ,

*организатор самой крупной в мире тризовской научной школы —
Ленинградской, заслуженный технолог СССР*

Вы держите в руках книгу, которая, при вашем желании, может изменить вашу жизнь, сделать её более интересной, содержательной и успешной. Спросите об этом тех, кто уже освоил теорию решения изобретательских задач и применяет её в жизни. Они ответят вам, что стали видеть мир по-иному, появились новые возможности и новые средства для успешного решения многих проблем. Усвоив материал пособия, вы совершите первый шаг в сторону управляемого творчества.

Как долго вы будете идти по этой дороге, зависит только от вас. Но мне кажется, что для большинства людей дорога творчества не имеет конца.

Геннадий Иванов,

Мастер ТРИЗ, автор 150 изобретений,

консультант фирмы Самсунг (Samsung), Южная Корея

Дорогие друзья и коллеги!

Пособие, которое вы держите в руках, давно и с нетерпением ожидалось специалистами во всём мире. Тем более что, несмотря на международный экономический кризис, ряд известных в мире предприятий и фирм проводит массовое обучение своих сотрудников, которое сопровождается сертификацией Международной ассоциации ТРИЗ. Это неудивительно: современная ТРИЗ даёт уникальные возможности успешно развиваться и побеждать на рынке.

Предлагаемое пособие поможет начинающим изобретателям на их трудном пути к новой профессии – профессиональный инноватор.

Саймон Литвин,

вице-президент фирмы GEN3 Partners (США),

генеральный директор научно-технического центра

«Алгоритм» (Санкт-Петербург), Мастер ТРИЗ,

вице-президент Международной ассоциации ТРИЗ

Сорок лет назад увидела свет основополагающая монография по ТРИЗ – «Алгоритм изобретений» Генриха Альтшуллера. С тех пор написаны сотни книг по ТРИЗ на разных языках мира. Данное пособие по ТРИЗ появилось как подарок к юбилею «Алгоритма изобретений». Доступность подхода и простота изложения основных принципов теории решения изобретательских задач – несомненное достоинство пособия.

Юрий Бельский,

профессор Королевского Мельбурнского технологического института

(Royal Melbourne Institute of Technology), Австралия

Мир соткан из противоречий... Вот одно из них, касающееся собственно ТРИЗ: недостаток учебных пособий при широкой известности и популярности теории в мире. Перед вами – одно из возможных решений этой проблемы.

В пособии доступно изложены основные постулаты, положения и инструменты ТРИЗ. Местами авторская трактовка отличается от классической, но авторы опираются в этом на свой опыт и исследования. На большом практическом материале (более 100 примеров, задач и упражнений) подробно объясняются теоретические положения, инструментарий их применения. Многие задачи взяты авторами из собственной практики, и это особенно ценно для начинающих изучение ТРИЗ. Типовые вопросы и ответы на них помогут читателю более быстро и качественно проработать трудные для понимания моменты.

Игорь Кайков,

ТРИЗ-консультант EIfER (Europäisches Institut für Energieforschung),

Германия

1. ТРИЗ: постулаты, источники и составные части

Постулаты

Классическая ТРИЗ (теория / технология решения изобретательских задач) базируется на следующих постулатах:

- 1. Техника, её объекты развиваются в целом закономерно.**
- 2. Закономерности¹ развития техники познаваемы и могут быть использованы для поиска новых технических решений.**
- 3. Процесс поиска нового решения можно описать в виде последовательности интеллектуальных, мыслительных действий.**

Для описания процесса поиска решений в ТРИЗ разработана система понятий, закреплённая специально созданной терминологией. Эта система понятий и выявленные законы развития технических систем позволяют осознанно пользоваться технологией решения изобретательских задач, включающей ряд инструментов и методов (приёмов, правил, операторов, способов моделирования изобретательской задачи, алгоритмов).

¹ Исторически так сложилось, что эти закономерности в классической ТРИЗ называются законами.

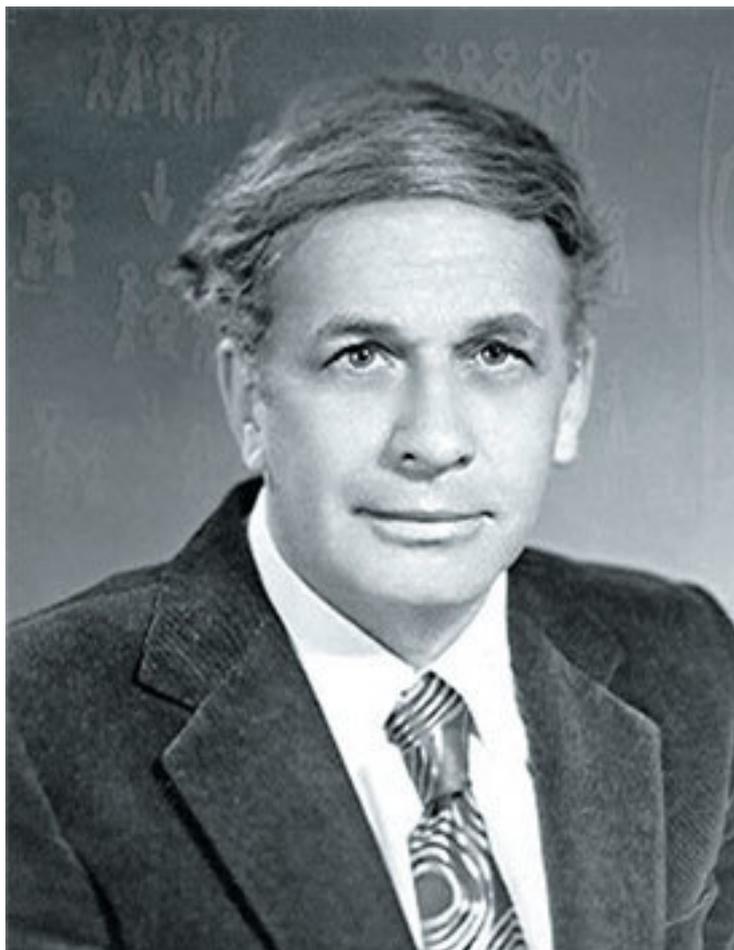
Источники

Теория решения изобретательских задач возникла в конце 40-х – начале 50-х годов в СССР. Её основоположником стал специалист инспекции по изобретательству Каспийской военной флотилии Генрих Альтшуллер.

