



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени Н.Э. БАУМАНА

## Учебное пособие

Методические указания  
по выполнению домашних заданий  
по единому комплексному заданию по блоку дисциплины

**«Теория решения изобретательских задач»**

МГТУ имени Н.Э. Баумана

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени Н.Э. БАУМАНА

Методические указания  
по выполнению домашних заданий  
по единому комплексному заданию по блоку дисциплины

**«Теория решения изобретательских задач»**

Москва  
МГТУ имени Н.Э. Баумана

**2012**

УДК 681.3.06(075.8)  
ББК 32.973-018  
И201

Методические указания по выполнению домашних заданий по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Теория решения изобретательских задач» / Коллектив авторов –  
М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 18 с.: ил.

В методических указаниях рассмотрены основные этапы, их последовательность и содержание по выполнению домашних заданий курсовой работы по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Теория решения изобретательских задач».

Ил. 39. Табл. 5. Библиогр. 7 назв.

УДК 681.3.06(075.8)

## Самостоятельная работа

### 1. Преобразовать условие задачи.

№9

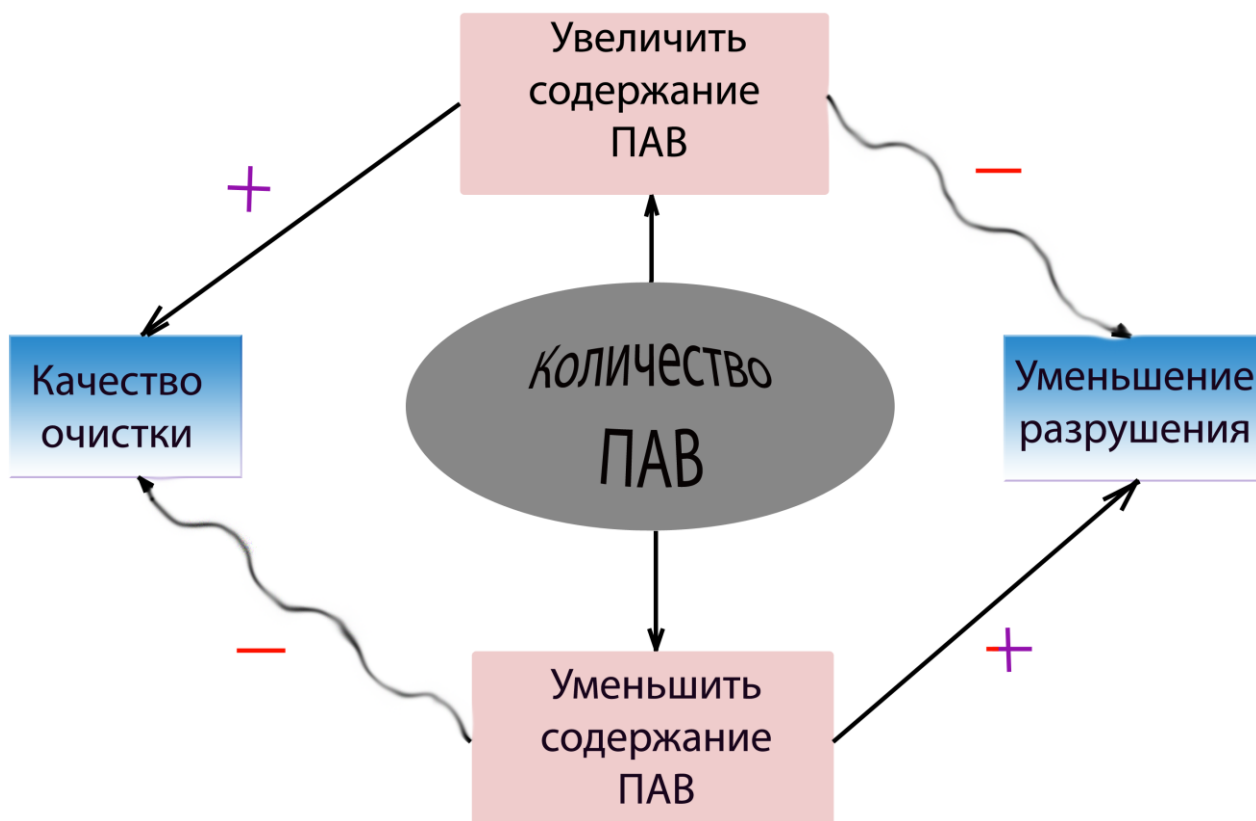
ПАВ существенно повышают кавитационную эрозию, т.е. интенсифицируют процесс очистки. Однако, опасность кавитационного разрушения поверхности материала при добавлении ПАВ также увеличивается. Понижение поверхностного натяжения в присутствии ПАВ приводит к увеличению количества пузырьков в единице объёма. При этом ПАВ понижает прочность поверхности детали. Как обеспечить интенсивную очистку и избежать разрушения поверхности детали?

#### 1.1. Изменить форму описания или представления объекта.

1 вариант: Как очистить деталь, чтобы пены было много для очистки, и мало для разрушения?

2 вариант: Как сделать так, чтобы пены было много там, где много грязи, и мало там, где его мало или нет?

3 вариант (Техническое противоречие):



## **1.2. Применить обобщающую абстракцию**

Как отделить частицы загрязнений от поверхности и не отделить при этом частицы самой детали?

## **1.3. Перейти от терминов к определениям**

«Специальное моющее (чистящее) средство» хорошо чистит поверхность детали от грязи. При этом образуется пена, которая забирает грязь с поверхности детали. Но когда добавляют много «Специального моющего (чистящего) средства», образуется много пены, и она (пена), может забрать с собой частицы с поверхности детали. Как хорошо очистить деталь и не испортить его при этом?

