



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени Н.Э. БАУМАНА

## Учебное пособие

Методические указания  
по выполнению семинара 4  
по единому комплексному заданию по блоку дисциплины

**«Защита интеллектуальной собственности»**

МГТУ имени Н.Э. Баумана

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени Н.Э. БАУМАНА

Методические указания  
по выполнению семинара 4  
по единому комплексному заданию по блоку дисциплины

**«Защита интеллектуальной собственности»**

Москва  
МГТУ имени Н.Э. Баумана

**2012**

УДК 681.3.06(075.8)  
ББК 32.973-018  
И201

Методические указания по выполнению семинара 4 по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Защита интеллектуальной собственности» /  
Коллектив авторов –  
М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 24 с.: ил.

В методических указаниях рассмотрены основные этапы, их последовательность и содержание по выполнению семинара 4 по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Защита интеллектуальной собственности».

Ил. 39. Табл. 5. Библиогр. 7 назв.

УДК 681.3.06(075.8)

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012

## 1. Противоречия при решении технических задач

Решение любой технической задачи начинается с анализа проблемы. Результатом этого анализа является постановка и формулировка задачи, которую нужно решать.

В проблеме обычно описывается необходимость создания некоторого технического объекта (ТО) для удовлетворения определенной потребности, приводится соответствующая аргументация этой необходимости, описываются функции, которые должен выполнять этот ТО; требования, которые к нему предъявляются.

Каждый потребитель той или иной продукции характеризуется определенными свойствами. На основе анализа свойств потребителей можно определить набор требований, которым должна удовлетворять продукция, предназначенная для удовлетворения потребностей.

Любую продукцию можно охарактеризовать набором определенных свойств. Часть этих свойств, которые отвечают требованиям, предъявляемым потребителем, составляют потребительные свойства продукции (рис. 1).

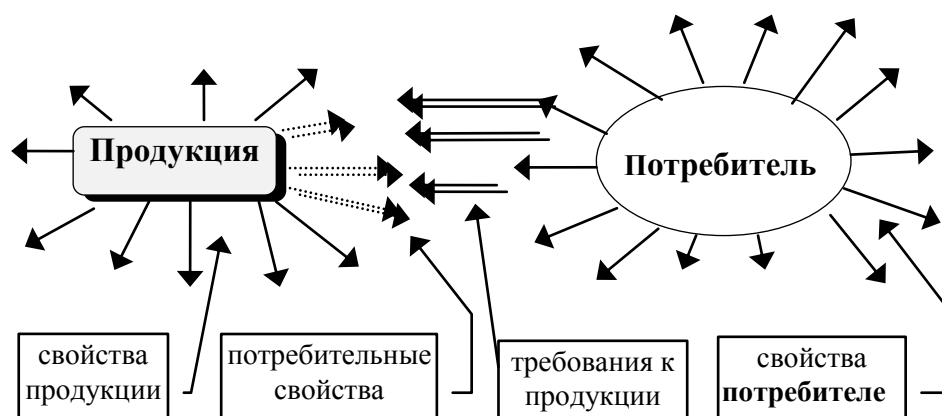


Рис. 1. Схема взаимосвязи свойств потребителей и продукции

Поэтому прежде, чем создавать тот или иной продукт, необходимо, с одной стороны, сформулировать требования, которым он должен удовлетворять, с другой стороны, оценить технические возможности создания продукта с требуемыми свойствами.

Если есть потребность в создании продукции с определенными потребительскими свойствами, но неизвестно как ее удовлетворить, то возникает проблемная ситуация (ПС).

Описание ПС – это, с одной стороны, формулирование потребностей, функций, которые нужно выполнить и, с другой стороны, описание тех факторов, которые мешают удовлетворить эти потребности или реализовать функции.

Проблема может заключаться в том, что не видно путей как удовлетворить потребность или как реализовать выполнение требуемой функции. Проблема появляется также и тогда, когда нет соответствия между требованиями, предъявляемыми потребителями, и имеющимися техническими возможностями. В этом случае ставится

задача по поиску ресурсов для разрешения ПС (рис. 2а). Например, как создать телевизор с объемным изображением, как эффективно бороться с лесными пожарами, автомобильными пробками?

Проблемная ситуация может заключаться также в том, что намечаемый способ достижения цели (например, реализации требуемой функции) или найденные ресурсы приводят к появлению таких нежелательных эффектов (НЭ), факторов расплаты, которые недопустимы (рис. 2б).

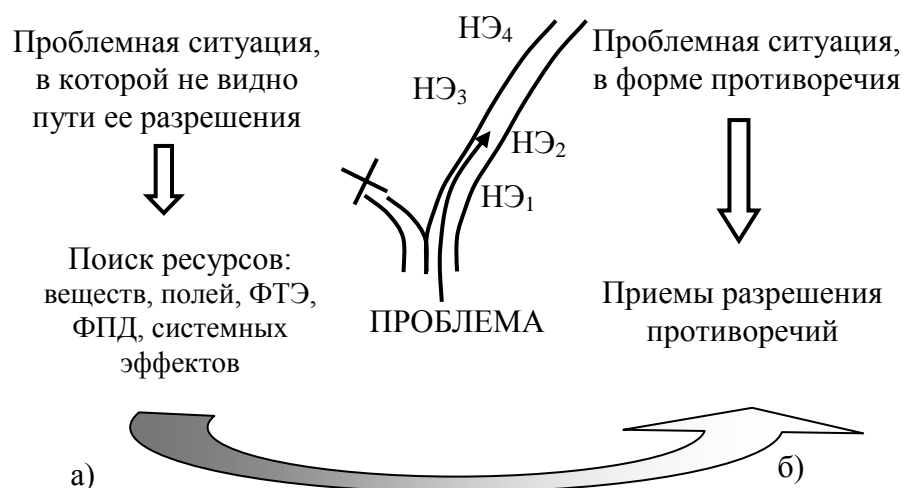


Рис. 2. Два вида проблемной ситуации

Нежелательный эффект может быть связан, *во-первых*, с тем, что за реализацию функций, которые должен выполнять ТО, надо платить. Факторами расплаты являются различные затраты: на создание, эксплуатацию и утилизацию ТО, материальные, трудовые, затраты времени.

