

Разбор задачи «Зубная паста»

А.Захаров

Разбор задачи «Зубная паста» сделан с помощью методического подхода Универсальная Схема Эволюции (УСЭ) и софта, сделанного на основе УСЭ.

<http://www.metodolog.ru/node/436>



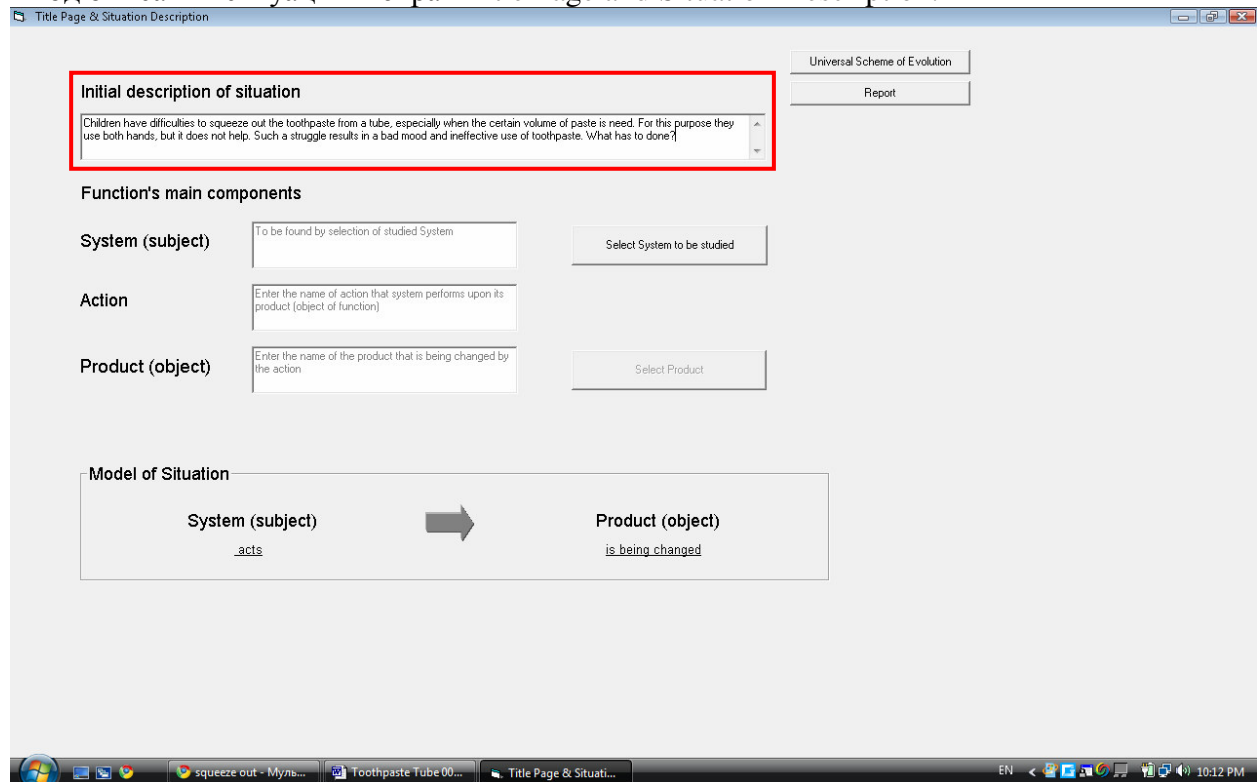
Детям очень трудно выдавливать зубную пасту из тюбика, да ещё порцию определенного объема. Часто для этой цели они используют обе руки, но и это не помогает. Такая борьба с тюбиком, особенно по утрам, не приводит к хорошему настроению и, конечно, к эффективному использованию зубной пасты.

Что можно сделать, чтобы помочь им?