## **2. Провести инверсионный анализ процесса струйной очистки.**

### **1.1. Использовать инверсию хода решения**

*Результат:* Высокий уровень очистки поверхности детали.

*Пути достижения:*

- ✚ Частички грязи откалываются от поверхности детали;
- ✚ На деталь попадает что то (струя жидкости) с большой  $E_{кин}$ ;
- ✚ Струя жидкости направлена на деталь;
- ✚ Струя жидкости под большим давлением;
- ✚ Очищающая жидкость ;

### **1.2. Использовать инверсию поставленной задачи**

*Обратная задача:* Как ухудшить результат очистки поверхности детали?

*Возможные решения:*

- ✚ Не отводить отработанную жидкость в коллектор;
- ✚ Было интенсивное пенообразование;
- ✚ Подбор специальных средств, увеличивающих омыление жирных загрязнений, образующих пену;
- ✚ Повышение концентрации щёлочи в растворе;

### **3. Применить прямую аналогию для исследования задачи**

**Описать аналогии, связанные с поверхностной обработкой детали.**

#### **1.1. Аналогию операций**

- ✚ Бритье головы, т.е удаление коротких волос путём удаления (Физическая обработка).
- ✚ Можно «побрызгать» (намазать) специальным веществом, чтобы волосы сами выпали (Химическая обработка)
- ✚ Кошка вылизывает ... скажем масло, таким образом обрабатывает поверхность масла.
- ✚ Морская вода точит камень

#### **1.2. Найти аналогию строения (структуры)**

- ✚ Волны на море (поверхность моря).
- ✚ Лотос.

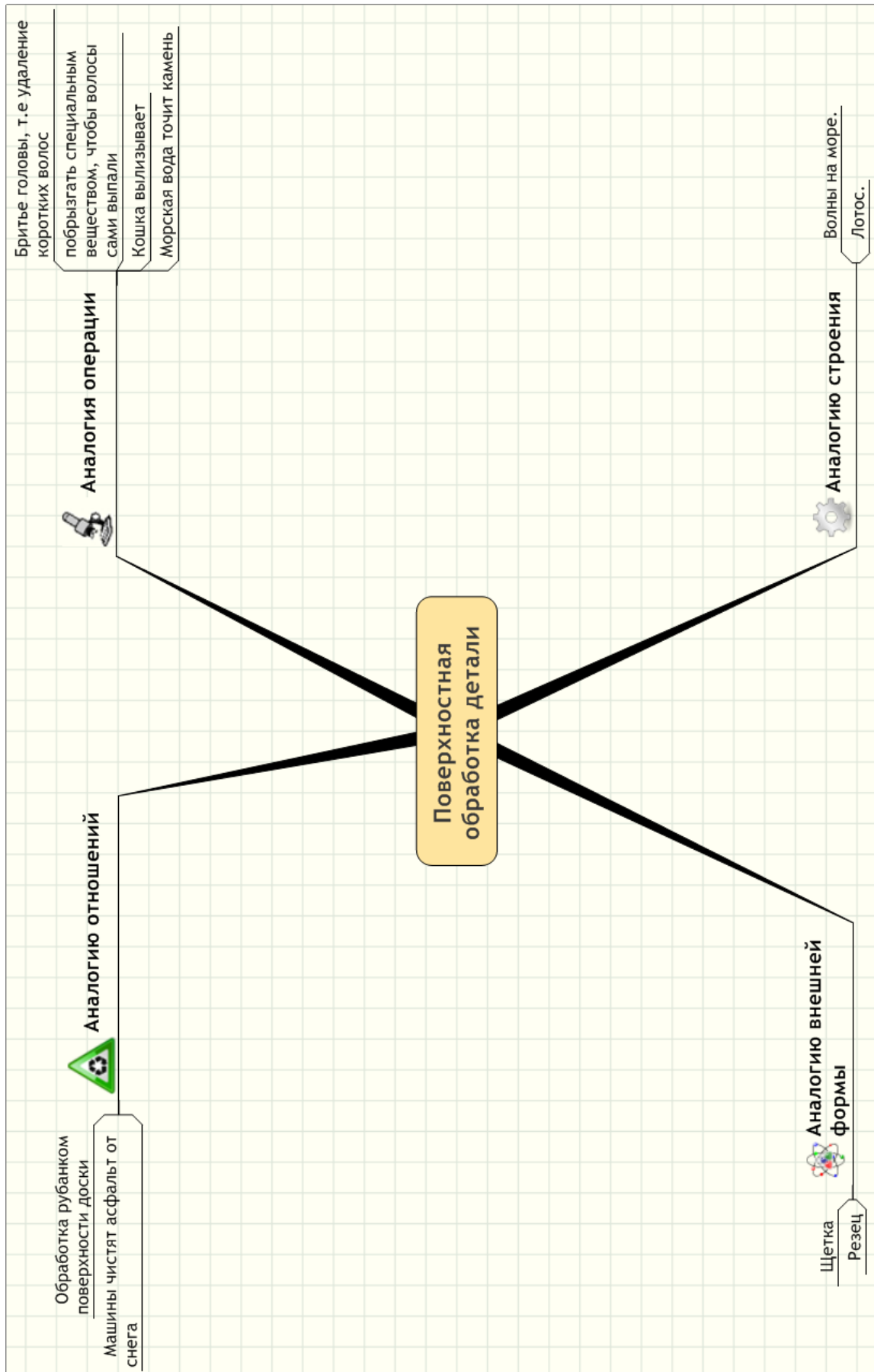
#### **1.3. Найти аналогию внешней формы**

- ✚ Щетка (для обуви, пола, зубов)
- ✚ Резец.

