

## Пришло противоречие — раскрывай ворота

Ю. Мурашковский,  
рукопись, 1997

Если вам кажется, что ситуация улучшается, значит, вы чего-то не заметили.

*(Из законов Мерфи)*

**Т**е, кто достаточно давно занимаются ТРИЗ, знакомы с одним из основных её «недостатков». У людей появляется ощущение, что все задачи могут быть решены. Да, задач много. Но вот мы их перерешаем по ТРИЗ — и всё станет хорошо. Наступит светлое будущее.

Таким «энтузиастам» хочется напомнить старую мудрость: «Хочешь насмешить богов — поделись с ними своими планами». Услышав о планах перерешать все проблемы, боги, наверное, хохочут до полного истощения своих божественных организмов. Ведь они давным давно подсушили человечеству потрясающую свинью, сделав так, чтобы решение проблемы само по себе рождало новые противоречия.

### Пример

Здоровое сердце человека прокачивает примерно 5 литров крови в минуту. При артериальной гипертонии сердце вынуждено прокачивать крови в два-три раза больше. Чтобы справиться с этой нагрузкой, левый желудочек увеличивается в размерах, наступает гипертрофия. Такое сердце быстро устаёт, риск инсульта стремительно возрастает.

Медицина принялась бороться с этим явлением. И безуспешно. Появились препараты, останавливающие рост желудочка и даже уменьшающие его до прежних размеров.

Давление в артериях стало падать. Крови пошло меньше. В том числе... и в само сердце. Оно ведь тоже мышца, ему тоже нужно питание. И у вылеченных от синдрома гипертонического сердца стали обнаруживать ишемию — недостаточное снабжение сердца кровью. Это, кстати, болезнь похуже гипертонии. Причём, если обычная ишемия диагностируется достаточно надёжно — по ухудшению состояния коронарных сосудов, то в нашем случае сосуды в полной норме. А значит, болезнь гораздо труднее обнаружить.

И эта проблема пока ещё не решена.

Из интервью зав отделом кардиологического научного центра АМН СССР А.П. Юренева журналу «Наука и техника». 1988. № 1.

Нет, медицина — это слишком страшная область. Вернёмся к старой доброй технике. В ней тоже предостаточно свидетельств коварства богов. последуем и мы их примеру. И будем приводить примеры «цепей» противоречий не до конца. Последнее звено сформулируем в виде задачи. А вы попробуйте её решить.

### Задача 1. Проблемы в воздухе

На первых аэропланах конструкторы использовали в качестве устройства для посадки всё, что более или менее годилось в дело: велосипедные колёса, ползки, даже ободки от гнутых «венских» стульев. Машины были лёгкими, скорости небольшими, такого «шасси» вполне хватало.

Но с увеличением скорости шасси стало мешать. Ведь торчащая из самолёта

## ПРИЁМЫ ОБУЧЕНИЯ

конструкция увеличивает сопротивление воздуха чуть ли не на двадцать процентов! Шасси должно быть, чтобы самолёт мог сесть, и не должно быть, чтобы не создавать сопротивления.

Решение нам известно — шасси, убирающееся после взлета внутрь фюзеляжа. Типичная динамизация.

Кроме скорости рос и вес самолётов. Чтобы удержать тяжёлый самолёт, ножки венских стульев уже не годились. Конструкторы пошли по пути увеличения размеров колёс. Так, у самолёта-гиганта (по тогдашним меркам) «Максим Горький» диаметр колёс был два метра! А вес самолётов продолжал расти. Огромные колёса просто некуда было прятать после взлета. Колёса должны быть большими, чтобы держать вес, и должны быть маленькими, чтобы легко убираться.

Решение мы тоже видели своими глазами. Вместо одного большого колеса на стойках стали крепить несколько маленьких. У Ту-154, например, на каждой из «ног» по шесть колёс, а у «Антея» — по двенадцать. Разделение между системой и подсистемами.

Тяжёлые грузовые самолёты должны садиться не только на прекрасно оборудованные бетонные полосы, но и на грунтовые аэродромы. Причём не всегда заранее известно, куда придётся садиться. Для посадки на бетон нужны колёса с большим давлением в камерах, грунтовая же посадочная полоса требует давления значительно меньшего. Давление должно быть большим, чтобы сесть на бетон, и должно быть маленьким, чтобы сесть на грунт.

Решение хоть и не столь известно, но с позиций ТРИЗ очевидно — та же динамизация, только динамизация давления. В «Антеях» стоит специальное устройство, регулирующее давление в колёсах «на ходу».

В первых самолётах с убирающимся шасси пилот подтягивал его вручную с помощью тросов. В тридцатых годах шасси уже убирала электропневматика в специальные мотогондолы. Затем появились специальные гидравлические устройства для втягивания шасси.