Советский Союз не случайно стал родиной ТРИЗ. После Второй мировой войны в стране огромное значение придавали быстрому развитию промышленности, техническому перевооружению, а особенно совершенствованию военной техники. Эти факторы в совокупности с нехваткой квалифицированных инженерных кадров создали потребность в методах, позволяющих быстро научить людей, как совершенствовать технику.

Важнейшим источником теории стали патенты. Их анализ помог выявить основные направления развития техники, а также создать ряд интеллектуальных инструментов изобретателя, например приёмы устранения технических противоречий.

Другим источником новой теории стала история техники. Г. Альтшуллер и его ученики изучили историю создания таких технических систем, как мельница (устройство для измельчения зерна), корабль (устройство для передвижения по поверхности воды), печатный станок (устройство для нанесения изображения на бумагу), и многих других. В результате оказалось, что все эти системы прошли одни и те же этапы развития. Возникло предположение, что и другие системы должны проходить те же этапы. А значит, в самых общих чертах можно предсказывать, как будет развиваться новая область техники. История техники до сих пор является не только подсказкой для формирования системы законов развития техники, но и информационной базой для их проверки.



Основоположник ТРИЗ. Генрих Саулович Альтшуллер

Достижения в сфере психологии мышления также внесли вклад в ТРИЗ. Например, для преодоления инерции мышления появился так называемый метод маленьких человечков. Его суть: при моделировании изобретательской задачи представляют себе конкретные детали и части устройства, которое нужно усовершенствовать, состоящими из маленьких человечков, которые могут выполнять любые команды. Далее находят команды, при выполнении которых человечками задача решается. Этот метод позволяет находить неочевидные способы изменения устройств. Его можно рассматривать как механизм сознательного управления мышлением. Кстати, первая статья по ТРИЗ была опубликована в журнале «Вопросы психологии»².

Свою роль сыграло и бурное развитие естественных наук, открывавших всё новые физические, химические и иные эффекты, расширяющие возможности инженеров. Важнейшие для ТРИЗ понятия «развитие», «система» и «противоречие» веками разрабатывались в рамках философии. И наконец, большое значение имели собственный изобретательский опыт Г. Альтшуллера и его наблюдения за работой других изобретателей.

² Вопросы психологии. 1956. № 1.

Составные части

Прежде всего выделим систему понятий ТРИЗ, без которой не может существовать теория. Перечислим основные понятия: «техническая система», «идеальная техническая система», «функция», «ресурс», «противоречие», «стандарт», «веполь». В дальнейшем мы раскроем эти понятия в различных контекстах.

Важнейшей частью теоретического ядра ТРИЗ являются законы развития технических систем (ЗРТС). Ряд инструментов, предназначенных для совершенствования технических систем, создан именно на основе этих законов, например «Линии развития технических систем».

Один из первых инструментов ТРИЗ – «Приёмы устранения технических противоречий». Приёмы выявлены и описаны Г. Альтшуллером на основе анализа массива патентной информации. Из-за своей простоты этот инструмент стал наиболее распространённым в литературе по ТРИЗ за пределами России³. Максимально обострённые противоречия возникают, когда противоречивые требования предъявляются к одному и тому же элементу технической системы. Например, он должен быть жидким для достижения одной цели и твёрдым – для другой. Такие противоречия в ТРИЗ называются физическими. Существуют определённые способы разрешения физических противоречий.

Среди инструментов ТРИЗ есть «Стандарты на решение изобретательских задач», или, сокращённо – «Стандарты». Само название вызывает вопрос: неужели в изобретательской деятельности могут быть свои стандарты? Оказывается, могут.

Вот, например, три задачи:

Задача 1

На заводе есть труба, по которой перемещаются стальные шарики. В месте изгиба трубы они сильно её истирают. Приходится часто заменять изгиб трубы, что неудобно. Как быть?