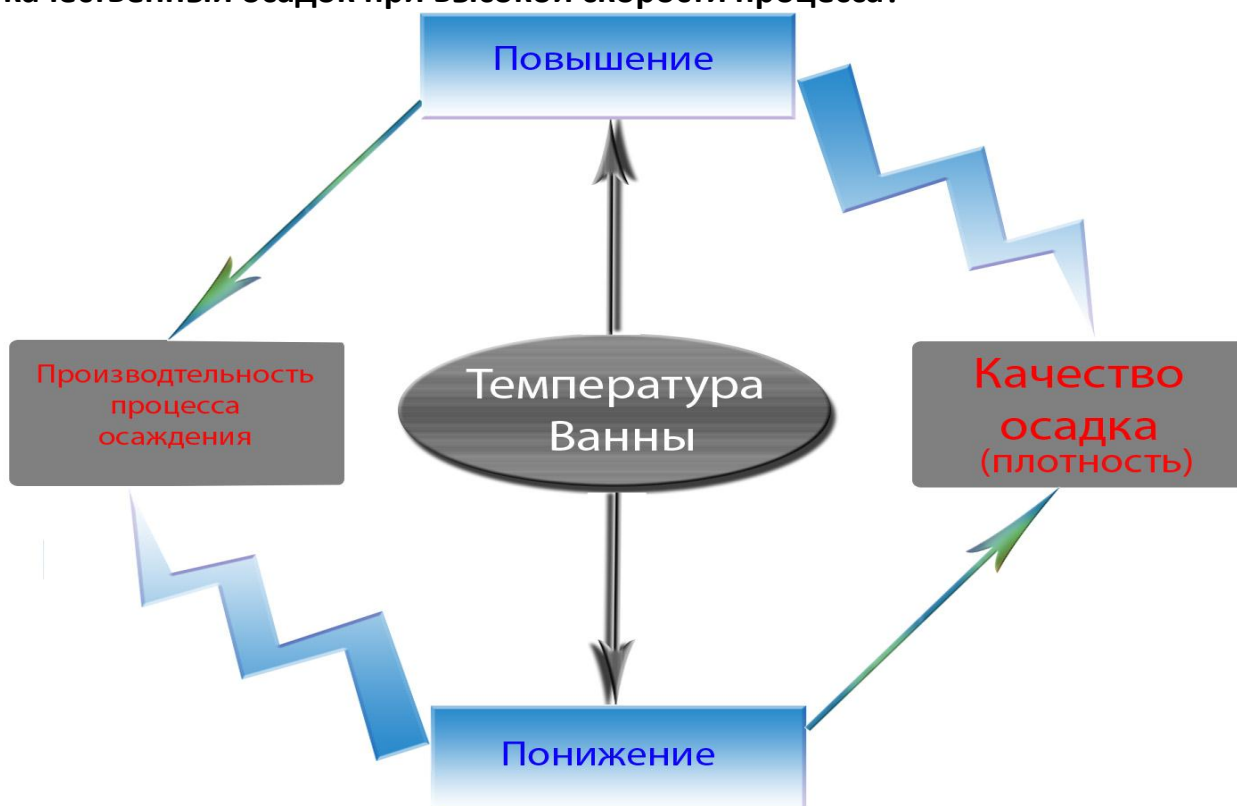
#### **1.4. Найти аналогию отношений (связей)**

- ✚ Обработка рубанком поверхности доски.
- ✚ Машины чистят асфальт от снега.

#### 4. Построить графическую модель в виде ментальной карты



(5.1) При осаждении меди повышение температуры ванны увеличивает скорость получения осадка, но он получается рыхлым, при снижении температуры осадок получается качественный, плотный, но производительность процесса осаждения снижается. Как получить качественный осадок при высокой скорости процесса?



1. ПРИНЦИП ДРОБЛЕНИЯ.

*Пусть осадок будет состоять из нескольких слоёв – плотный и рыхлый, соответственно скорость осаждения будет меняться*

2. ПРИНЦИП ВЫНЕСЕНИЯ.

*Выделим единственную нужную часть – плотный осадок.*

3. ПРИНЦИП МЕСТНОГО КАЧЕСТВА.

*Там, где нужен плотный осадок, температура ванны низкая, а там, где плотность осадка не так важен,  $t_{ван.}$  высокая.*

5. ПРИНЦИП ОБЪЕДИНЕНИЯ (во времени).

*Сначала  $t_{ван.}$  низкая, в другой момент времени  $t_{ван.}$  высокая.*

9. ПРИНЦИП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО АНТИДЕЙСТВИЯ.

*Сначала нагреть ванну до тах допустимой температуры, а когда начнёт осаждаться медь, понижать  $t_{ван.}$*

10. ПРИНЦИП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ.

*Охладить ванну, а когда начнётся процесс осаждения меди, начать нагревать.*

11. ПРИНЦИП "ЗАРАНЕЕ ПОДЛОЖЕННОЙ ПОДУШКИ".



