

# Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1. Базовые термины и определения .....</b>	<b>8</b>
1.1. Противоречие .....	12
1.2. Оперативная зона и оперативное время .....	15
1.3. Выводы .....	22
<b>Глава 2. Применение приемов устранения технических противоречий.....</b>	<b>23</b>
2.1. Виды разрешения противоречий.....	24
2.2. Основные группы типовых приемов устранения технических противоречий .....	27
2.3. Два подхода к решению изобретательских задач .....	29
<b>Глава 3. Приемы разрешения технических противоречий во времени .....</b>	<b>31</b>
3.1. Принцип вынесения, предварительного исполнения или коррекции после процесса .....	31
3.2. Принцип заранее подложенной подушки.....	44
3.3. Принцип непрерывного полезного действия .....	48
3.4. Принципы проскока и повышения динамичности .....	53
3.5. Принцип отброса и регенерации частей.....	61
<b>Глава 4. Разрешение технических противоречий в пространстве.....</b>	<b>64</b>
4.1. Прием дробления системы и ее элементов .....	64
4.2. Принцип местного качества .....	74
4.3. Принцип асимметрии.....	78
4.4. Принцип перехода в другое измерение.....	83
<b>Глава 5. Группа приемов разрешения противоречий за счет структурных изменений внутри системы .....</b>	<b>90</b>
5.1. «Принцип наоборот» .....	90
5.2. Принцип частичного или избыточного действия.....	98

---

---

5.3. Принцип обратной связи .....	102
5.4. Самозащита (изоляция, пена) .....	105
5.5. Структуризация.....	114

## **Глава 6. Группа приемов разрешения противоречий за счет изменений надсистемы.....**

<b>надсистемы.....</b>	<b>119</b>
------------------------	------------

6.1. Принцип объединения .....	119
6.2. Принцип универсальности .....	129
6.3. Принцип «обратить вред в пользу» .....	134
6.4. Принцип «посредника».....	138
6.5. Принцип самообслуживания .....	144
6.6. Дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности.....	149

---

<b>4</b>	<b>Заключение.....</b>	<b>155</b>
----------	------------------------	------------

---

<b>Рекомендуемая литература .....</b>	<b>156</b>
---------------------------------------	------------

Источники фото .....	156
----------------------	-----

# Введение

Я познакомился с теорией решения изобретательских задач (ТРИЗ) в 1982 году на семинаре, который проводил основатель теории Г. С. Альтшуллер. После месяца обучения нам показалось, что мы все-таки способны решать любые задачи. Но действительность быстро нас приземлила. Задачи почему-то решались «криво». То, что казалось панацеей, в упор не хотело «лечить болезни».

Это сейчас мне понятно, что не произошло ничего неожиданно. Самая хорошая скрипка не звучит без скрипача, и даже суперсовременный самолет сам не делает фигуры «высшего пилотажа». Так и с ТРИЗ – это сильный инструмент, но в руках профессионалов. А профессионалом можно стать только после 5–10 лет плотной работы. Таких специалистов в СССР было несколько десятков человек. Но зато каждый способен решить практически любую изобретательскую задачу, если она в принципе решается.

Особенно эффектно это происходит на обучающих семинарах по заказам предприятий. Неподготовленному человеку трудно поверить, что ТРИЗ-профессионалы могут иногда в течение часа решить проблему, над которой группа инженеров билась несколько месяцев или даже лет. Инженеры предприятий встречали нас всегда с большим недоверием, особенно на таких сильных предприятиях, как НГМК или Уралмаш. Все, что мы им показывали в первые дни, вызывало недоверие: понятно, тут у вас все подготовлено, вот и получается, а попробуйте-ка реальную задачу решить.

Сразу мы не соглашались, ведь чтобы создать напряжение – нужна пауза. Но на третий день семинара мы предлагали дать любую практическую задачу, стоящую перед предприятием. Всем слушателям становилось ясно, что тут заготовки быть не может, и вся группа со злорадством ждала оглушительного провала. Ведь задача, которая потребовала несколько лет работы специалистов предприятия и на которую у них был «контрольный ответ», не может быть решена человеком со стороны, да еще в течение часа-полутора. И вот тут провалиться было нельзя! Но мы и не проваливались. Как правило, всегда находилось решение, которое в ряде случаев оказывалось даже более эффективным, чем заготовленный заказчиками «контрольный ответ». Трудно поверить, что это возможно... Поэтому после таких «показательных