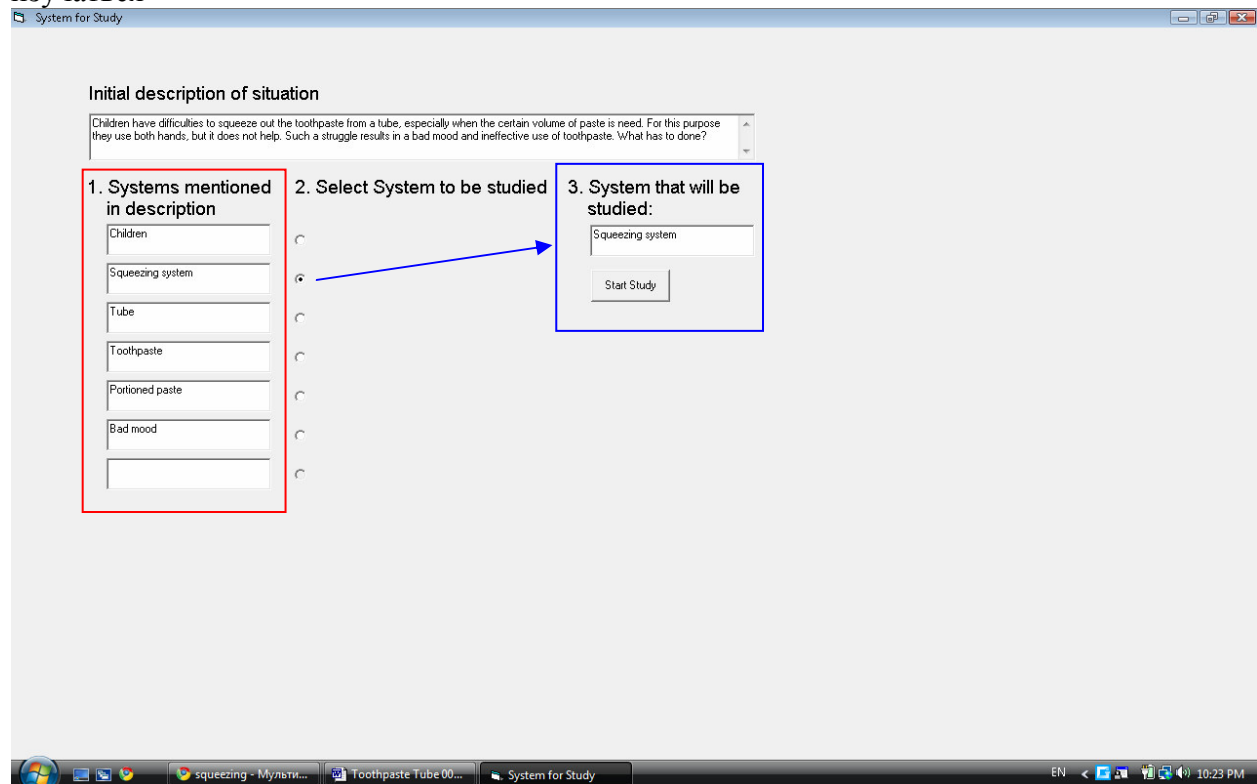
Задача «Зубная паста» анализировалась с помощью софта USESoft, который по-русски «не понимает»☹, поэтому анализ приведен по-английски. Но комментарии к шагам максимально по-русски. Думаю, что Вы разберетесь.

Problem (short description)	Проблема (краткое описание)
Children have difficulties to squeeze out the toothpaste from a tube, especially when the certain volume of paste is needed. For this purpose they use both hands, but it does not help. Such a struggle results in a bad mood and ineffective use of toothpaste. What has to be done?	Дети испытывают трудности с выдавливанием пасты из тюбика, особенно когда нужен определенный объем пасты. Для этого они используют обе руки, но и это не помогает. Такая борьба приводит к плохому настроению, к неэффективному использованию зубной пасты. Что можно предложить?

Ввод описания ситуации в экран Title Page and Situation Description:



Перечисление систем, упомянутых в описании ситуации, и выбор системы, которая будет изучаться



Для изучения выбрана система выдавливания пасты, т.к. именно она работает плохо.

Выбор продукта, который обрабатывается системой выдавливания. Очевидно, это (отмериваемая) паста или порция пасты.

Initial description of situation

Children have difficulties to squeeze out the toothpaste from a tube, especially when the certain volume of paste is needed. For this purpose they use both hands, but it does not help. Such a struggle results in a bad mood and ineffective use of toothpaste. What has to done?

1. Systems mentioned in description

- Children
- Squeezing system
- Tube
- Toothpaste
- Portioned paste**
- Bad mood

2. Select Product

- Measured paste**

3. Product

Portioned paste **Measured paste**

Enter Product

Hint

Because Squeezing system was selected as System, please select Product among the remain listed items

Примечание:
Сначала написал **portioned paste** (порционируемая паста), но позднее выбрал **measured paste** (отмериваемая паста)

Модель ситуации в виде функции: система выдавливания «выдает» порцию пасты

Initial description of situation

Children have difficulties to squeeze out the toothpaste from a tube, especially when the certain volume of paste is needed. For this purpose they use both hands, but it does not help. Such a struggle results in a bad mood and ineffective use of toothpaste. What has to done?

Function's main components

System (subject) Squeezing system Select System to be studied

Action releases

Product (object) Measured paste Select Product

Check the accuracy of Function description Now you can change System and/or Product directly at this screen. Please select them from description of situation and print them into corresponding boxes.