*Сначала осадить тонкий слой плотной меди, а потом «быстро» осадить медь (осадок рыхлый).*

#### 12.ПРИНЦИП ЭКВИПОТЕНЦИАЛЬНОСТИ.

*(Изменить условия работы объекта так, чтобы не приходилось поднимать или опускать объект).*

*Нельзя сильно нагревать ванну => провести осаждение при невысоких температурах и осадок получится плотным.*

#### 13.ПРИНЦИП "НАОБОРОТ"

*Получить рыхлый осадок при высокой температуре.*

#### 14.ПРИНЦИП СФЕРОИДАЛЬНОСТИ.

*Нагревать в сферической ванне.*

#### 15.ПРИНЦИП ДИНАМИЧНОСТИ.

*С начала  $t_{ван.}$  низкая (получаем плотный осадок), потом  $t_{ван.}$  повышаем, но когда плотность осадка начнёт ухудшаться понижаем  $t_{ван.}$ .*

#### 16.ПРИНЦИП ЧАСТИЧНОГО ИЛИ ИЗБЫТОЧНОГО ДЕЙСТВИЯ

*Пусть плотность осадка будет чуть похуже, но зато скорость повыше.*

#### 18.ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ.

*Вибрировать ванну при осаждении меди.*

#### 19.ПРИНЦИП ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ.

*Периодически понижать  $t_{ван.}$  (получаем плотный осадок) и повышать  $t_{ван.}$  (повышаем скорость осаждения).*

#### 21.ПРИНЦИП ПРОСКОКА.

*Сильно нагретое состояние в короткий промежуток времени охлаждается.*

#### 22.ПРИНЦИП "ОБРАТИТЬ ВРЕД В ПОЛЬЗУ".

*Усилить вредный фактор до такой степени, чтобы он перестал быть вредным.*

*Нагреть ванну до такой температуры, что выше этой  $t$  осадок уже неухудшается.*

#### 24.ПРИНЦИП "ПОСРЕДНИКА".

*Засунуть в ванну «устройство», периодически меняющее  $t_{ван.}$*

#### 26.ПРИНЦИП КОПИРОВАНИЯ.

*Пусть осадок будет рыхлым (скорость большая), но зато её легко получить и она дешёвая.*

#### 27. ДЕШЕВАЯ НЕДОЛГОВЕЧНОСТЬ ВЗАМЕН ДОРОГОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ.

*Пусть осадок будет рыхлым (недолговечная), но зато её легко получить и она дешёвая.*

#### 32.ПРИНЦИП ИЗМЕНЕНИЯ ОКРАСКИ.

*Пусть осадок будет тонким, но плотным.*

33.ПРИНЦИП ОДНОРОДНОСТИ.

*Ванна сделана из Си или близкого по свойствам к Си металла.*

34.ПРИНЦИП ОТБРОСА И РЕГЕНЕРАЦИИ ЧАСТЕЙ.

*Жидкость, от которого уже осадилась медь, «убрать» и вместо него «новую жидкость».*

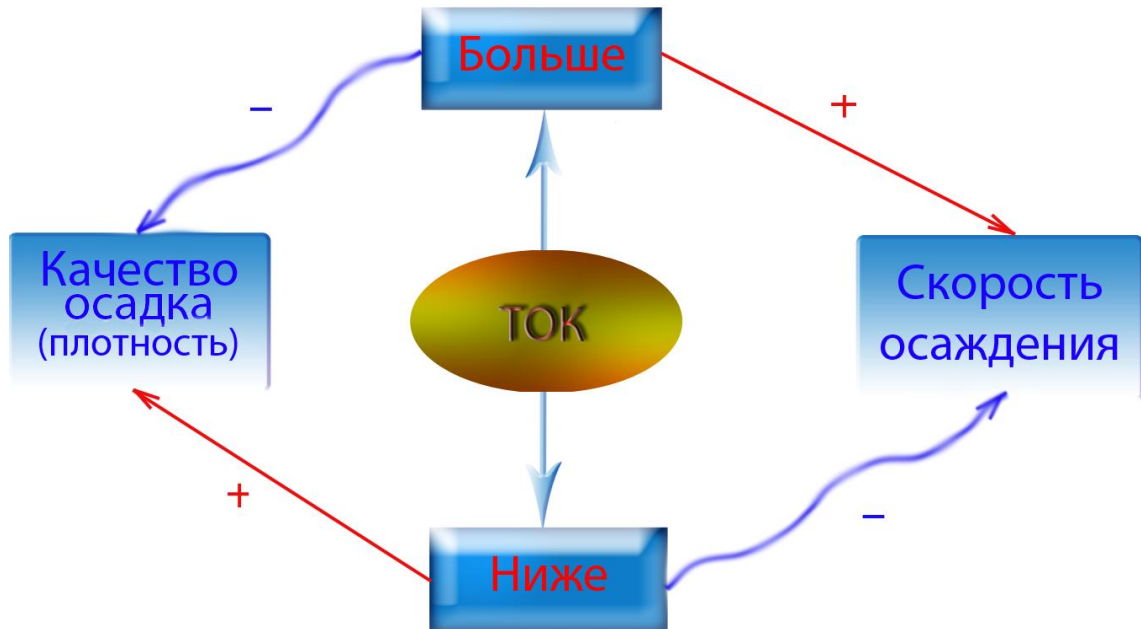
39.ПРИМЕНЕНИЕ ИНЕРТНОЙ СРЕДЫ.

*Добавлять добавки, способствующие образованию плотного осадка.*

40.ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.

*Перейти от однородных материалов к композиционным.*

2 (6.1) Чем больше ток, тем выше скорость осаждения (в пределах рабочего участка кривой), но тем больше внутренне механические напряжения и осадок более рыхлый, ниже ток – качество осадка выше, но снижается производительность. Как быть?