выступлений» контакт с группой налаживался очень быстро. Так было на всех моих семинарах. Исключение составил семинар в Норильске, где я в составе группы Б. Злотина участвовал в обучении сразу трех групп инженеров. Надо сказать, что инженерный корпус Норильского ГОК был самым сильным из всех, с кем мне приходилось работать. Это были молодые и очень умные ребята. Они быстро сообразили, что мы действительно умеем решать задачи и... начали активно эксплуатировать нас! За этот семинар в каждой группе мы решили для наших слушателей по 10–12 реальных задач по производству. Это, разумеется, входило в стоимость семинара и, я уверен, комбинат вернул все свои затраты на семинар только за счет этих решений.

Основной проблемой ТРИЗ является то, что этот сильный инструмент не прост в освоении и применении. Поэтому, даже прослушав серьезный учебный курс, инженеры не могут сразу эффективно применять его. Откуда у рядового инженера время на освоение новых навыков? Как разрешить эту проблему – сделать сильный инструмент доступным широкому кругу инженеров? Ведь зачастую у меня были семинары всего от 12 до 40 часов, что явно недостаточно. Как убедить рядового инженера, что ТРИЗ эффективен? Как дать ему инструмент, чтобы он сразу мог пользоваться им?

Я любил вести обучение в виде беседы со слушателями, когда просто рассказывал основные инструменты ТРИЗ, иллюстрируя все примерами из своей практики, шутками и анекдотами. Так проще понимать материал и принимать его. А заодно просил слушателей самим попробовать сразу применять изложенный материал к своим производственным проблемам.

В этой книге мы рассмотрим 20 основных приемов устранения технических противоречий, которые я выбрал как наиболее эффективные и часто применяемые. На основе более чем 30-летнего опыта работы я исключил часть приёмов, которые используются редко, а часть приемов перегруппировал и объединил для удобства работы.

Я подробно раскрою подприемы каждого из приёмов, подкрепив каждый пункт примером.

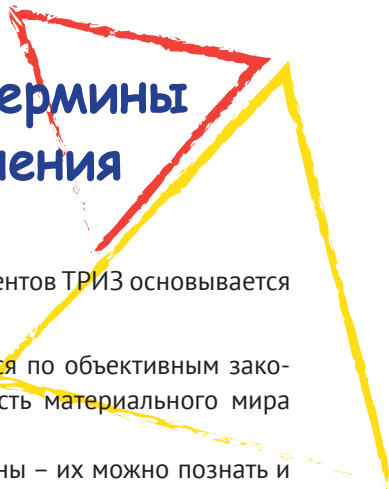
**Замечание:** возможно профессионалам покажется такое подробное рассмотрение подприемов не обязательным. Но на практике это значительно повышает эффективность использования материала для начинающих.

---

---

Приёмы устранения технических противоречий часто подсказывают аналогии, которые могут наводить на решение. Это позволяет быстро перейти к практическому использованию. Эти инструменты доступны инженерам, имеющим общую техническую подготовку, минимальные знания и опыт работы с инструментами ТРИЗ. Для работы достаточно просто читать излагаемый материал и примерять его на свои проблемы.

# Глава 1. Базовые термины и определения



Собственно говоря, весь комплекс инструментов ТРИЗ основывается на двух базовых философских сентенциях:

1. Весь материальный мир развивается по объективным законам диалектики, и техника как часть материального мира подчиняется этим законам.
2. Законы развития техники объективны – их можно познать и осознанно использовать для развития техники.

## **Пример-шутка.**

*К одесситу подходит приезжий:*

*– Скажите, если я пойду по этой улице там, в конце будет вокзал?*

*– Знаете, он там будет, даже если вы туда не пойдете.*

Из этих двух положений вытекают очень важные следствия:

- если есть общие закономерности развития техники, значит, есть и общие подходы к решению изобретательских задач в различных областях науки и техники; значит эти закономерности можно выявить и использовать;
- на основании общих философских подходов можно разработать конкретные закономерности, позволяющие прогнозировать развитие техники в разных областях.

Важный вопрос: что значит «правильно поставить задачу»?

Развитие техники идет через появление, обострение и разрешение противоречий. Поэтому при решении задач полезно выявлять противоречие, препятствующее развитию технической системы или решению изобретательской задачи.

Говорят, что правильно поставить задачу – наполовину решить ее. В технике правильно поставить задачу – значит вычленив из общей изобретательской ситуации ключевое техническое противоречие, которое препятствует развитию системы или решению задачи.