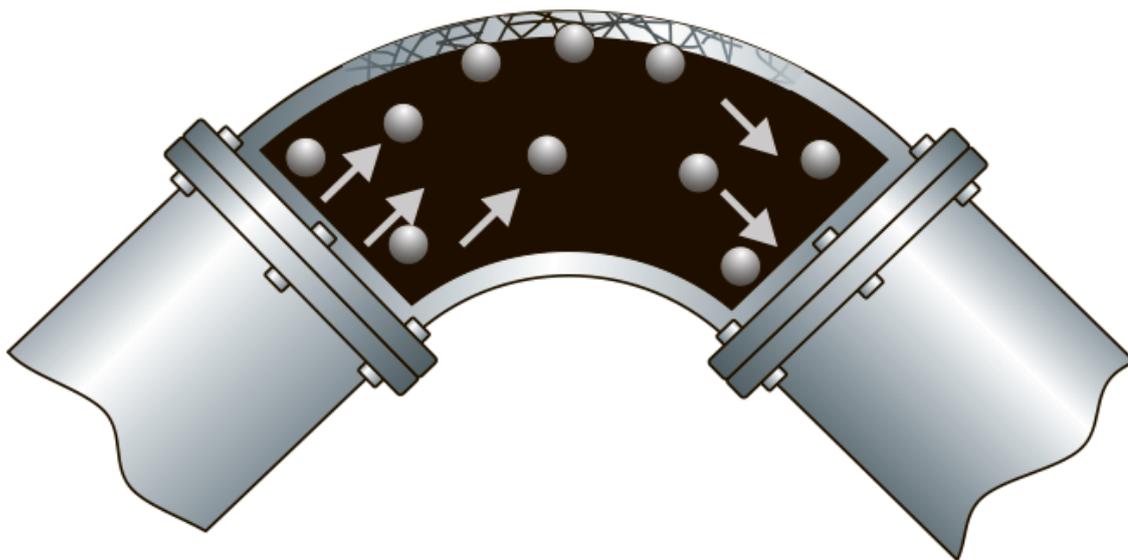


Рис. 1

³ Следует учитывать, что инструмент «Приёмы устранения технических противоречий» и связанную с ним «Таблицу приёмов устранения противоречий» Г. Альтшуллер в последние годы своей жизни считал уже устаревшими.

Задача 2

На тепловых электростанциях применяют так называемые золоуловители. В них смешанный с водой поток газов проходит с большой скоростью по стальной трубе. При этом труба подвергается абразивному износу из-за содержащихся в газах твёрдых частиц. Как быть?

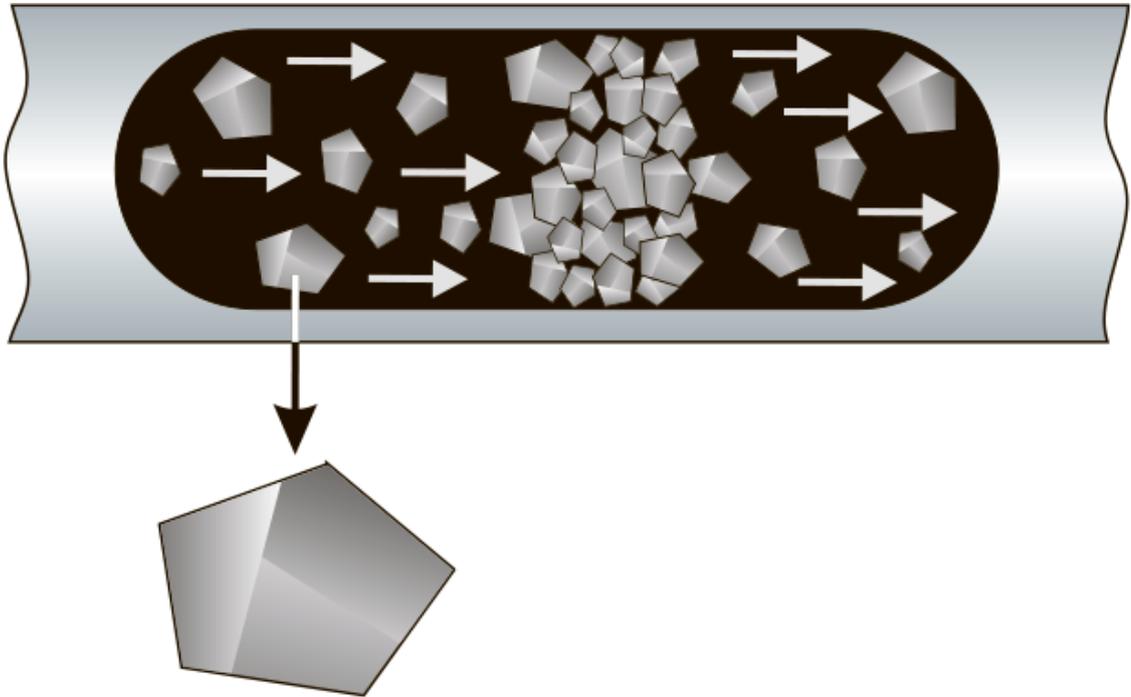


Рис. 2

Задача 3

На горнодобывающем предприятии руда быстро истирает стенки бункера. Как быть?