И тут оказалось, что это не так уж и хорошо. В случае аварийной посадки далеко не всегда есть время, чтобы выпустить колёса. А если ещё повреждение коснулось системы уборки шасси... Так что колёса должны быть снаружи, чтобы обеспечить аварийную посадку, и должны быть внутри, чтобы уменьшить сопротивление воздуха.

Эта часть оставляется для самостоятельного решения.

*Попова С.Н.* Аэрофлот от А до Я. М.: Транспорт. 1986. С. 163–165.

## Задача 2. Проблемы в воде

С проблемой очистки труб столкнулись ещё в том далёком 15 веке, когда в Италии попытались возродить к жизни античные римские водопроводы. Этого не удалось сделать, поскольку за долгие века трубы изнутри заросли отложениями. Эту задачу попытался решить опытный тогдашний инженер Леонардо да Винчи. Он предложил проталкивать в водопровод специальную головку с ножами.

Возможно, в 15 веке механическое проталкивание головки было вполне приемлемым. В наше же время, когда длина водопроводов составляет десятки километров, да ещё и с поворотами, палкой головку не протолкнёшь. «Толкатель» должен быть длинным, чтобы головка чистила длинный водопровод, и не должен быть длинным, чтобы не мешать головке проходить трубы (не усложнять систему, не тре-

бовать огромных усилий на проталкивание самого «толкателя» и т.д.).

Швейцарская фирма «Рейнхарт» решила эту проблему с помощью двигателя и гребного винта. Леонардовскую головку толкал современный мотор. Теоретически — до 10–15 км. Практически же гораздо меньше, так как трубы имеют разный диаметр, на каждом шагу — задвижки, заслонки, сужения. Ножи цепляются, головка останавливается. То есть ножи должны быть, чтобы чистить трубу, и не должны быть, чтобы не цепляться за сужения.

Решил эту проблему изобретатель Шишкин (КБ треста Южводопровод). Вместо ножей он использовал гидробародинамический эффект. Гибкие металлические лепестки на резиновых элементах, укрепленные на головке, вызывают в воде вихри. Эти вихри и срезают отложения со стенок труб. Головка стала легко проходить сужения и повороты, причём с большей скоростью.

Но где растёт скорость, там растут и проблемы. Для возникновения гидробародинамического эффекта вода должна проходить между лепестками и стенкой трубы вперёд. А гребной винт головки толкает воду назад. То есть двигатель на головке должен быть, чтобы двигать головку, и не должен быть, чтобы не отбрасывать воду назад.

Это противоречие решили в том же КБ, просто убрав двигатель и заменив его всё той же водой. Она же всё равно идёт по трубе, вот пусть и толкает головку. Такой снаряд спокойно проходит 250 км с поворотами до 90°.

Головка стала не только легче, но и значительно короче, что и сыграло роковую роль в её судьбе. При передвижении по трубе она стала просто переворачиваться, опрокидываться. А в таком состоянии ни о какой очистке речи быть не может.

Последнюю проблему попытайтесь решить самостоятельно.

*Константинова С.* Снаряд, вода и стальные трубы // Изобретатель и рационализатор. 1986. № 4. С. 20–21.

### Задача 3. Проблемы под землей

В начале 50-х годов на одной из шахт Донбасса пошёл первый очистной комбайн. Он заменил сразу несколько десятков шахтёров. Комбайн перемещался вдоль толстой цепи, натянутой вдоль забоя, перебирая её зубчатым колесом.

Пока длина забоя не превышала нескольких десятков метров, всё было хорошо. Но короткий забой неэкономичен. В длинных же забоях цепь стала провисать. Особенно когда комбайн встречает слой твёрдого угля и замедляется. Выйдя на слой мягкого угля, комбайн делал рывок вперёд, цепь натягивалась, люди во круг получали тяжёлые травмы. Если же рывок был очень сильным, то цепь рвалась, и конец её летел по забою, сметая всё на своём пути.

Была сделана попытка решить проблему административным путём. Рабочим запретили находиться вблизи цепи, то есть, на своих рабочих местах! Производительность резко упала. Попытались утолщать цепь. Но от этого она провисала ещё больше и становилась ещё опаснее.

По мере роста мощности комбайнов росли и цепи. В середине 70-х годов их уже делали из прутка до 36 мм толщиной. Одно звено весило 5 кг. Но и их рвало.