Дело в том, что задачи, которые ставятся перед изобретателями, не являются, строго говоря, техническими задачами. Как правило, мы имеем дело с «изобретательской ситуацией».

**Изобретательская ситуация** – это то, как мы видим проблему внешне. И хотя часто кажется, что проблема поставлена точно и определенно, но на самом деле это не так. В изобретательской ситуации часто бывает смешано несколько задач, а иногда вообще ставится не та задача, которую надо решать!

Почти всегда в описании проблемной ситуации присутствует избыточная информация (зачастую просто неверная или субъективная), которая не имеет отношения к проблеме, но сильно затрудняет понимание ее сути и решение. Иногда же, наоборот, границы задачи неоправданно заужены, что мешает найти решение. И часто правильно понять проблему – почти эквивалентно ее решению. Именно поэтому крайне важно бывает понять, что мешает нам решить ту или иную задачу, то есть выявить техническое противоречие.

#### Пример из практики автора.

*На Норильском горно-металлургическом комбинате концентрат обрабатывали в специальных реакторах. Это цистерны длиной в 12 метров и диаметром около 4 метров. Процесс идет при давлении 12 атмосфер и температуре 130–150 °С, продувкой воздухом обогащенным кислородом. По технологии, пульпа концентрата занимает около  $\frac{3}{4}$  объема реактора и активно перемешивается четырьмя винтовыми шнеками диаметром 300 мм, расположенными вертикально. Остальная часть реактора заполнена парогазовой смесью.*



**Рис. 1.** Реактор для обработки пульпы

В процессе обработки осуществляется контроль уровня пульпы в реакторе. Для этого в цистерну сверху варена U-образная трубка, нижний конец которой доходит до середины цистерны. Через трубку с постоянной скоростью пропускается вода. Чем выше уровень пульпы, тем больше зона контакта ее с водой, а значит тем больше нагрев воды. По степени нагрева воды судят об уровне пульпы.

Заказчик поставил задачу: повысить точность измерения высоты пульпы. Измерять ее снаружи невозможно – стенка цистерны – 12 мм стали, 10 мм свинца и еще 80 мм огнеупорного кирпича. Значит, контроль возможен только по нагреву воды. Но температура нагрева воды в трубке зависит не только от длины контакта, но и от температуры внутри реактора и многих других причин. Как быть?

При решении задачи в группе обучения присутствовали механик цеха и технолог, то есть оба главных лица, ответственных за технологический процесс и работоспособность оборудования.

С самого начала им обоим был задан вопрос «А для чего нужно знать уровень пульпы в реакторе?». Быстро выяснилось, что нет необходимости измерять уровень пульпы в реакторе с большой точностью. Технолога интересовало только ограничение минимального уровня, чтобы процесс не пошел вразнос, а механика – максимальный уровень пульпы, чтобы в механизмы вращения мешалки не попадала абразивная пульпа. Все остальное их не интересовало.

После правильной постановки задачи выяснилось, что реальная задача – не на измерение температуры или высоты пульпы в реакторе, а на определение двух критических допустимых значений (верхнего и нижнего).

Установить два датчика было совсем просто, а главное – существенно повысилась точность работы системы и ее надежность. Достаточно было в уже существующую трубу на нужном уровне установить тепловые датчики, если происходит замена пульпы на парогазовую смесь в районе датчика, то резко меняется режим нагрева трубки в этом месте, и это сразу улавливается датчиком. То есть задача оказалась иной, чем та, которую первоначально ставили заказчики. И реальная задача оказалась намного проще.



---

---

### Пример-шутка.

*Блондинка врывается в кабинет травматолога:*

*– Доктор, у меня беда! Так хромаю, что боюсь, что сломала ногу! Боюсь, гипс придется накладывать!*

*– Спокойствие, девушка, только спокойствие. Сейчас я со второй туфли каблук отломаю, и можно будет обойтись без гипса.*

А теперь в качестве технического примера рассмотрим **следующую задачу**:

Мясные туши необходимо маркировать – это гарантия того, что в продажу не попадет товар без ветеринарного контроля. И никакие бирки тут недопустимы, так как они могут потеряться при транспортировке. А вот чернильное клеймо – гарантия, что маркировка будет сохранена. Но тут и возникает проблема. После продажи, при приготовлении пищи, это клеймо приходится срезать и выбрасывать (ведь чернила-то не очень полезны для здоровья). Это значительные потери, поскольку приходится срезать печать вместе с куском мяса. Необходимо найти иной способ маркировки мяса...