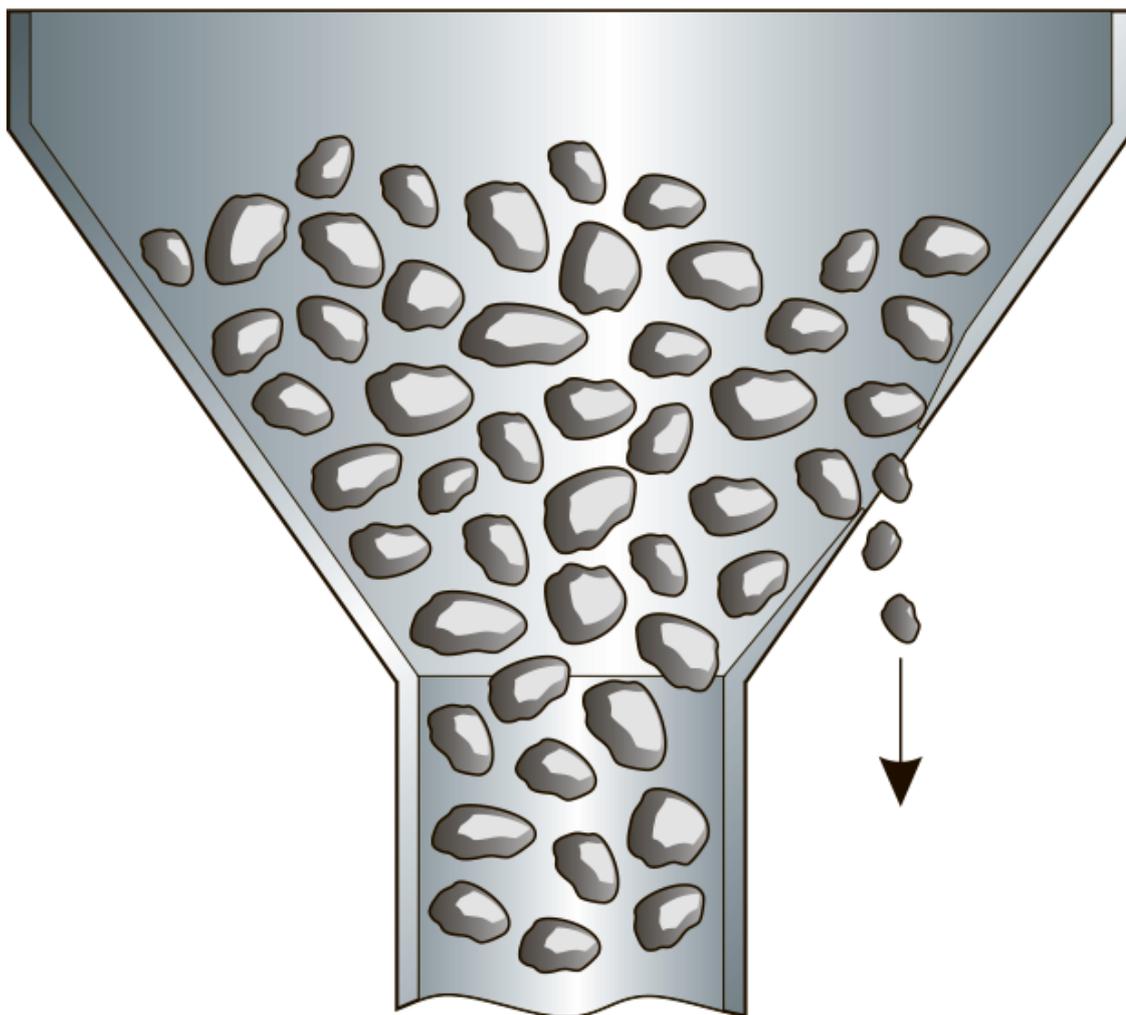


Рис. 3

Формально эти три задачи относятся к разным сферам производства, и каждая из них имеет специфику. Это действительно так, однако с точки зрения ТРИЗ все три задачи подобны – в ТРИЗ они решаются стандартом на устранение «вредной» связи [3].

Мы можем изобразить предлагаемую стандартом модель решения следующим образом (рис. 4):

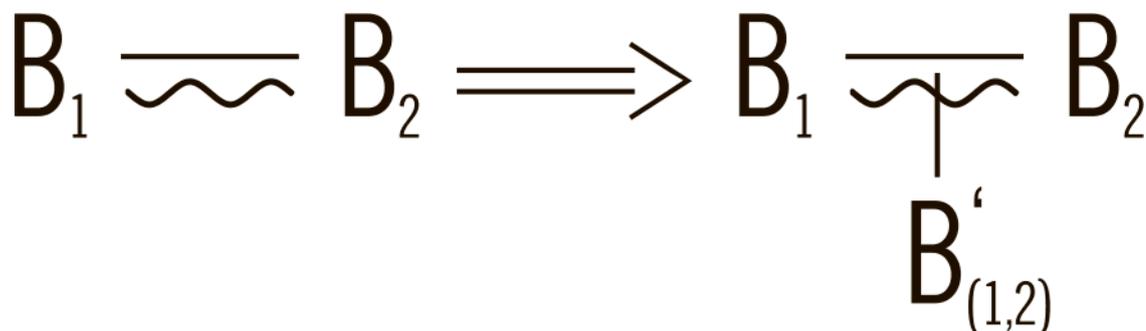


Рис. 4

Здесь B_1 – труба (бункер), а B_2 – то, что по ней движется. Оба элемента в рамках этой модели условно обозначаются как «вещества». Между ними происходят взаимодействия. Прямая линия обозначает полезное взаимодействие. Волнистая линия показывает, что между

двумя веществами есть «вредное» взаимодействие, которое нужно устранить. Стандарты подсказывают, что между B_1 и B_2 нужно ввести вещество, которое является модификацией одного из конфликтующих веществ или их сочетанием.

Подобные графические схемы удобны для наглядного представления модели решения задачи. В ТРИЗ существуют определённые правила составления таких схем и их преобразования в процессе решения. Фактически это инструмент наглядного моделирования задачи и её решения, он получил название «Вепольный⁴ анализ».

Для тех задач, для которых нет стандартной схемы решения или она ещё не выявлена, есть другие инструменты. В частности, для решения сложных задач разработаны алгоритмы, включающие разные инструменты ТРИЗ, и рекомендации по последовательности их использования. При решении задачи по такому алгоритму изобретатель по установленным правилам корректирует первоначальную формулировку задачи, строит модель задачи, определяет имеющиеся ресурсы, формулирует идеальный конечный результат, выявляет и анализирует противоречия, применяет специальные приёмы против психологической инерции. Последним таким алгоритмом в классической ТРИЗ стал АРИЗ-85В⁵.

Особое место в ТРИЗ занимают информационные фонды физических, химических, геометрических и биологических эффектов, описанных так, чтобы ими было удобно пользоваться в изобретательской работе.

Например, для решения некоторой задачи нужно выполнить точное микроперемещение небольшого объекта. Как быть? Фонд физических эффектов подскажет, что это можно сделать с помощью пьезоэффекта, магнитострикции, теплового расширения, эффекта памяти формы, эффекта изменения объёма вещества при фазовых переходах и пр. Что из этого набора выбрать, инженер решает исходя из условий задачи.