*Во вторых*, нежелательные эффекты могут проявляться в виде вредных свойств (функций), которые возникают при создании или функционировании технического объекта. Например, при создании некоторого технологического процесса, выясняется, что он оказывает вредное воздействие на человека (электромагнитные излучения, вибрации и т. д.) или загрязняет окружающую среду, приводит к истощению ресурсов и др.

Тогда возникает проблема, как выполнить требуемую функцию и не допустить появления НЭ (рис. 2 б).

В соответствие с законом повышения степени идеальности, задача ставится так, что полезная функция должна выполняться, а факторов расплаты, нежелательных эффектов быть не должно.

Проблемы, в описании которых отражается несовместимость требований, предъявляемых человеком к создаваемой технической системе, представляют собой описания проблемной ситуации в форме *противоречия*.

К противоречиям относится проблемная ситуация, в которой предъявляемые требования к продукции, не могут быть удовлетворены из-за появления недопустимых нежелательных эффектов.

В противоречиях может отражаться также несовместимость между предъявляемыми требованиями и ограничениями, которые определяются законами природы, юридическими и экономическими законами, социальными нормами (например, нормами морали).

Первоначальная формулировка проблемы в общем случае, выражается в терминах: *потребность, цель, функция, нежелательные эффекты, технические и потребительные свойства продукции*. Она носит социально-технический характер. Поэтому такое описание проблемы можно назвать *социально-техническим противоречием*.

#### **Пример. Проектирование скоростного самолета.**

При проектировании пассажирского самолета с более высокой скоростью, чем прототип, можно уменьшить площадь крыла (при том же полетном весе). Это связано с тем, что с увеличением скорости увеличивается скоростной напор  $\rho \frac{V^2}{2}$  и, следовательно, для создания той же подъемной силы крыла  $Y_{кр} = C_{укр} \rho \frac{V^2}{2} S_{кр}$  (где  $C_{укр}$  – коэффициент подъемной силы крыла,  $\rho$  – плотность воздуха,  $V$  – скорость полета,  $S_{кр}$  – площадь крыла), можно уменьшить площадь крыла ( $S_{кр}$ ).

Это желательно сделать, так как чем меньше площадь крыла, тем меньше сопротивление трения и, следовательно, меньше расход горючего.

Но при уменьшении площади крыла падает подъемная сила при малых скоростях полета. Поэтому нужно увеличить посадочную скорость самолета, а это приведет к увеличению длины разбега и торможения, и, следовательно, к потребности увеличить взлетно-посадочную полосу, что недопустимо.

Если технический объект создан, то весьма часто ставится задача улучшить выполнение его главной полезной функции (ГПФ). Мероприятия, направленные на улучшение ГПФ, как правило, сопровождаются появлением НЭ.

Совершенствование технических объектов направлено на то, чтобы приблизиться к идеальному техническому решению. Но этому мешают законы природы и возникающие факторы расплаты. Таким образом, стремление к созданию некоторой полезной функции или улучшению ее выполнения, с одной стороны, и стремление избавиться от нежелательных эффектов (факторов расплаты), с другой стороны, являются источником

противоречий.

Г. С. Альтшуллер назвал такие проблемные ситуации административным противоречием. Следует отметить, что термин «административное противоречие» больше подходит к проблемным ситуациям социотехнических систем, при решении задач бизнеса и управления коллективами. При решении технических задач термин *социально-техническое противоречие*, предложенный в работе, точнее отражает суть проблемной.

Социально-технические противоречия только обозначают проблему и, в ряде случаев, дают некоторое обоснование ее возникновения.

Формулирование социально-технических противоречий – это один из вариантов более общего приема поиска решения – переформулирования условий задачи, это модель задачи, в которой раскрываются полезные и нежелательные эффекты или явления в рассматриваемой проблемной ситуации.

### 1.1. Операционное противоречие

Разрешение проблемной ситуации, которая описывается в форме социально-технического противоречия, можно осуществить, как правило, в двух направлениях (рис. 3а).



Рис. 3. Два варианта выхода из проблемной ситуации

Эти два направления позволяют сформулировать две технические задачи, решения которых приведут к разрешению ПС. Но каждая из сформулированных задач содержит в себе новую проблемную ситуацию (ПС<sub>1</sub> и ПС<sub>2</sub> соответственно).

*ПС<sub>1</sub>*: как изменить рассматриваемую систему или ее взаимодействие с надсистемой (НС), чтобы отпала необходимость в потребности выполнения этой функции?

*ПС<sub>2</sub>*: что должно представлять собой устройство, для выполнения требуемой функции и как при этом избежать факторов расплаты.

Такие проблемные ситуации часто возникают на начальном этапе, когда намечается некоторый план решения проблемы, при формировании идеи, принципа действия для реализации полезной функции техническим объектом или его компонентом, или при попытке улучшить некоторые функциональные характеристики технического объекта.

Любая продукция, предназначенная для удовлетворения потребностей, характеризуется многими свойствами: экономичностью, надежностью, эргономичностью, эстетичностью, патентоспособностью, транспортабельностью, безопасностью, экологичностью, технологичностью и т. д. Для некоторых видов продукции весьма важными показателями являются: масса конструкции, плотность компоновки, энергоемкость, мощность, производительность, время срабатывания механизмов, точность отработки параметров и т. д.

Все показатели, влияющие на потребительные свойства технических объектов, можно разделить на две группы: показатели, характеризующие качество выполнения техническим объектом главной полезной функции (ГПФ), и показатели, характеризующие факторы расплаты (НЭ) за выполнение ГПФ.

Стремление улучшить одни характеристики продукции часто приводит к ухудшению других. По крайней мере, на этапе анализа проблемы и постановки задач не видно путей, как сделать так, чтобы при улучшении одних свойств не ухудшались бы другие, тоже весьма важные, и не увеличивались бы факторы расплаты.

В проектно-конструкторских и технологических задачах обнаруживается противоречивость многих свойств, например, точность и производительность в технологии обработки материалов; масса, надежность и стоимость; устойчивость и управляемость технических объектов и др.

Например, один из способов увеличения надежности летательных аппаратов (потребность) – создание резервных систем и агрегатов. А это приводит к увеличению массы аппарата, что недопустимо, так как увеличиваются затраты на выполнение задания – факторы расплаты за выполнение ГПФ.

Например, в технологии производства мероприятия, направленные на повышение производительности обработки, часто приводят к ухудшению качества продукции. Если



один из двух вариантов технологии при лучшем качестве позволяет обеспечить и бóльшую производительность, то он вытесняет второй вариант; в этом случае проблемной ситуации нет.