**Рис. 2.** Туши с клеймом

Казалось бы, проблема очевидна. Нужны какие-то приборы или новые бирки, которые не будут теряться. Но начнем решать эту задачу.

---

---

Сформулируем противоречие: клеймо должно быть, чтобы маркировать тушу, но клейма быть не должно, чтобы не портить мясо. А теперь попробуем вникнуть в сущность задачи. В определенной зоне туши (как говорят в ТРИЗ, в *оперативной зоне*) в определенное время (в ТРИЗ говорят, в *оперативное время*) должны быть инородные частицы, чтобы маркировать тушу, и этих частиц не должно быть, чтобы не портить, не отравлять мясо.

При такой формулировке сразу становится ясно, что, в сущности, нет противоречия между наличием инородных частиц и съедобностью, если использовать пищевые красители, например, на основе свеклы. Еще лучше использовать невредные пищевые красители, разрушающиеся при термообработке (мясо то вряд ли кто сырое есть будет!). То есть, как только мы правильно сформулировали противоречие, ответ стал очевиден.

## 1.1. Противоречие

Под **противоречием** понимается ситуация, когда необходимо выполнить **два взаимоисключающих требования к системе** или ее частям.

Например, изделие должно быть твердым и мягким, легким и тяжелым, горячим и холодным, большим и маленьким...

Броня танка должна быть толстой, чтобы надежно защищать от вражеских снарядов, и она же должна быть тонкой, чтобы танк не был слишком тяжелым, и, как следствие этого, маломаневренным в бою.

Иногда конструкторы выбирают в качестве приоритета один из параметров и пытаются улучшить только его. Именно так был создан немецкий танк «Мышонок». Его вес – около 188 тонн (для сравнения, вес советского Т-34 был 26,5 тонн, а тяжелого танка Т-VI «Тигр» был «всего» 57 тонн). Мощная (до 240 мм) броня «Мышонка» защищала его от средних снарядов, его 128-миллиметровое орудие было способно сокрушить любой танк того времени. Но скорость, всего 18 километров в час, делала танк неповоротливым и уязвимым. Он разрушал все мосты на своем пути и стал хорошей мишенью для крупных орудий и самолетов. Цена же была настолько высокой, что о массовом производстве не могло быть и речи. За всю историю было сделано только два таких танка!



**Рис. 3.** Танк «Маус» (музей в Кубинке)

Часто противоречие пытаются разрешить компромиссом. Удачным компромиссным решением в годы второй мировой войны был советский танк Т-34. Он защищал экипаж от стрелкового оружия, крупнокалиберных пулеметов и даже легких орудий, но при этом был маневренным и мог двигаться со скоростью грузовика по бездорожью. А технология производства танка была настолько простой, что на нескольких советских заводах их было произведено более 85 тысяч.



**Рис. 4.** Танк Т-34

---

---

Как показывает опыт, компромиссное решение лишь откладывает необходимость разрешения противоречия, но не снимает проблемы. Со временем противоречие нарастает, обостряется, и в конечном итоге возникает необходимость его радикального разрешения за счет нового технического решения. Появление ручного противотанкового кумулятивного оружия обострило ситуацию настолько, что компромиссное решение перестало удовлетворять танкистов. Кумулятивные снаряды и бомбы прожигали любую броню. Появилась необходимость разрешения противоречия «толщина брони/маневренность танка», то есть создание «тонкой легкой брони», которая защищает танк от «сильного снаряда». Так появилась «активная броня».

Активная броня – разновидность защиты боевых бронированных машин. Она изготовлена из металлических контейнеров, содержащих элемент динамической защиты, который состоит из двух слоёв взрывчатого вещества и тонкой металлической пластины, расположенной между ними. Принцип действия активной брони состоит в том, что контейнеры со взрывчаткой, установленные поверх обычной брони танка, взрываются «навстречу» летящему в танк снаряду, в тот момент, когда снаряд попадает в них.



Рис. 5. Танк Т-72 с активной броней

---

---

## 1.2. Оперативная зона и оперативное время

Техническое противоречие всегда проявляется в определенное время и в определенном месте. Например, при выполнении рентгенографии для технических объектов используются рентгеновские лучи, которые крайне вредны для здоровья человека. Но при проведении облучения их использование происходит только в ограниченное время, и в защищенной камере, где людей нет. Таким образом, разрешается противоречие – нужны вредные лучи для проведения анализа, и эти лучи должны быть безвредными для персонала.