Составные части классической ТРИЗ можно представить следующей схемой (рис. 5):

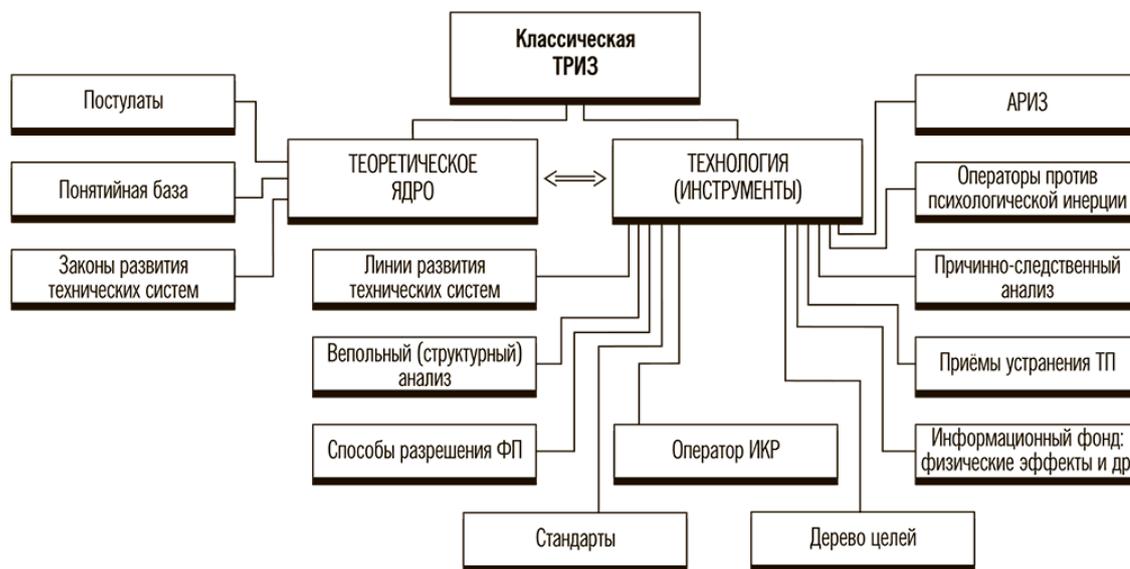


Рис. 5

⁴ Слово «веполь» составлено из двух слов: «вещество» и «поле».

⁵ АРИЗ расшифровывается как «алгоритм решения изобретательских задач». Этот алгоритм был разработан Г. Альтшуллером и группой его учеников в 1985 году.

2. Техническая система и её функции

Техническая система

Техника – совокупность объектов природного и искусственного происхождения, повышающих эффективность деятельности человека сверх возможностей, присущих ему биологически.

Издавна человек использовал природные объекты в своих целях. Палкой можно сбить плод с дерева, перевернуть камень, её можно применить в качестве оружия – дротика. Выступая в качестве инструмента достижения цели, природный объект уже может считаться техническим объектом.

Если технический объект состоит из двух или более частей и благодаря этому имеет какие-то особые свойства, не сводящиеся к свойствам любой отдельной части, то такой объект называется технической системой (ТС).

Так, специально выбранная и обработанная палка-дротик имеет две явно различающиеся части: древко, за которое удобно держаться рукой, и остриё. Такой дротик является уже простейшей ТС.

Техническая система – совокупность взаимосвязанных материальных частей (элементов), предназначенная для повышения эффективности деятельности человека (общества) и обладающая хотя бы одним свойством, которым не обладает ни одна из составляющих её частей.

Главная функция

Каждая ТС создаётся для выполнения своей главной функции (ГФ).

Главная функция – функция, ради выполнения которой создаётся техническая система.

Полная формулировка ГФ включает две части. Первая часть показывает главную цель, ради которой создана и обычно используется потребителем данная ТС, – это её предназначение. Она отвечает на вопрос «Что делает система?» с позиции потребителя. Вторая часть показывает конкретный способ действия данной ТС – это техническая функция. Она отвечает на вопрос «Как система это делает?».

Полная формулировка ГФ объединяет предназначение и техническую функцию.

ГФ = Предназначение + Техническая функция.

Рассмотрим несколько примеров формулирования ГФ.

ТС	Предназначение	Техническая функция	Полная формулировка ГФ
Стиральная машина барабанного типа	Удаляет грязь с ткани	Вращает ткань в моющем растворе	Удаляет грязь с ткани путём её вращения в моющем растворе
Лампа накаливания	Освещает тёмные поверхности	Излучает свет накаливаемой нитью	Освещает тёмные поверхности путём излучения света накаливаемой нитью
Фломастер	Оставляет след на твёрдой поверхности	Доставляет красящее вещество к поверхности по капиллярам	Оставляет след на твёрдой поверхности путём доставки красящего вещества к поверхности по капиллярам

Дополнительная функция

Сформулируем ГФ молотка: молоток изменяет форму, свойства, положение в пространстве объектов путём нанесения по ним ударов. Однако молоток может иметь и дополнительные функции.

Дополнительная функция – это функция, выполнение которой придаёт новое потребительское качество объекту.

Например, столярному молотку можно добавить ряд дополнительных функций: «выдирание гвоздей» с помощью специального устройства, «хранение гвоздей»⁶ благодаря ёмкости в ручке. Такие дополнительные функции делают молоток более совершенным и удобным. Некоторые системы могут иметь огромное число дополнительных функций.

⁶ Здесь в кавычках мы обозначаем функции, не давая их полную формулировку, подобно формулировке ГФ. Для практических нужд этого обычно и не требуется.

Латентная функция

Техническая система далеко не всегда применяется по назначению. Так, например, молотком можно подпереть дверь или измерить расстояние. В этом случае молоток не выполняет ГФ, а используется для достижения других, ситуативно возникших целей. Достижение этих целей оказывается возможным потому, что технические системы имеют возможность выполнять не присущие им по предназначению функции. Такие функции называются латентными⁷.