Проблемная ситуация, которая сводится к тому, что мероприятия, направленные на улучшение одного свойства технической системы, приводят к ухудшению другого важного свойства, можно назвать *операционным противоречием*, так как оно соответствует операционному стилю мышления.

Таким образом, *операционное противоречие (ОП)* описывает ситуацию, когда изменение некоторого параметра (X) приводит к появлению положительного эффекта (ПЭ), которое ведет к улучшению одного потребительного свойства, но это сопровождается появлением и нежелательных эффектов (НЭ), приводящих к ухудшению другого потребительного свойства (рис. 4).



Рис. 4. Схема операционного противоречия

**Пример. Количество инструментов в слесарном наборе.**

Увеличение числа инструментов (параметр X) в слесарном наборе улучшает возможности дифференцированного воздействия на изделие, но ухудшает условия работы с набором, который становится более громоздким, тяжелым, следовательно, его неудобно переносить.

**Пример. Литейный уклон**

Чем больше литейный уклон (параметр X) на модели, тем легче извлечь ее из

песчаной формы при формовке, но при этом увеличиваются припуски на обработку резанием литой заготовки.

Для этой проблемы можно сформулировать два варианта операционного противоречия.

*ОП -1:* Увеличивая литейный уклон мы облегчаем процесс изготовления песчаной формы, но при этом увеличиваются затраты на обработку резанием литой заготовки.

*ОП -2:* Уменьшая литейный уклон мы снижаем затраты на обработку заготовки, но при этом усложняется процесс изготовления песчаной формы.

Такие противоречия Г. С. Альтшуллер назвал техническими противоречиями и предложил серию приемов их разрешения. Внимательный просмотр этих приемов способствует активизации мышления, срабатыванию аналогий при поиске способов решения задачи.

Формулирование операционного противоречия позволяет вычлнить положительные и нежелательные эффекты, для того, чтобы провести анализ причин появления нежелательных эффектов, и, тем самым, активизирует мышление на поиск возможных направлений поиска решения проблемы.

Для исследования сложных технических объектов необходимо подробно описать, каким образом изменение одного параметра, направленное на улучшение одного потребительного свойства, приводит к ухудшению другого потребительного свойства. Эти рассуждения можно представить в виде цепочки причинно-следственных связей (рис.5).

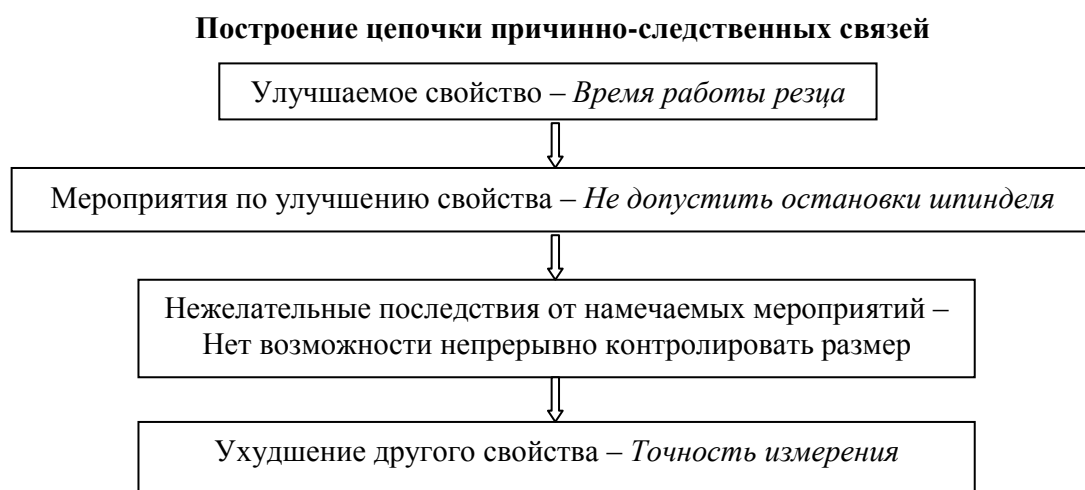


Рис. 5. Анализ операционного противоречия

Это позволяет систематизировать и наглядно представить взаимосвязь и взаимообусловленность положительных и нежелательных эффектов при реализации того или иного мероприятия.

Полученная цепочка причинно-следственных связей позволяет поставить ряд частных задач: «Как можно сохранив ПЭ устранить нежелательные эффекты?»

Здесь используется такая мыслительная операция как изолирующая абстракция, – разработчик отвлекается от всех остальных факторов, и рассматривает какими способами можно решить каждую частную задачу. Таким образом, можно получить спектр возможных решений.

**Пример. Повышение производительности токарной обработки (рис. 6).**

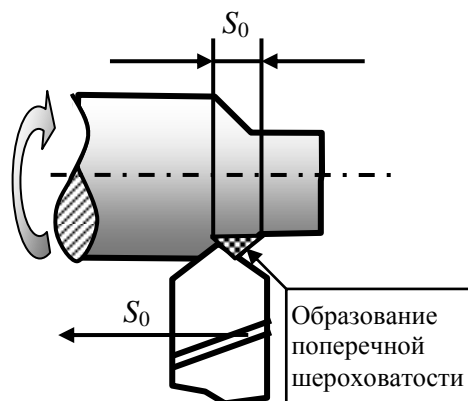


Рис. 6. Эскиз токарной обработки,  $S_0$ – подача на один оборот вращения заготовки.

Анализ доступных ресурсов позволяет наметить два мероприятия (таблица 1). Но они будут приводить к появлению нежелательных эффектов, связанных, с одной стороны, с увеличением затрат и, с другой стороны, с ухудшением качества получаемой детали. В приведенной таблице можно увидеть следующие операционные противоречия.

*ОП-1:* Для повышения производительности труда нужно увеличить скорость резания. Но при этом увеличивается температура реза. Период стойкости инструмента уменьшается и, следовательно, увеличиваются затраты на обработку.

*ОП-2:* Для повышения производительности труда нужно увеличить скорость резания. Но при этом увеличивается температура заготовки. В материале заготовки будут происходить структурные изменения и, следовательно, снизится качество детали.

*ОП-3:* Для повышения производительности труда нужно увеличить подачу инструмента. Но при этом увеличится шероховатость поверхности и, следовательно, снизится качество детали.