1. ПРИНЦИП ДРОБЛЕНИЯ.

*Пусть осадок будет состоять из нескольких слоёв – плотных и рыхлых, соответственно скорость осаждения будет меняться.*

2. ПРИНЦИП ВЫНЕСЕНИЯ.

*Отделить от объекта "мешающую" часть ("мешающее" свойство) или, наоборот, выделить единственно нужную часть или нужное свойство.*

*Выделим единственную нужную часть – плотный й осадок.*

3. ПРИНЦИП МЕСТНОГО КАЧЕСТВА.

*В местах, где плотность осадка важен – ток ниже, соответственно где плотность осадка не так важна – ток выше.*

4. ПРИНЦИП АСИММЕТРИИ.

*Сделать деталь (катод), на которую осаждается осадок ассиметричным, т.е. сделать его такм образом, чтобы осадок лучше осаждался в «важных» местах.*

5. ПРИНЦИП ОБЪЕДИНЕНИЯ(во времени).

*В первый момент времени низкий ток, в другой момент времени высокий ток.*

8. ПРИНЦИП АНТИВЕСА.

*Получить с начала осадок рыхлый, а потом сверху плотный.*

9.ПРИНЦИП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО АНТИДЕЙСТВИЯ.

*Получить с начала осадок рыхлый, а потом сверху плотный.*

10.ПРИНЦИП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ.

*С начала на поверхности получить слой плотного осадка, а потом слой рыхлого осадка.*

11.ПРИНЦИП "ЗАРАНЕЕ ПОДЛОЖЕННОЙ ПОДУШКИ".

*С начала на поверхности получить слой плотного осадка, а потом слой рыхлого осадка.*

13.ПРИНЦИП "НАОБОРОТ"

*Получить «быстро» рыхлый осадок.*

15.ПРИНЦИП ДИНАМИЧНОСТИ.

*С начала ток низкий (плотный осадок), потом ток увеличивается (увеличивается скорость), и так ток меняется.*

16.ПРИНЦИП ЧАСТИЧНОГО ИЛИ ИЗБЫТОЧНОГО ДЕЙСТВИЯ.

*Пусть плотность несамая лучшая, но зато скорость получения осадка выше.*

19.ПРИНЦИП ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ.

*Периодически повышать и понижать ток.*

20.ПРИНЦИП НЕПРЕРЫВНОСТИ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ.

*Бредовая идея: Катод и анод вращаются в ванне.*

21.ПРИНЦИП ПРОСКОКА.

*Повышать на короткий момент времени ток (увеличивается скорость осаждения).*

22.ПРИНЦИП "ОБРАТИТЬ ВРЕД В ПОЛЬЗУ".

*Повысить ток до такой степени, что выше уже плотность осадка не ухудшается.*

26.ПРИНЦИП КОПИРОВАНИЯ.

*(Использовать дешёвые копии). Пусть плотность осадка не самая лучшая (ток высокий), но зато скорость получения большая.*

27. ДЕШЕВАЯ НЕДОЛГОВЕЧНОСТЬ ВЗАМЕН ДОРОГОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ.

*Пусть плотность осадка не самая лучшая(ток высокий), но зато скорость получения большая.*

32.ПРИНЦИП ИЗМЕНЕНИЯ ОКРАСКИ.

*Пусть осадок будет тонким, но плотным.*

33.ПРИНЦИП ОДНОРОДНОСТИ.

*Деталь, на которую осаждают осадок, должен быть близок по свойствам к осаждаемому веществу.*

34.ПРИНЦИП ОТБРОСА И РЕГЕНЕРАЦИИ ЧАСТЕЙ.

*То, что уже использовали, «выкидываем» и используем новую.*

35. ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА

*Изменить  $t$  в ванне.*

39.ПРИМЕНЕНИЕ ИНЕРТНОЙ СРЕДЫ.

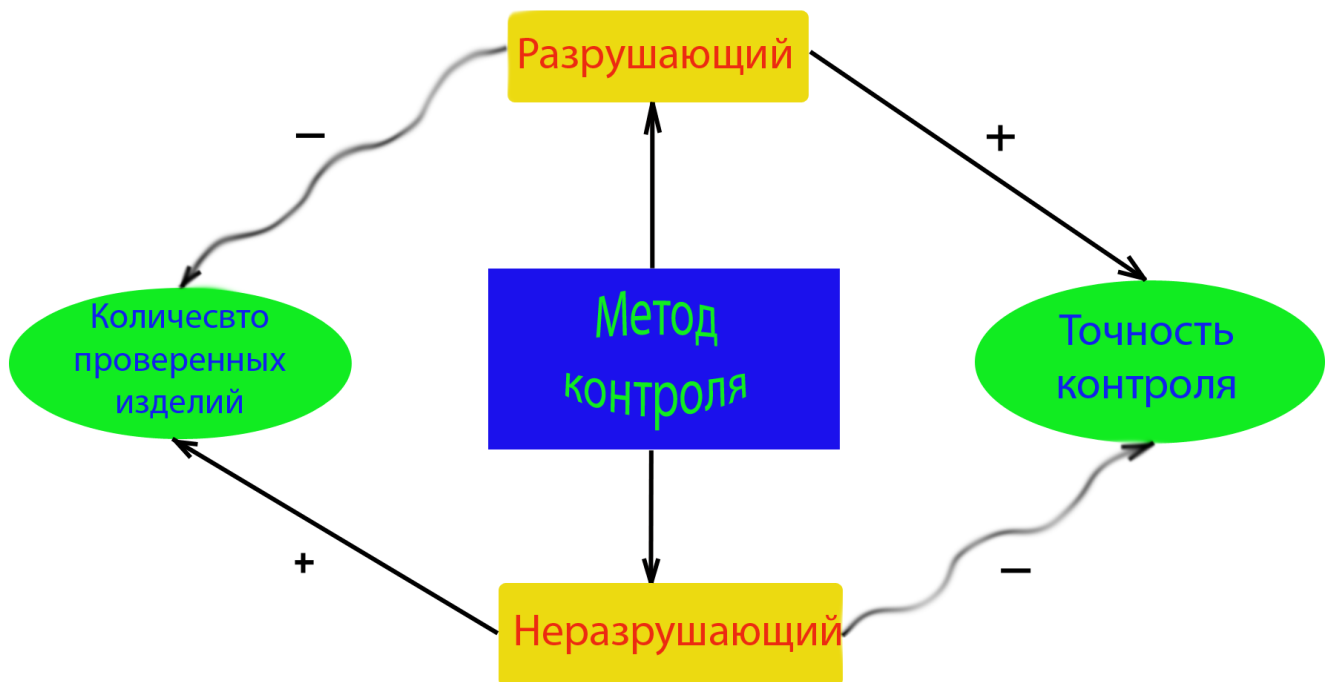
*Добавлять добавки, способствующие образованию плотного осадка.*