• *Парус можно использовать как средство не только для создания тяги, но и для передачи информации (вспомните древнегреческий миф о царе Эгее, который по цвету паруса на возвращающемся с Крита корабле хотел заранее узнать о том, смог ли его сын Тезей победить Минотавра).*

• *Стул можно использовать не только для сидения, но и как возвышенность, позволяющую достать предмет с высоко расположенной полочки, или как спортивный тренажёр.*

• *Книгу можно не только читать, но и использовать для засушки листьев гербария.*

Иногда решение изобретательской задачи сводится к нахождению необычного применения ТС.

Все рассмотренные выше функции (главная, дополнительная, латентная) имеют общее – они отражают возможности ТС удовлетворять запросы потребителя.

⁷ То есть скрытыми, не явными.

Основная и вспомогательная функции

Свои функции имеют и отдельные части (элементы) ТС. Если функции отдельных частей ТС непосредственно помогают осуществлять главную функцию, то их называют основными. Основные функции выполняются в отношении того же объекта, что и главная функция.

Основные функции, осуществляемые подсистемами стиральной машины: переворачивание белья, смачивание белья.

Если функции подсистем ТС предназначены для обслуживания (обработки) других подсистем ТС, то такие функции называются вспомогательными.

Вспомогательные функции стиральной машины: перемещение барабана стиральной машины (электродвигателем), фиксация люка защёлкой во время работы.

Эволюция технической системы

Технические системы со временем эволюционируют. Ряд закономерностей их развития мы рассмотрим позже, а пока покажем одну важную линию развития: от простейшего технического объекта до полной (развитой) ТС.

Простейший технический объект представляет собой рабочий орган: то, что непосредственно действует на предмет обработки. Таковы первобытный молоток-камень, скребок-ракушка, палка-рычаг. У простейшего объекта нет двигателя, нет трансмиссии, нет органов управления. Трансмиссией является рука человека, двигателем – его мышцы, орган управления – тоже человек. Со временем рабочий орган дополняется трансмиссией, например, у молотка появляется ручка. Таким молотком удобнее пользоваться, его удар гораздо сильнее. Следующий этап развития – появление у ТС двигателя (сначала мышцы прирученного животного, связанные, например, с плугом или телегой простейшей трансмиссией). И наконец, система дополняется органами управления, позволяющими изменять её свойства в зависимости от режима работы или свойств обрабатываемого объекта⁸.

Рабочий орган, трансмиссия, двигатель и орган управления – основные функциональные блоки ТС. Техническая система, имеющая все основные функциональные блоки, называется полной (развитой).

Линия эволюции ТС схематически выглядит так (рис. 6):

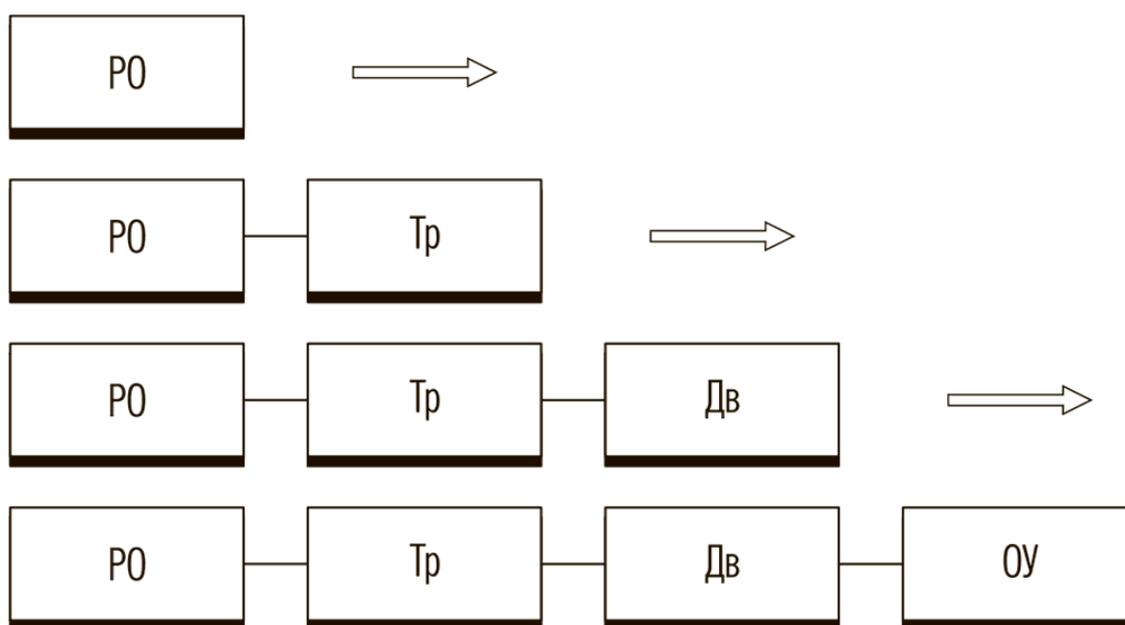


Рис. 6. РО – рабочий орган, Тр – трансмиссия, Дв – двигатель, ОУ – орган управления

1. Всегда ли развитие идёт от простейшего технического объекта к полной ТС?

– Техническая система может остановиться в своём развитии по данной линии. Так, обычный столярный молоток, как и столетия назад, представляет собой рабочий орган с трансмиссией, а функции двигателя и органа управления по-прежнему выполняет человек. В то же время семейство молотков включает и такую специализированную ТС, как устройство для забивания свай в грунт, имеющее уже и двигатель, и орган управления.

⁸ Органы управления у системы иногда появляются раньше, чем двигатель. Например, так было у первых летательных аппаратов – планеров.

2. Приведите пример развитой ТС со всеми основными функциональными блоками.

– Самолёт. Он имеет РО – винт (двигатель) и фюзеляж с крыльями, двигатель⁹, трансмиссию, органы управления. Обратите внимание, что любой из функциональных блоков можно рассматривать как самостоятельную ТС, которая также может иметь свои функциональные блоки. Например, система управления современного самолёта – сама по себе сложная ТС, имеющая свои двигатели и трансмиссии.