Таблица 1. Пример появления нежелательных эффектов при попытке решить поставленную проблему

Предложения по повышению производительности токарной обработки	
<b>1. Увеличить скорость резания</b>	<b>2. Увеличить подачу инструмента (<math>S_0</math>)</b>

Нежелательные эффекты		
НЭ1. Увеличится температура инструмента	НЭ2. Увеличится температура заготовки.	НЭ3. Увеличится шероховатость обработанной поверхности.
↓	↓	
Уменьшится стойкость инструмента. ↓	Могут произойти структурные изменения в материале заготовки. ↓	↓
Увеличатся затраты на инструмент и наладку оборудования	Снижается качество детали	Снижается качество детали

Сформулированные ОП позволяют наметить локальные задачи по их устранению. Т. е. ставятся задачи устранить нежелательные эффекты, сохранив положительные. Эту процедуру назвали «оператором отрицания» ( $\bar{\phantom{x}}$ ). Для реализации этого оператора предложена модель, в которой строится цепочка причинно-следственных связей полезных и нежелательных эффектов, и ставятся задачи по устранению НЭ (рис. 7).

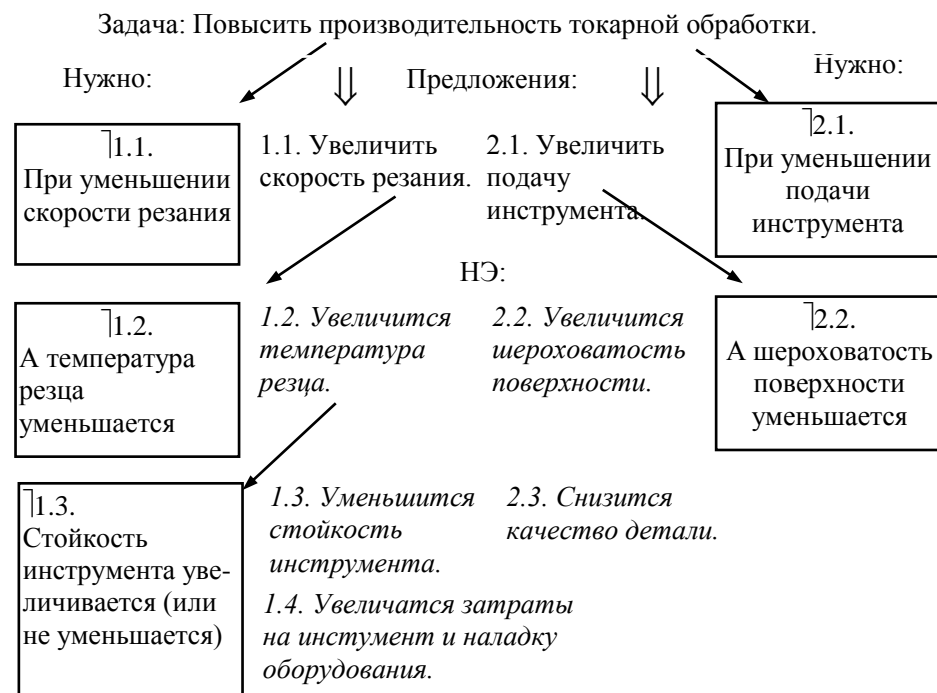


Рис. 7. Схема построения цепочки причинно-следственных связей; где  $\bar{\phantom{x}}$  – знак отрицания

Применение «оператора отрицания» позволяет определить область поиска возможных решений, сформулировать частные задачи (таблица 2).

Таблица 2. Частные задачи и возможные варианты их решения

Частные задачи	Возможные решения
1. Как увеличить производительность, не увеличивая скорость резания?	Применить несколько одновременно работающих резцов
2. Как сделать так, чтобы при увеличении скорости резания температура резца и заготовки не увеличивалась?	Применить смазочно-охлаждающую жидкость (СОЖ).
3. Как при увеличении температуры резца сделать так, чтобы его стойкость не уменьшилась?	Изменить материал режущей части инструмента.
4. Как увеличить производительность, не увеличивая подачи?	Применить несколько одновременно работающих резцов
5. Как сделать так, чтобы при увеличении подачи, шероховатость поверхности не увеличилась?	Применить зачистной резец Колесова, (задний угол резца в плане составляет несколько градусов).

Дробление первоначально поставленной задачи на ряд частных задач сужает область поиска. Частную задачу иногда оказывается легче решить. Здесь используется прием, который предложил Д. Пойа (для задач по математике) – разбить задачу на части.

А общее решение поставленной задачи будет представлять собой синтез решенных частных задач.

Операционные противоречия, сформулированные в примере, можно переформулировать в следующем виде.

1. Скорость резания должна быть большая для повышения производительности обработки, и она не должна быть большая, чтобы не увеличивалась температура резца и заготовки.

2. Подача должна быть большая для повышения производительности обработки, и она не должна быть большая, чтобы не увеличивалась шероховатость поверхности.

В этих высказываниях описываются требования к свойствам некоторых предметов – субъектов суждений (скорость резания, подача). В отличие от операционных противоречий, в этих формулировках в категорической форме предъявляются несовместимые требования к свойствам субъектов суждений.

Учитывая эту особенность, а также то обстоятельство, что такие формулировки соответствуют предметному стилю мышления, назовем эти противоречия *предметными*.

## 1.2. Предметное противоречие

*Предметное противоречие* (ПП) представляет собой два модальных нормативных суждения, которые являются несовместимыми.

Формулировка ПП – это предельно обостренная и лаконичная формулировка задачи. Она должна обладать эвристической ценностью. Для этого в формулировке ПП нужно раскрыть природу конфликта, объяснить, *почему* требования, отраженные в постановке задачи, являются противоречивыми, и *для чего* нужно удовлетворить обоим противоречащим требованиям. Эти «почему» и «для чего» отражаются в нормативной части модального суждения. Из требований одной нормативной системы (NC-1) следует, что рассматриваемый предмет должен иметь некоторое свойство  $P$  (рис. 8). Но это противоречит требованиям другой нормативной системы (NC-2).