40.ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.

*Перейти от однородных материалов к композиционным.*

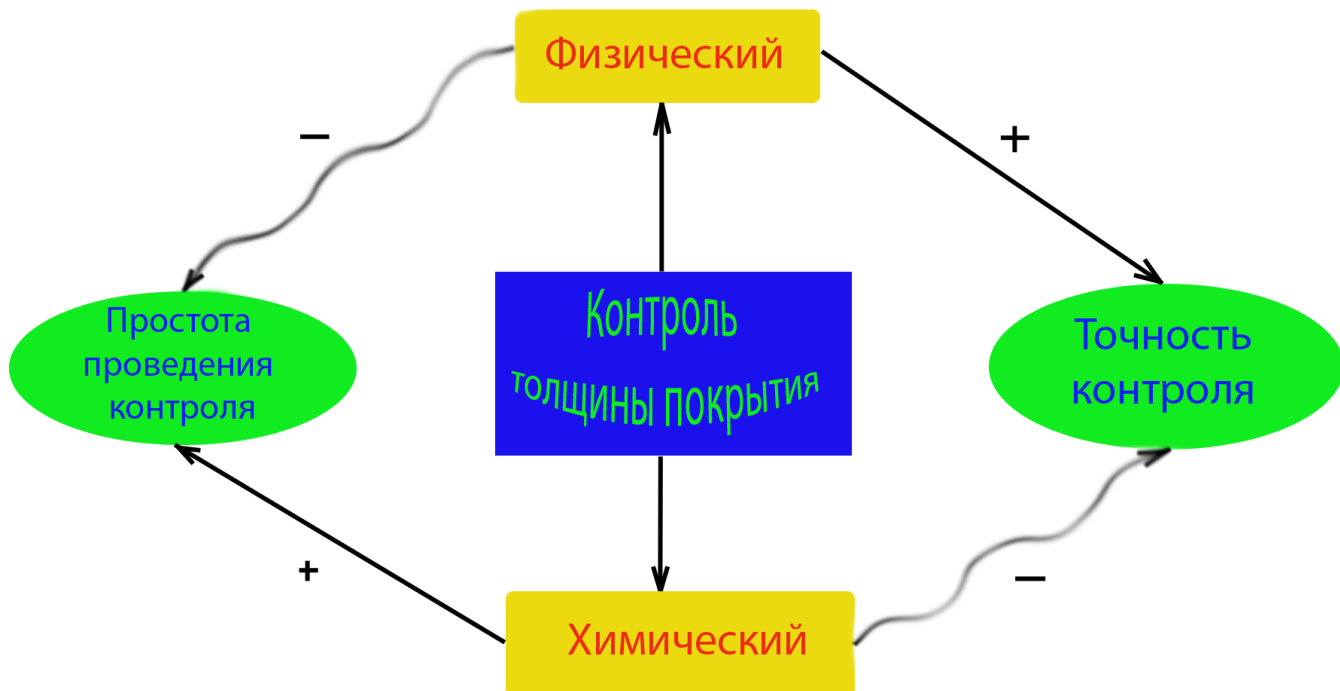
3. Сформулировать и нарисовать схемы 3-х противоречий по контролю качества покрытий.

1)