3. Выше сформулирована ГФ молотка. Но ведь молотки бывают разные – от обычного столярного или кулинарного до молота для забивания свай. Разве у них одна ГФ?

– Главная функция первобытного молотка осталась таковой для всего семейства: изменять форму, свойства, положение в пространстве объекта путём нанесения ударов по его поверхности. В то же время для специализированного молотка мы можем сформулировать ГФ точнее, с учётом его специализации.

4. Вы привели формулировки ГФ для сравнительно простых объектов. А как быть со сложными, многофункциональными системами, например компьютером?

– То, что сейчас называют компьютерами – это большое семейство ТС, которые используются с разными целями. Техническая функция компьютера – это обработка электрических сигналов. А вот назначений (которые также можно назвать потребительскими функциями) даже у обычного офисного компьютера действительно очень много. При использовании различных программ ГФ может меняться.

5. Технические системы, выполняющие функции измерения или обнаружения, например микроскоп, имеют те же функциональные блоки?

– В измерительных системах присутствуют те же функциональные блоки. Так, рабочими органами микроскопа являются или окуляр, или экран, на который проецируется изображение. Система линз, по которым проходит световой поток, – это трансмиссия. Источник света (лампа или зеркальце, которое посылает солнечный свет на обследуемое поле) – это двигатель. Есть в микроскопе и своя система управления – это система наведения на резкость или система смены уровня увеличения.

6. Можно ли считать развитыми ТС, работающие как статические конструкции, например телевизионную антенну или здание?

– Многие статические конструкции (свая, столб) до сих пор являются простыми техническими системами, находящимися в начале развития. Но современные статические конструкции представляют собой уже развитые ТС. Например, московская телевизионная башня – это пустотелая конструкция, внутри которой проходят сотни тросов, натянутых мощными моторами. Датчики следят за нагрузками, и если с какой-то стороны они увеличиваются, моторы натягивают или отпускают тросы по сигналу центрального компьютера. Можно видеть, что здесь есть и двигатель, и трансмиссия, и органы управления.

Упражнение 1

Сформулируйте ГФ для следующих технических систем¹⁰:

⁹ Или несколько двигателей.

¹⁰ Ответы в приложении 1.

- шариковая ручка;
- колесо телеги;
- броня танка;
- кулинарный молоток для отбивания мяса.

Упражнение 2

1. Перечислите несколько возможных дополнительных функций ТС «шариковая ручка».
2. Найдите несколько возможных латентных функций ТС «воздушный шар».

3. Подсистемы и надсистемы, системный подход

Подсистемы

Как правило, ТС рассматривается не абстрактно, а в контексте какой-либо задачи.

Например, необходимо удешевить автомобильное колесо, не ухудшая его потребительских качеств. Колесо автомобиля, как и любая ТС, имеет части. Можно выделить эти части и представить колесо в виде структурной схемы (рис. 7):

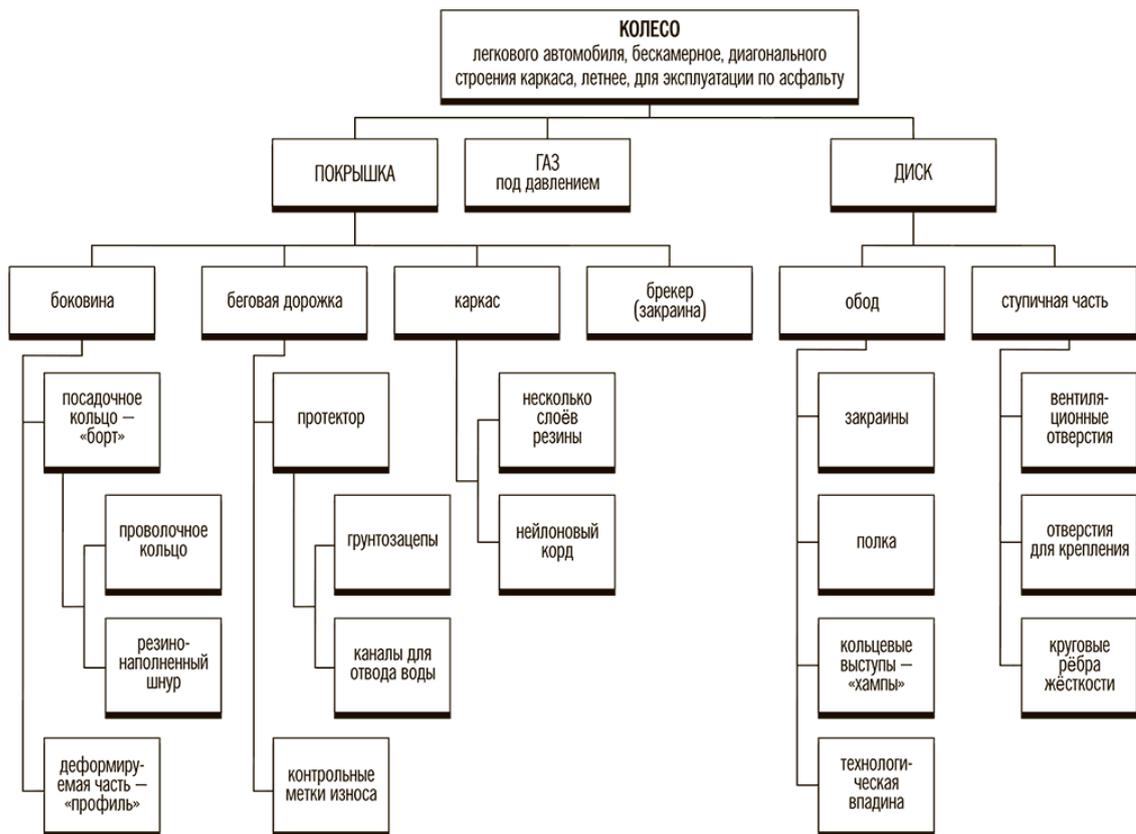


Рис. 7. Структурная схема колеса

При этом не забудем, что части колеса тоже могут рассматриваться как технические системы и детализация схемы может продолжаться настолько глубоко, насколько это необходимо для решения конкретной задачи.