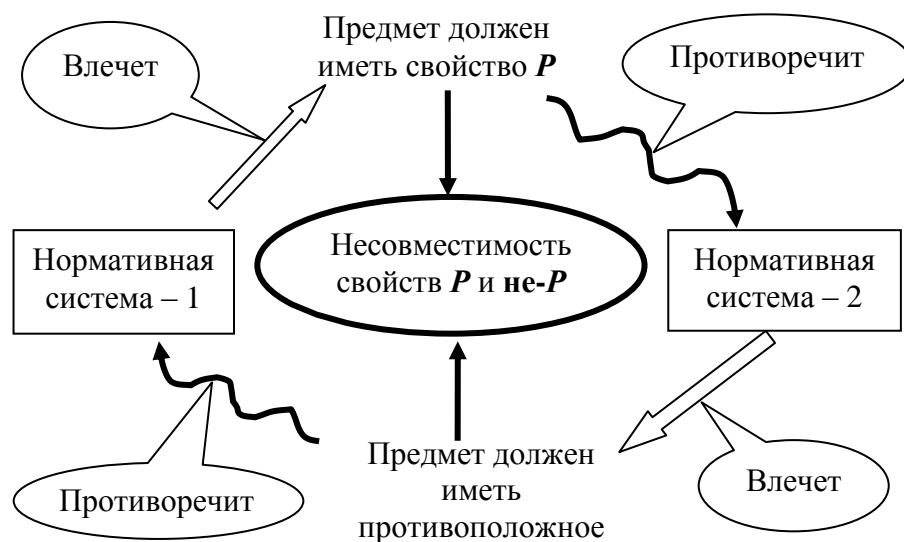


Рис. 8. Схема предметного противоречия

Структура каждого из суждений в предметном противоречии состоит из следующих компонентов:

- субъект суждения  $S$  – это имя предмета, о котором идет речь; это может быть ТО в целом, какой-либо его компонент или связь;
- предикат (от лат. praedicatum – в значении логического сказуемого) суждения ( $P$ ) – это понятие о признаке предмета, рассматриваемого в суждении;
- связка, характеризующая требование и выражаемая словами: «должно быть», «не должно быть», «должен иметь», «не должен иметь»;
- нормативная система (NC), в которой дается некоторое обоснование требованию, предъявляемому к 1-й части суждения.

Предметное противоречие – это формулировка задачи, которая выражается двумя модальными нормативными суждениями, каждое из которых можно представить в виде следующей структуры.

<Субъект суждения ( $S$ )> должен иметь (нормативная модальность) <предикат (свойство,  $P$ )> для того, чтобы <нормативная система ( $NC$ ) >.

Суждение 1 :  $S$  должен иметь  $P_1$  для того, чтобы  $NC_1$

Суждение 2 :  $S$  должен иметь  $P_2$  для того, чтобы  $NC_2$ <sup>1</sup>

Из требований одной нормативной системы следует, что субъект должен обладать свойством " $P$ ", а из другой – свойством, которое несовместимо с " $P$ ", обозначим его " $не-P$ ".

Свойства " $P$ " и " $не-P$ " характеризуют субъект суждения на качественном уровне, например, скорость: большая и маленькая, материал: прочный и пластичный, электрический ток: постоянный и переменный и т. д.

В предметных противоречиях требования, которые предъявляются к субъекту, могут являться следствием различных целей, которые ставит перед собой инженер. Эти разные цели, описанные в нормативной части суждений, и приводят к необходимости реализации в техническом объекте несовместимых свойств:  $P$  и  $не-P$ .

Несовместимость нормативных суждений обнаруживается в формулировках различных задач.

Для операционного противоречия, приведенного в примере литья, предметное противоречие можно сформулировать в следующем виде.

*III*: Литейный уклон должен быть большим для удобства изготовления песчаной формы, и уклон должен быть маленьким, чтобы уменьшить затраты на обработку резанием литой заготовки.

Кроме того, предметные противоречия могут быть связаны с тем, что требуемое свойство не представляется возможным реализовать, так как этому мешает проявление объективных законов природы. Т. е. научное основание наблюдаемого явления (которое является нежелательным) не согласуется с требованиями, которые предъявляются к рассматриваемому объекту.

В качестве нормативных систем могут выступать либо различные цели, которые ставит перед собой инженер, либо научное обоснование явления, которое наблюдается в ТО, т. е. оно обусловлено проявлением объективных законов природы.

---

<sup>1</sup> Здесь и далее нормативные системы подчеркнуты.

### 1.3. Методические рекомендации по решению задач

*Социально-технические* (СТП), *операционные* (ОП) и *предметные* (ПП) противоречия, – это модели задач. В *социально-технических* противоречиях дается описание проблемной ситуации.

В *операционных* противоречиях формулируется некоторая попытка улучшить одно свойство изменением какого-либо параметра, характеризующего компонент технической системы или связи.

Формулировка ОП позволяет обозначить направления решения проблемы и, тем самым, определить область поиска ресурсов для его разрешения. Формулирование ОП отражает операционный способ мышления.

Формулировка *предметного противоречия*, раскрывая суть конфликта, обладает эвристической ценностью и позволяет наметить приемы поиска решения задачи. Формулирование ПП отражает предметный способ мышления.

В настоящее время в ТРИЗ накоплен весьма обширный материал по приемам поиска решений. Г. С. Альтшуллер разработал 40 приемов устранения технических (операционных) противоречий, им разработана таблица для выбора приема в зависимости от условий задачи; он предложил около 80-и стандартов на решение изобретательских задач, которые разделены на 5 классов. А. И. Половинкин приводит 176 эвристических приемов, которые сведены в 12 групп.

Задачи и обстоятельства, в которых они возникают, могут быть самые разные. Дать рекомендации на все случаи невозможно. Поэтому важна систематизация приемов, их свертывание в компактный набор, который, при необходимости, можно было бы развернуть.

Как правило, мероприятия, направленные на устранение противоречия, приводят к появлению других нежелательных эффектов. Это не означает, что это мероприятие плохое. Следующим шагом решения задачи является поиск средства устранения этого нежелательного эффекта.

Опыт показывает, что, как правило, особенно для сложных проблем, задача не решается за один ход (или шаг). Каждое предложение по устранению очередного недостатка приводит к появлению другого нежелательного явления и иногда нужно сделать до десятка «ходов», прежде, чем будет получено решение, которое удовлетворит разработчика. Важно, чтобы каждый последующий шаг приводил к менее значимым НЭ. В конце концов можно получить такое решение, в котором нежелательный эффект будет такой, что с ним можно смириться или найти компромиссное решение.