Для того чтобы научиться разрешать противоречия, попробуем разобраться, где и когда техническое противоречие возникает. Для этого введем понятия **оперативной зоны (ОЗ)** и **оперативного времени (ОВ)**.

Пространство в системе, в котором возникают противоречивые требования, и граничащая с ним зона называется **о п е р а т и в н о й зоной**.

Часто современная техника излучает радиоволны высокой частоты, которые вредны для здоровья, но сами приборы нужны для использования. Почему же мы все-таки пользуемся ими? Да потому, что вредное излучение возникает только в ограниченной зоне в приборе, а пространство вокруг него будет вполне безопасным. Именно эта зона (зона действия лучей!) и будет в данном случае оперативной зоной.

Если мы говорим, что утюг плохо гладит, из-за того, что плохо нагревается, то при этом понимается, что плохо нагревается нижняя (рабочая) поверхность утюга. Она и является оперативной зоной. Все остальные части утюга (например, ручка) в данном контексте нас не волнуют.

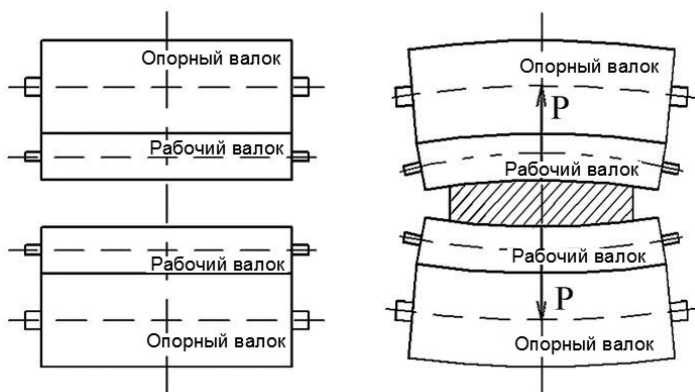
Промежутки времени, во время которых к системе предъявляются требования, выполнение которых вызывает конфликтную ситуацию (то есть необходимость выполнения противоречивых требований) – называются **о п е р а т и в н ы м в р е м е н е м**.

Например, основные требования к толщине брони танка возникают во время боя и совершенно никого не волнуют в то время, когда танк стоит на базе или находится на марше. Следовательно, оперативное время для танка – время боевых действий, атаки.

А теперь рассмотрим два примера по решению задач с использованием понятий «оперативная зона» и «оперативное время».

### Задача 1.

В 1980 году на Нижнетагильском металлургическом комбинате мы столкнулись с крайне сложной задачей. Необходимо было повысить качество проката для морских судов, снизить поперечную разнотолщинность листов (это было обязательным условием регистра Ллойда). На стане, построенном еще в 30-е годы, это сделать весьма сложно. Проблема состояла вот в чем. Лист прокатывают просто: слиток пропускают между двумя рабочими валками приблизительно так, как отжималось белье на старых стиральных машинах. Только валки не из резины, а из стали. Чтобы рабочие валки не сильно прогибались, устанавливают опорные валки. Это рабочая схема стана «кварто». Постепенно зазор между ними уменьшают, и в конце концов получается готовый лист заданной толщины.



**Рис. 6.** Стан «кварто». При нагрузке образуется поперечный профиль листа в виде «чечевицы»

При такой технологии приходится решать две задачи:

- во-первых, деформировать металл так, чтобы он получился одинаковой толщины в центре и на краях, то есть без поперечной разнотолщинности;
- во-вторых, удерживать раскатываемый лист в валках строго по центру.

Вам может показаться, что это разные задачи. Но это не так. Дело в том, что усилия деформации настолько велики,

---

---

*что никакие посторонние дополнительные механизмы не способны удержать раскатываемый лист в валках, если из-за неравномерной деформации по ширине его поведет в сторону. В результате произойдет авария.*

*Прокатчики нашли выход. Они сделали валки так, чтобы при нагрузке образовывался вогнутый профиль, и теперь раскатываемый лист сам центрует себя. Если сдвинулся в какую-нибудь сторону, то горизонтальная составляющая усилия деформации загоняет его назад. И чем больше вогнутость, тем значительнее эффект самоцентрирования.*

*Вот тут и противоречие: чем больше вогнутость валков, тем больше поперечная разнотолщинность, то есть тем хуже качество проката, но зато более надежна устойчивость процесса. К тому времени, когда мы начинали работать, разнотолщинность между центром и краями достигала 1–1,2 мм при допуске всего 0,8 мм. Итак, налицо техническое противоречие. Как быть?*