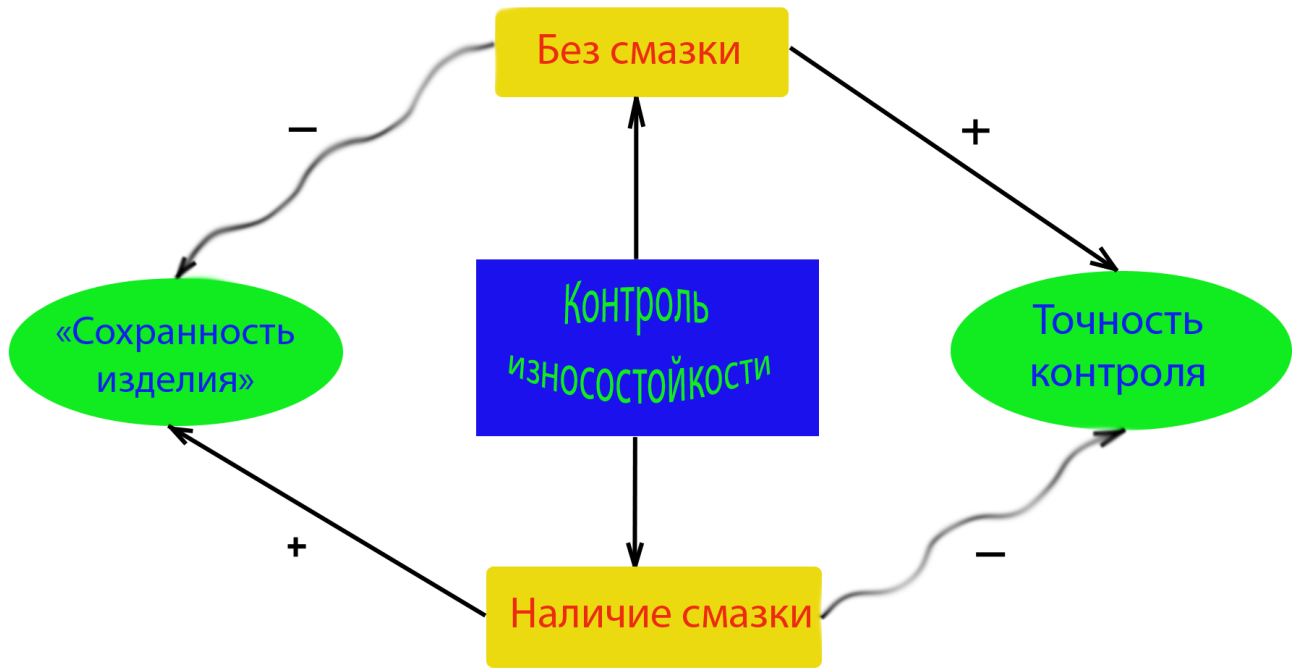


Также вместо «Кол-во проверенных изделий» можно подставить «Целостность проверяемого изделия».

2)



3)



## I. Составить список технических полей, используемых в технологиях, представленных в этих лекциях.

1) Технические поля для «лазерной технологии».

- ✚ Тепловое (Тепловое действие света на непрозрачные среды).
- ✚ Химическое (Возможность управления лазером химической реакции при осаждении слоёв диэлектриков, прямое лазерное формирование рисунка полупроводников (лазерно-химическая обработка)).

2) Технические поля для «электроискровой технологии».

- ✚ Электрическое.
- ✚ Тепловое (При разрядке конденсаторов, основная часть энергии выделяется в виде теплоты).

3) Технические поля для «электронно-лучевой технологий».

- ✚ Электрическое.
- ✚ Тепловое (ЭЛО основана на использовании теплоты, выделяющейся при резком торможении потока электронов поверхностью обрабатываемого изделия).
- ✚ Глубокий вакуум.

## II. Составить список пар веществ («деталь - инструмент») для указанных технологий.

1) Список пар веществ для «лазерной технологии».

<b>Деталь</b>	<b>Инструмент</b>
Керамика, кремний, стекло (скрайбирование)	Лазер
Лазер (Лазерная резка для разделенных полупроводниковых пластин на ЧИПы)	Лазер (Поле в данном случае будет вода под давлением в камере)
Диэлектрик (Осаждение слоев диэлектрика)	Лазер
Проводник в фоторезисте (Прямое лазерное формирование рисунка)	Лазер
Припой (При лазерной пайке)	Лазер
Металлы (Лазерная сварка)	Лазер

Инструментом везде будет лазер, так как обрабатываем мы везде именно лазером, но не в каждом случае условия (поля) одни и те же.

2) Список пар веществ для «электроискровой технологии».

<b>Деталь</b>	<b>Инструмент</b>
Анод	Катод

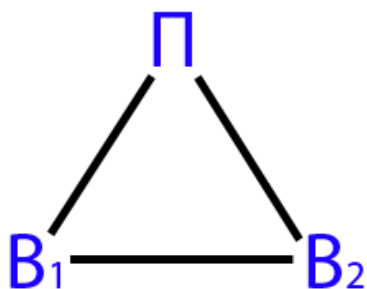
3) Список пар веществ для «электронно-лучевой технологии».

<b>Деталь</b>	<b>Инструмент</b>
Металлы, ферриты, стекла, керамика, алмазы, графит	Источник электронов (электронная пушка)



### III. Построить по одному веполю для лазерной, электроискровой и электронно-лучевой технологий.

1) Веполю для «лазерной технологии».



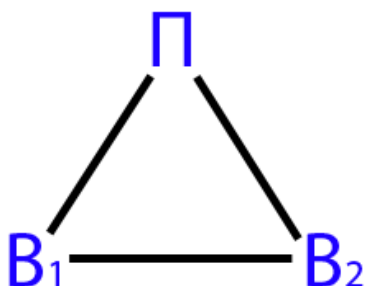
Веполю для разделения.

$V_1$  – Деталь, которую надо разрезать.

$V_2$  – Лазер.

П – Излучение (ультрафиолетовое)

2) Веполю для «электроискровой технологии».

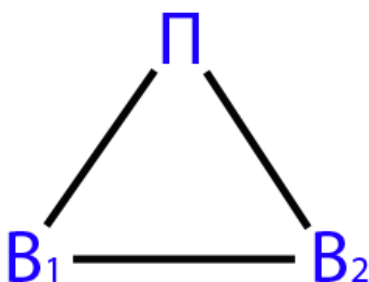


$V_1$  – Заготовка (Анод).