#### 1.4. Примеры решения некоторых задач.

Рассмотрим, как формулировка противоречий помогает в поиске решения задачи.

После формулирования предметного противоречия необходимо провести его анализ и наметить прием разрешения, и только после этого непосредственно осуществлять поиск самого решения.

Стремление сразу искать ответ на поставленную задачу практически приводит к применению метода проб и ошибок. А наша задача отработать приемы разрешения противоречий.

##### **Пример. Износ покрышек.**

При приземлении самолета можно наблюдать, что в момент касания колес с бетонным покрытием аэродрома, появляется легкий дымок. Это результат динамического взаимодействия резины колес с аэродромным покрытием, который приводит к интенсивному износу покрышек. Как устранить это явление?

В этой задаче формулировка противоречий не столько помогает выйти на тот или иной прием его разрешения, сколько помогает глубже вникнуть в суть явления и осуществить целенаправленный поиск решения.

Состав системы: шасси, колесо самолета. Надсистема – воздух, бетонное покрытие.

Конфликтующая пара: колесо самолета и бетонное покрытие.

Анализ явления. Посадочная скорость самолета большая. В момент касания бетонного покрытия колесо неподвижно. Из-за большого момента инерции оно не может мгновенно раскрутиться и какое-то время скользит. В этот момент происходит значительное истирание покрышки.

Износа покрышки не будет, если нижняя точка колеса будет иметь такую же скорость, что и самолет.

Следовательно, нужно устройство для раскручивания колеса, но такое, которое бы не усложняло систему. Чтобы его масса, габариты и энергоемкость стремились к нулю.

Например, ставить на каждое колесо двигатель для его раскручивания недопустимо, – это значительно усложняет конструкцию, увеличивает вес конструкции.

*ОП:* Если на шасси установить специальное устройство для раскручивания колеса, то это усложнит систему, но устранит нежелательное явление – износ покрышки.

*III:* Устройство для раскручивания колеса должно быть. И его быть не должно, чтобы не усложнять систему и не увеличивать ее массу.

*ОЗ* – колесо, покрытие взлетно-посадочной полосы (ВПП), *ОВ* – момент касания

ВПП и время, когда самолет идет на посадку.

Следуя принципу идеальности нужно при минимальных усложнениях в системе обеспечить требуемое свойство.

Значит нужно попытаться использовать имеющиеся ресурсы в рассматриваемой технической системе или надсистеме.

Во-первых, найти энергию. И, во вторых, найти способ ее использования для, преобразования в механическое движение, – вращение колеса.

Здесь целесообразно сформулировать ИКР.

ИКР: Колесо само раскручивается до встречи с бетонным покрытием.

Самолет идет на посадку с большой скоростью, торможение происходит за счет аэродинамических сил. Таким образом имеется бесплатная энергия – скоростной напор воздушной среды (рис. 16 а). Как его можно использовать для раскручивания колеса?

Если свободно подвешенное на оси колесо находится в воздушном потоке, то из-за симметричности обтекания, оно вращаться не будет.

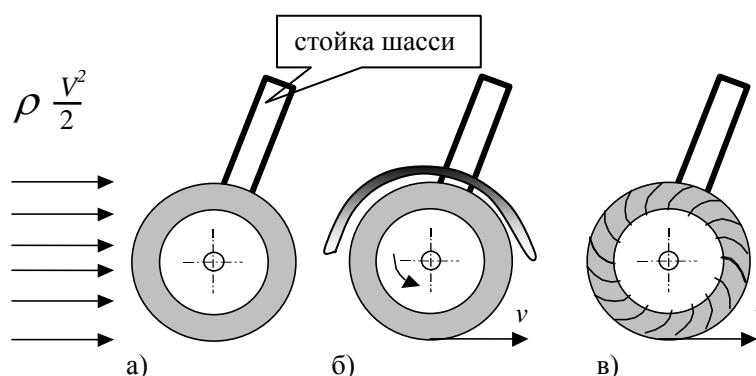


Рис. 16. Эскиз и возможные решения к примеру

Получаем ПП: Колесо должно вращаться, чтобы в момент касания оно не скользило по бетону, и оно не будет вращаться, так как нет условий для возникновения крутящего момента.

Значит нужно создать крутящий момент. Из приведенной схемы видно, что при симметричном обтекании момента не возникает. Следовательно, нужно сделать так, чтобы сумма аэродинамических сил, действующая на нижнюю часть колеса, была больше, чем на верхнюю часть.

Выберем изменяемый элемент. Очевидно, что он должен быть на самолете. Это может быть либо элемент рассматриваемой системы, т. е. колесо, либо ближайшей надсистемы, в которую входит колесо, т. е. шасси.

Возможные решения.

Введение еще одного компонента в систему.

На стойку шасси закрепить крыло, которое сделает несимметричным обтекание колеса воздушным потоком (см. рис. 16 б).

Изменение формы имеющегося компонента.

Для согласования скоростей вращения колес и скорости полета самолета французский изобретатель Х. Оливье предложил раскручивать колеса в полете. Для этого на боковой поверхности колес установить лопадки, которые позволяют раскрутить колеса под действием набегающего воздушного потока (см. рис. 16 в).

#### **40 приемов разрешения технических (операционных) противоречий, предложенные Г. С. Альтшуллером.**

1. Принцип дробления:

- разделить объект на независимые части;
- выполнить объект разборным;
- увеличить степень дробления объекта.

2. Принцип вынесения:

- отделить от объекта мешающую часть (мешающее свойство);
- выделить единственную нужную часть (нужное свойство).

3. Принцип местного качества:

- перейти от однородной структуры объекта или внешней среды (внешнего воздействия) к неоднородной;
- разные части объекта должны иметь (выполнять) различные функции;
- каждая часть объекта должна находиться в условиях, наиболее благоприятных для ее работы.

4. Принцип асимметрии:

- перейти от симметричной формы объекта к асимметричной;
- если объект асимметричен, увеличить степень асимметричности.

5. Принцип объединения:

- объединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты;
- объединить во времени однородные или смежные операции.

6. Принцип универсальности:

объект выполняет несколько разных функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах.

7. Принцип матрешки:

- один объект размещен внутри другого объекта, который в свою очередь находится внутри третьего и т. д.;
- один объект проходит сквозь полость в другом объекте.