## **Задача 2.**

*В хирургии полостных органов – кровеносных сосудов, кишечника, пищевода, трахеи – часто применяется замена отдельных их участков трубчатыми протезами из синтетических полимеров. Они должны обеспечить изоляцию субстрата, находящегося внутри полости (пищи, воздуха, крови), от окружающих частей организма. Как и всякое инородное тело, трубчатые протезы постепенно снаружи и изнутри покрываются капсулой из соединительной ткани. Тут и возникает проблема. При значительной длине протеза внутренняя часть этой капсулы недостаточно хорошо снабжается кровью, что вызывает ее дистрофию и медленное отмирание. Для того чтобы обеспечить связь между внутренней и наружной частями капсулы, лучше всего было бы применить пористые протезы. Но в этом случае, прежде чем капсула будет образована, нарушится герметичность сосуда. Как быть?*

Чтобы разрешить противоречие, проведём анализ технической системы. Начнём с уточнения условий, в которых возникают и действуют противоречивые требования, то есть оперативного времени и

оперативной зоны. При рассмотрении работы любой системы, не трудно видеть, что она далеко не всегда работает в одинаковых условиях, и с одинаковыми параметрами. Поэтому, например, условно все время работы технической системы можно разделить на такие промежутки T1, T2 и т. д., в течение каждого из которых все свойства (характеристики) системы одинаковы или однородны. Так же надо поступить и с пространством, разделив его на зоны S1, S2, и т. д., в которых свойства системы одинаковы.

Начнем с задачи 2. Противоречие состоит в том, что сосуд должен быть пористым, чтобы кровь быстро поступала в соединительную ткань, образующуюся внутри протеза (то есть через некоторое время), и не пористым, чтобы кровь не вытекала из сосуда прямо сейчас.



**Рис. 7.** Трубчатый пористый протез аорты

Химики и врачи нашли остроумный способ устранить противоречие между необходимостью протеза быть пористым и непористым. Трубчатый протез изготавливается из двух компонентов. Один составляет пористый каркас, а другой – медленно рассасывающийся в организме полимер, заполняющий многочисленные поры каркаса. По мере того как полимер рассасывается, соединительная ткань постепенно заполняет освободившееся пространство и в конце концов соединяет внутреннюю и наружную поверхности капсулы.

Итак, поскольку противоречивые требования предъявляются в разное время, то и противоречие было разрешено во времени.



---

---

### **Пример-шутка (разделение противоречия во времени).**

*Мужик хвастается другу:*

*– Представляешь, я вчера зашел в кабинет шефа и стукнул кулаком по столу!*

*– Ну и что?*

*– Главное – я сделал это вовремя – завтра шеф возвращается из командировки.*

### **Пример-шутка (разделение противоречия в пространстве).**

*В детском саду дети сидят в песочнице с сотовыми телефонами, а воспитательница спит.*

*– Как вы можете спать!? Дети разбегутся.*

*– Никуда не денутся. Вай-фай только в песочнице!*

*Воспитательница великолепно разрешила противоречие в пространстве – граница должны быть и ее не должно быть. Дети должны убежать, потому что они дети и хотят играть, и дети не должны разбежаться, чтобы быть под контролем. Значит, они должны играть в ограниченном пространстве. А сделать это можно с помощью Интернета, ограничив радиус действия сети. То есть появилась «невидимая, но очень эффективная граница».*

Аналогична ситуация, когда в системе противоречивые требования, сформулированные для всей системы, проявляются в ней в разных частях. Тогда противоречие может быть разрешено в пространстве.

Вернемся к задаче 1. Какие зоны валка удерживают металл, создают осевые усилия, центрирующие раскат?

Ну, разумеется, те, где наклон образующей валка больше, то есть краевые зоны.

Какие зоны по ширине валка создают особенно большую разницу по толщине в сравнении с краями?

Разумеется, центр валка. Парадоксальная ситуация, но теперь вполне очевидно, что противоречия как такового нет. Профиль валка в центральной части, создающий все проблемы разнотолщинности, практически не влияет на центровку раската, в то время как краевые зоны, обеспечивающие устойчивость раската, не вызывают большой разнотолщинности.

Конец ознакомительного фрагмента.  
Приобрести книгу можно  
в интернет-магазине  
«Электронный универс»  
[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)