$V_2$  – Инструмент (Катод).

П – поле электрическое.

3) Веполю для «электронно-лучевой технологии».



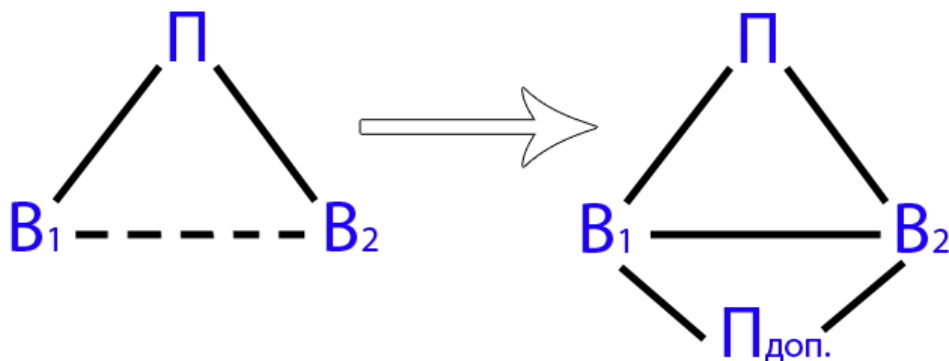
$V_1$  – Металлы, ферриты, стекла, керамика, алмазы, графит.

$V_2$  – электронная пушка.

П – Глубокий вакуум.

### IV. Преобразовать построенные веполи в измерительные веполи. Указать способ контроля тех. процесса, опираясь на построенные измерительные веполи.

1) Для лазерной технологии.



Веполю для разделения полупроводниковых пластин на ЧИПы.

$V_1$  – Полупроводниковая пластина.

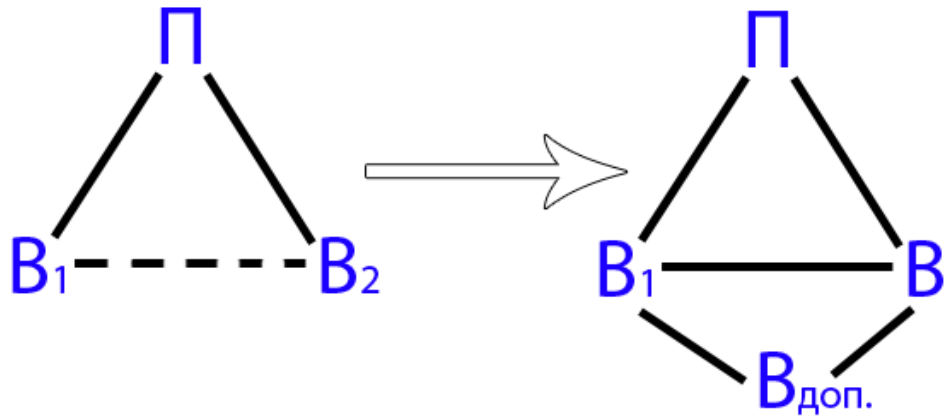
$V_2$  – Лазер.

П – Излучение (ультрафиолетовое)

Взаимодействие слабое, так как трудно получить в воздушной среде нужный для разделения диаметр лазера.

П<sub>доп.</sub> – в качестве дополнительного поля выступают фокусирующая линза и вода в камере под большим давлением.

2) Для электроискровой технологии.



В<sub>1</sub> – Заготовка

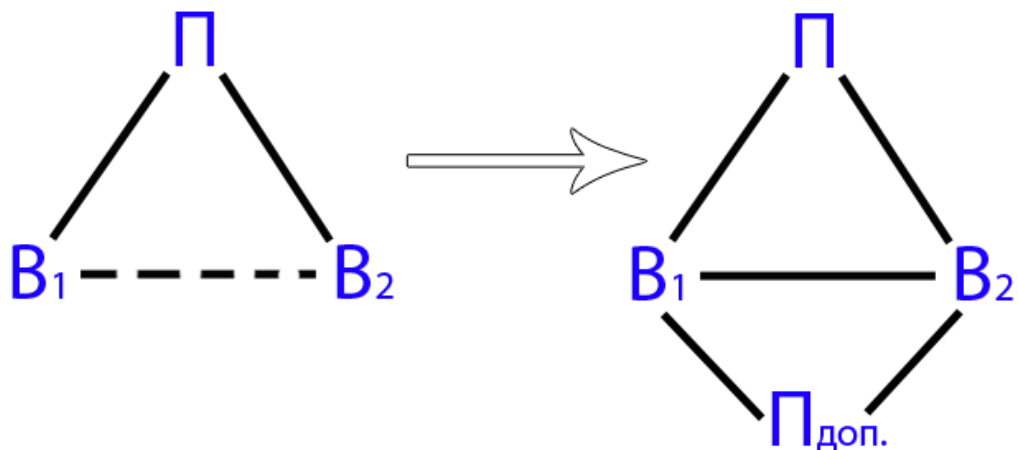
В<sub>2</sub> – Деталь, непроводящая электрический ток (пусть даже непрочная)

П – Поле (электрический заряд, или электрическое поле)

В<sub>доп.</sub> – Дополнительное вещество, проводящая электрический ток, например металлическая фольга.

Таким образом, искру можно «поймать на удочку».

3) Для электронно-лучевой технологии.



Трудно контролировать процесс ЭЛО. Для этого электронную пушку «подключают к компьютеру», т.е. электронная пушка работает по программе, которая в ней заложена.

П<sub>доп.</sub> – программа, заложённая в электронную пушку.