8. Принцип противовеса:

- компенсировать вес объекта соединением его с другим, обладающим подъемной силой;
- компенсировать вес объекта взаимодействием со средой (за счет аэро - и гидродинамических сил).

9. Принцип предварительного противодействия:

- заранее придать объекту напряжения, противоположные недопустимым или нежелательным рабочим напряжениям;
- если по условию задачи необходимо совершить какое-то действие, надо заранее совершить противодействие.

- 10. Принцип предварительного действия:
- заранее выполнить требуемое действие (полностью или хотя бы частично);
- заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие без затрат времени на доставку и с наиболее удобного места.

11. Принцип «заранее подложенной подушки»:

компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами.

12. Принцип эквипотенциальности:

- изменить условия работы так, чтобы не приходилось поднимать или опускать объект.

13. Принцип «наоборот»:

- вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить обратное действие;

- сделать движущуюся часть объекта или внешней среды неподвижной, а неподвижную - подвижной;

- повернуть объект «вверх ногами», вывернуть его.

14. Принцип сфероидальности:

- перейти от прямолинейных частей объекта к криволинейным, от плоских поверхностей - к сферическим, от частей, выполненных в виде куба и параллелепипеда, - к шаровым конструкциям;

- использовать ролики, шарики, спирали;

- перейти от прямолинейного движения к вращательному, использовать центробежную силу.

15. Принцип динамичности:

- характеристики объекта или внешней среды должны меняться так, чтобы быть оптимальными на каждом этапе работы;

- разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга;

- если объект в целом неподвижен, сделать его подвижным, перемещающимся.

16. Принцип частичного или избыточного действия:

если трудно получить 100 процентов требуемого эффекта, надо получить чуть меньше или чуть больше - задача при этом существенно упростится.

17. Принцип перехода в другое измерение:

- использовать «многоэтажную» компоновку объектов вместо «одноэтажной»;

- наклонить объект или положить его «на бок»;

- использовать обратную сторону данной площади;

- использовать оптические потоки, падающие на обратную сторону имеющейся площади.

18. Принцип использования механических колебаний:

- привести объект в колебательное движение;

- если такое движение совершается, увеличить его частоту (вплоть до ультразвуковой);

- использовать резонансную частоту;

- применить вместо механического вибратора пьезовибратор;

- использовать ультразвуковые колебания в сочетании с электро - магнитными полями.

19. Принцип периодического действия:

- перейти от непрерывного действия к периодическому (импульсному);

- если действие осуществляется периодически, изменить периодичность;
  - использовать паузы между импульсами для другого действия.
20. Принцип непрерывного полезного действия:
- вести работу непрерывно (все части объекта должны все время работать с полной нагрузкой);
  - устранить холостые и промежуточные ходы.
21. Принцип проскока:
- вести процесс или отдельные его этапы (например, вредные или опасные) на большой скорости.
22. Принцип «обратить вред в пользу»:
- использовать вредные факторы (в частности, вредное воздействие среды) для получения положительного эффекта;
  - устранить вредный фактор за счет сложения его с другими вредными факторами;
  - усилить вредный фактор до такой степени, чтобы он перестал быть вредным.
23. Принцип обратной связи:
- ввести обратную связь, а если она есть, то изменить ее.
24. Принцип посредника:
- использовать промежуточный объект, переносящий или передающий действие;
  - на время присоединить к объекту другой (легко удаляемый) объект.
25. Принцип самообслуживания:
- объект должен сам себя обслуживать, выполняя вспомогательные ремонтные операции;
  - использовать отходы (энергии, вещества).
26. Принцип копирования:
- вместо недоступного, сложного, дорогостоящего, неудобного или хрупкого объекта использовать упрощенные и дешевые копии;
  - заменить объект или системы объектов их оптическими копиями (изображениями). Использовать при этом изменение масштаба (увеличить или уменьшить копии);
  - если используются видимые оптические копии, перейти к копиям в инфракрасном или ультрафиолетовом свете.
27. Принцип замены дорогой долговечности дешевой недолговечностью:
- заменить дорогой объект набором дешевых, поступившись при этом некоторыми качествами (например, долговечностью).
28. Принцип замены механической схемы:
- заменить механическую схему оптической, акустической или «запаховой»;
  - использовать электрические, магнитные или электромагнитные поля для взаимодействия с объектом;
  - перейти от неподвижных полей к движущимся, от фиксированных к меняющимся во времени, от неструктурных к имеющим определенную структуру;
  - использовать поля в сочетании с ферромагнитными частицами.
29. Принцип использования пневмо- и гидроконструкций:
- вместо твердых частей объекта использовать газообразные и жидкие: надувные и гидронаполняемые, воздушную подушку, гидростатические и гидрореактивные.
30. Принцип использования гибких оболочек и тонких пленок:

- вместо объемных конструкций использовать гибкие оболочки и гибкие пленки;
- изолировать объект от внешней среды с помощью гибких оболочек и гибких пленок.

31. Принцип применения пористых материалов:

- выполнить объект пористым или использовать дополнительные пористые элементы (вставки, покрытия и т. д.);
- если объект уже выполнен пористым, заполнить поры каким-либо другим веществом.

32. Принцип изменения окраски:

- изменить окраску объекта или внешней среды;
- изменить степень прозрачности объекта или внешней среды;
- для наблюдения за плохо видимыми объектами или процессами использовать красящие добавки;
- если такие добавки уже применяются, использовать меченые атомы.

33. Принцип однородности:

- объекты, взаимодействующие с данным объектом, должны быть сделаны из того же материала (или близкого ему по свойствам).

34. Принцип отброса и регенерации частей:

- выполнившая свое назначение или ставшая ненужной часть объекта должна быть отброшена (растворена, испарена и т. д.) или видоизменена непосредственно в ходе работы;
- расходуемые части объекта должны быть восстановлены непосредственно в ходе работы.

35. Принцип изменения физико-химических параметров объекта:

- изменить агрегатное состояние объекта;
- изменить концентрацию или консистенцию объекта;
- изменить степень гибкости;
- изменить температуру.

36. Принцип применения фазовых переходов:

- использовать явления, возникающие при фазовых переходах, например, изменение объема, выделение и поглощение теплоты и т. д.

37. Принцип применения теплового расширения:

- использовать тепловое расширение (или сжатие) материалов;
- использовать несколько материалов с разными коэффициентами линейного расширения.