Структурная схема – это схема, показывающая связи между подсистемами ТС.

Любые части (элементы) ТС в ТРИЗ называются подсистемами. Зачем нужно «вычислять» подсистемы, делать структурную схему? Дело в том, что все свойства ТС определяются её подсистемами и взаимодействием между ними. Структурная схема позволяет тщательно разобраться в устройстве и свойствах ТС, найти неиспользованные резервы совершенствования, ресурсы развития ТС.

**Подсистема – часть ТС, имеющая значение для решения задачи.
Элемент – подсистема ТС, условно считающаяся неделимой в рамках конкретной задачи.**

Надсистемы

В то же время каждая ТС является частью какой-то большей системы. Эта большая система, в которую рассматриваемая ТС входит в качестве подсистемы, в ТРИЗ называется надсистемой.

Так, кухонная плита является подсистемой кухни, а сама кухня – подсистемой квартиры. Кухня – надсистема для плиты. Квартира – надсистема для кухни.

Для каждой ТС можно найти много надсистем. Выбор надсистемы зависит от задачи, в рамках которой рассматривается система. Если решается задача о продаже кухонных плит, то в качестве одной из надсистем логично рассматривать торговый зал магазина, в котором их продают.

А что следует выбрать в качестве надсистем для вышеупомянутого автомобильного колеса в контексте задачи по его удешевлению? Это системы производства колёс и составляющих материалов. Если рассматривать не только удешевление производства колеса, а снижение его стоимости для потребителя, то в качестве надсистем следует также рассматривать и склады для хранения колёс, систему перевозок и рынок их сбыта, системы ремонта и утилизации.

Надсистема – система, в которую рассматриваемая ТС входит как часть.

Системный подход

Системный подход предполагает выявление совокупности подсистем и надсистем рассматриваемой ТС и учёт их взаимодействия в разных условиях и на разных этапах существования ТС.

Так, проектируя автомобиль, необходимо рассмотреть его функционирование в разных надсистемах. Это дорога (с учётом разного вида дорог, разного их состояния, разной скорости автомобиля и режимов его работы), ремонтная мастерская, гараж, город и общество в целом с его проблемами (например, угон автомобилей). Водителя с пассажирами и грузом также можно рассматривать в единой надсистеме с автомобилем. Способ открывания дверей влияет на возможности парковки. Регулировка положения руля обеспечивает комфорт водителям разного роста. Имеют специфику и разные этапы жизни автомобиля: проектирование, производство подсистем, сборка, испытание, функционирование, обслуживание и ремонт, утилизация.

Всё связано со всем... Системность подхода выступает как синоним полноты, всесторонности.

Системный подход помогает найти:

1) Проблемы, связанные с несовершенством тех или иных подсистем или надсистем рассматриваемой ТС, случаи рассогласования взаимодействия подсистем ТС между собой или ТС и её надсистем.

Колесо автомобиля хорошо выполняет функции на сухом асфальте. Но если на высокой скорости колесо попадёт на мокрую поверхность, может начаться скольжение, и управляемость автомобиля резко снизится.

Военный самолёт-истребитель предназначен для ведения воздушного боя. Один из элементов, существующих в этом пространстве, – зажигательная пуля. Если она попадёт в неполный топливный бак самолёта – произойдёт взрыв, взорвутся пары топлива. Конечно, можно сделать бронированный бак. Но это противоречит требованиям надсистемы – самолёт станет слишком тяжёлым.

2) Ресурсы для решения найденных проблем.

В старые времена случилась такая история [7]: корабль потерял управление и много дней блуждал по морю, пока не встретился с другим судном. С мачты потерявшего курс корабля был подан сигнал «Мы умираем от жажды!». Тотчас со встречного корабля ответили: «Опустите ведро за борт». И снова бедствующий корабль повторяет свой сигнал и получает тот же ответ. Тогда капитан внял совету и приказал опустить ведро. Когда его подняли, оно было наполнено пресной водой. Оказалось, в этом месте воду опреснял сток реки Амазонки, чьё влияние сказывается на расстоянии до 300 морских миль от устья.

С позиций ТРИЗ эта история рассказывает, как ресурс для решения задачи был найден в ближайшей надсистеме и как люди не смогли без подсказки самостоятельно найти этот ресурс из-за его неочевидности.

Так же бывает и с реальными задачами – их решают, найдя необходимый ресурс в ближайшей надсистеме. Но самые красивые решения получаются, когда удаётся найти неочевидный ресурс внутри самой проблемной системы, среди её подсистем.

Как сделать, чтобы пары бензина в бензобаке не взрывались при попадании пули? Для этого нужно заполнить свободный объём в баке негорючим газом – углекислым или азотом. Но баллоны с газом уменьшат свободное пространство и полезную нагрузку. Хорошее решение нашли, когда догадались заполнять свободный от горючего объём бака охлаждёнными выхлопными газами двигателей самого самолёта, то есть практически той же смесью углекислого газа и азота, не поддерживающей горение.

1. Существует ли чёткая методика деления ТС на подсистемы?

– Технические системы делят на части относительно произвольно. Иногда достаточно поверхностного деления, которое потом несколько раз уточняют в зависимости от цели задачи.

2. Всегда ли ресурсы, нужные для решения задачи, можно отыскать внутри ТС (среди её подсистем) или в ближайших надсистемах?

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.