Если бы вовремя было сформулировано противоречие (цепь должна быть, чтобы по ней перемещался комбайн, и её не должно быть, чтобы не создавать опасных ситуаций), то решение стало бы очевидным сразу. Цепь нужно объединить,

## ПРИЁМЫ ОБУЧЕНИЯ

свернуть с чем-нибудь ресурсным. Вдоль забоя проходит скребковый транспортёр с прочными бортами. На эти борта прикрепили цевочные (из цилиндров) рейки. И зубчатка комбайна легко поехала по ним. Как велосипед. Заодно облегчился и весь комбайн, поскольку борт транспортёра сыграл и роль опоры, принял на себя часть веса.

Но для пластов мощностью свыше четырёх метров нужны комбайны-гиганты. Цевочные рейки не выдержали таких тяжёловесов и стали ломаться. Делать их толще нельзя — не совпадут они с зубчатым колесом комбайна.

Как вы решите эту проблему?

*Бойко А. Освобождён от цепей // Изобретатель и рационализатор. 1985. № 7.*

### Задача 4. Проблемы на земле

Идея галтовки проста. Детали засыпают во вращающийся барабан вместе с абразивными частицами — шариками, дробью, стружкой. Всё это перемешивается, поверхность деталей очищается от заусенцев. Правда, перемешивание идёт у стенок галтовочного барабана, а в центре его почти нет.

Попытались ещё и вибрировать барабан. Стало чуть лучше, но недостаточно. Увеличили скорость вращения. Теперь детали перестали перемешиваться и у стенок, так как их прижимало центробежной силой. Так обычно и бывает, когда проблемы решают механическим увеличением параметров.

Все эти действия не дали результата, поскольку не решалось противоречие: барабан должен вращаться быстро, чтобы перемешивать детали, и должен вращаться медленно (или вообще не вращаться), чтобы не тормозить детали.

Поначалу это противоречие было решено своеобразным разделением между системой и подсистемами. Вращался не весь барабан, а только каждая деталь в отдельности. Псевдооживленный слой. Это резко повысило производительность и качество галтовки, но так же резко усложнило и удорожило всю систему. Поэтому было предложено другое решение того же противоречия — разделение по направлениям.

Барабан вращается, но не вокруг горизонтальной оси, а вокруг вертикальной. Под действием всё тех же центробежных сил детали с абразивными частицами начинают ползти по стенкам вверх. Тут уж чем больше скорость вращения — тем лучше.

Однако нужного перемешивания всё ещё нет. Детали начинают скапливаться в верхней части барабана и снова перестают двигаться. Можно остановить барабан, тогда они упадут вниз. Но в пульсирующем режиме огромный галтовочный барабан работать долго не сможет. Барабан в который раз должен вращаться, чтобы поднимать детали, и не должен вращаться, чтобы детали падали вниз.

И снова разделение в пространстве. Верхняя цилиндрическая часть барабана не вращается, а нижняя — полусферическая — вращается. Дойдя до невращающейся части, детали останавливаются и падают вниз. Перемешивание стало интенсивным.

Даже слишком. Оказалось, что излишне истираются не только детали, но и сам абразив. И получившийся порошок трудно отделить от деталей.

Полученная ситуация удивительно точно подходит под условия Стандарта 5.1.2. Система плохо поддается нужным изменениям, инструмент заменить нельзя, добавки вводить нельзя. Стандарт рекомен-

дует разделить систему на два взаимодействующих потока.

Сделать это в нашей системе очень просто. Эти потоки и так есть — вращающаяся часть деталей и невращающаяся. Если вторую часть тоже закрутить, но навстречу первой... Только тогда снова придётся вернуться к горизонтальной оси.

Так и было сделано. Два конических полубарабана вращаются в противоположном направлении. Детали, раскрученные центробежной силой, сталкиваются в центральном поясе. И дополнительно обрабатывают друг друга.

Производительность по сравнению с исходным вариантом возросла в 50 раз. Вместо целой смены цикл галтовки теперь занимает 8 минут. Осталась только одна проблема (интересно, почему это посмеиваются боги) — как всё-таки отделить детали от истёртого в порошок абразива?

Этот вопрос тоже оставим читателям.

### Контрольные ответы:

**1.** Разделение в пространстве. Часть шасси остаётся неубранной. Из-под мотогондолы самолёта ПС-84 торчал небольшой сегмент колеса. Его хватало для аварийной посадки, а сопротивление от него было пренебрежимо малым.

**2.** Переход к бисистеме. Головки стали скреплять последовательно по две. Такая система и чистит лучше, и не переворачивается.

**3.** Переход в надсистему. Рядом с цевочной рейкой идут направляющие из труб, которые берут на себя вес комбайна.

**4.** Динамизация. Полубарабаны плавно разводят. Щель доводят до размеров, больших, чем абразивный порошок, но меньших, чем детали. **ПТ**