38. Принцип применения сильных окислителей:

- заменить обычный воздух обогащенным;
- заменить обогащенный воздух кислородом;
- воздействовать на воздух или кислород ионизирующим излучением;
- использовать озонированный кислород;
- заменить озонированный кислород озоном.

39. Принцип применения инертной среды:

- заменить обычную среду инертной;
- вести процесс в вакууме.

40. Принцип применения композиционных материалов:

- перейти от однородных материалов к композитным.

1. Чем отличаются операционные противоречия от предметных?
2. Что дает построение цепочки причинно-следственных связей при анализе операционных противоречий?
3. В чем заключается предметное противоречие, какую оно имеет структуру?
4. Из каких соображений определяется способ разрешения предметных противоречий?
5. Что является источником предметных противоречий?
6. Перечислите способы разрешения предметных противоречий

### **Самостоятельная работа**

Рассмотреть и предложить варианты решения следующих технических противоречий:

-химические и физические методы нанесения покрытий (вариант № ) (*Текст задачи*)

- гальваническое и комбинированное нанесение покрытий (вариант № ) (*Текст задачи*)

- ионно-плазменные методы нанесения покрытий (вариант № ) (*Текст задачи*)

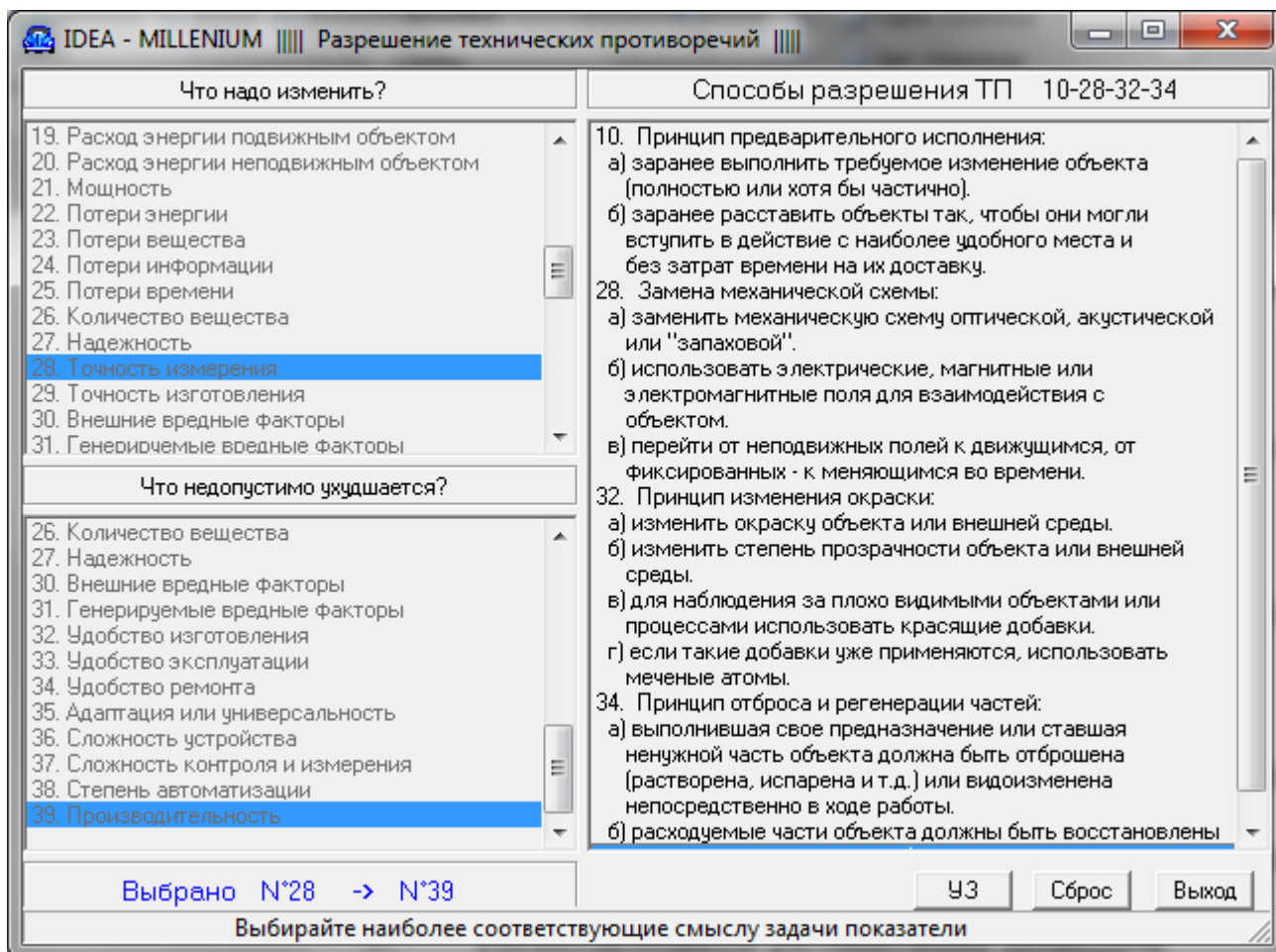
1. Для каждой задачи построить схемы операционного и предметного противоречия.

2. Для каждой задачи предложить не менее 6-х решений с указанием использованных приема (ов) разрешения противоречий.

3. Выбрать из курса лекций самостоятельно не менее 3-х технических противоречий и изложить их по операционной схеме.

**Как проконтролировать текущий размер обрабатываемой детали, закрепленной в патроне токарного станка, не останавливая его?**

По результатам проведения функционального и морфологического анализа были найдены следующие решения данной задачи:



1. Принцип предварительного исполнения: Использовать в качестве образца готовую физическую модель (как в случае изготовления ключей), либо электронную модель, разработанную программными методами.

2. Замена механической системы:

Оптическая система: отраженный лазерный луч, луч на просвет

Акустическая система: отраженный луч ультразвука

Электромагнитное поле: использовать напряженность электромагнитного поля в качестве параметра контроля (взаимоположение намагниченных частей, принцип конденсатора)

3. Принцип изменения не подходит из-за однотонности обрабатываемого материала

4. Принцип отброса и регенерации частей тоже не годится, потому что при изготовлении детали из разных исходных заготовок количество стружки будет меняться. При введении в техпроцесс доп. операции для снятия исходных данных, затраты не оправдаются ожидаемым эффектом.