Model of Situation

Squeezing system **releases** Measured paste

acts is being changed

The presence of problems means the decrease of Squeezing system's attraction for the user. In other words, in user's eyes the Squeezing system loses its viability.

The decrease of viability is possible to evaluate by the reduction of Squeezing system value (ideally), the Squeezing system value is the magnitude of relation of Squeezing system useful functions to harmful ones.

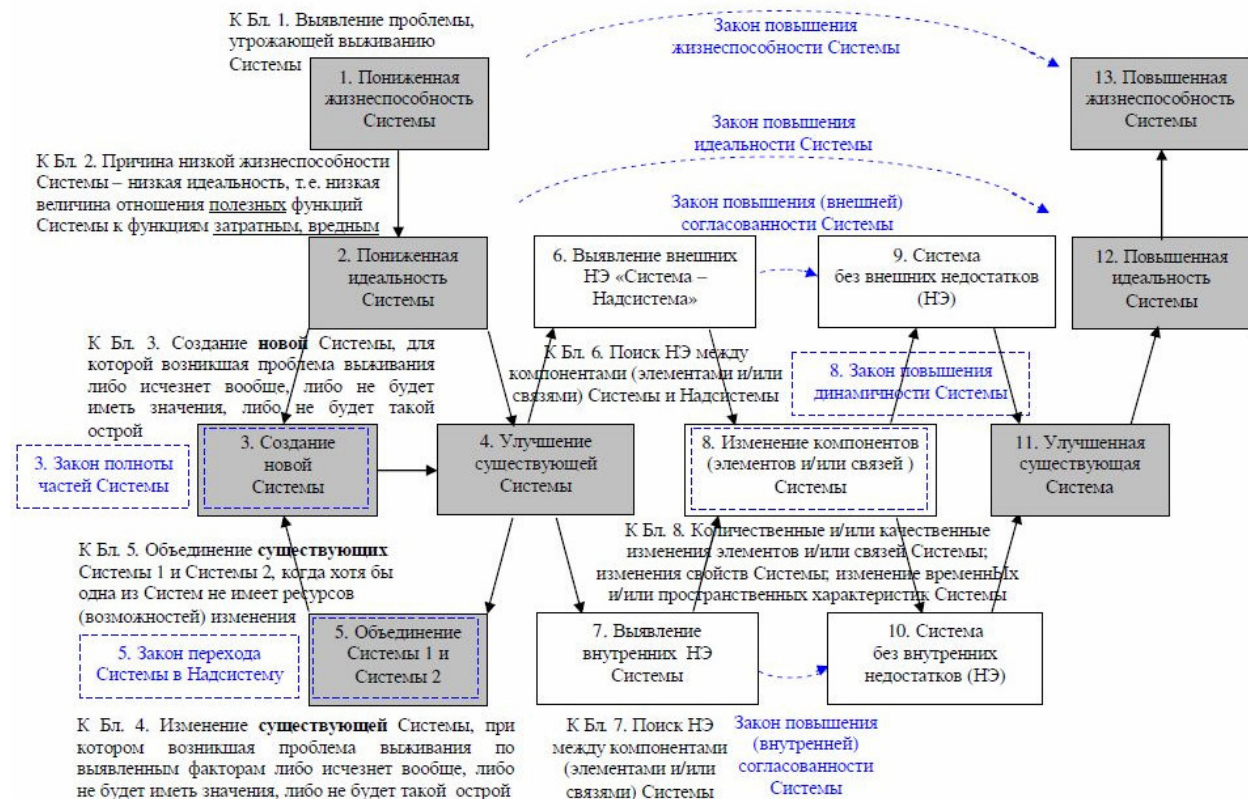
The general directions and stages of possible Squeezing system changes are represented on Universal Scheme of Evolution.

Заклучение по экрану «Описание ситуации, построение функции системы»:

The presence of problems means the decrease of Squeezing system's attraction for the user. In other words, in user's eyes the Squeezing system loses its viability.	Наличие проблем означает снижение привлекательности системы выдавливания для пользователя. Другими словами, в глазах пользователя система выдавливания теряет свою жизнеспособность.
The decrease of viability is possible to evaluate by the reduction of Squeezing system value (ideality); the Squeezing system value is the magnitude of relation of Squeezing system useful functions to harmful ones.	Снижение жизнеспособности можно оценить снижением полезности (идеальности) системы выдавливания; идеальность системы выдавливания – величина отношения полезных функций системы к вредным
The general directions and stages of possible Squeezing system changes are represented on Universal Scheme of Evolution.	Основные направления и этапы изменений системы выдавливания представлены на Универсальной Схеме Эволюции

Универсальная Схема Эволюции (УСЭ)

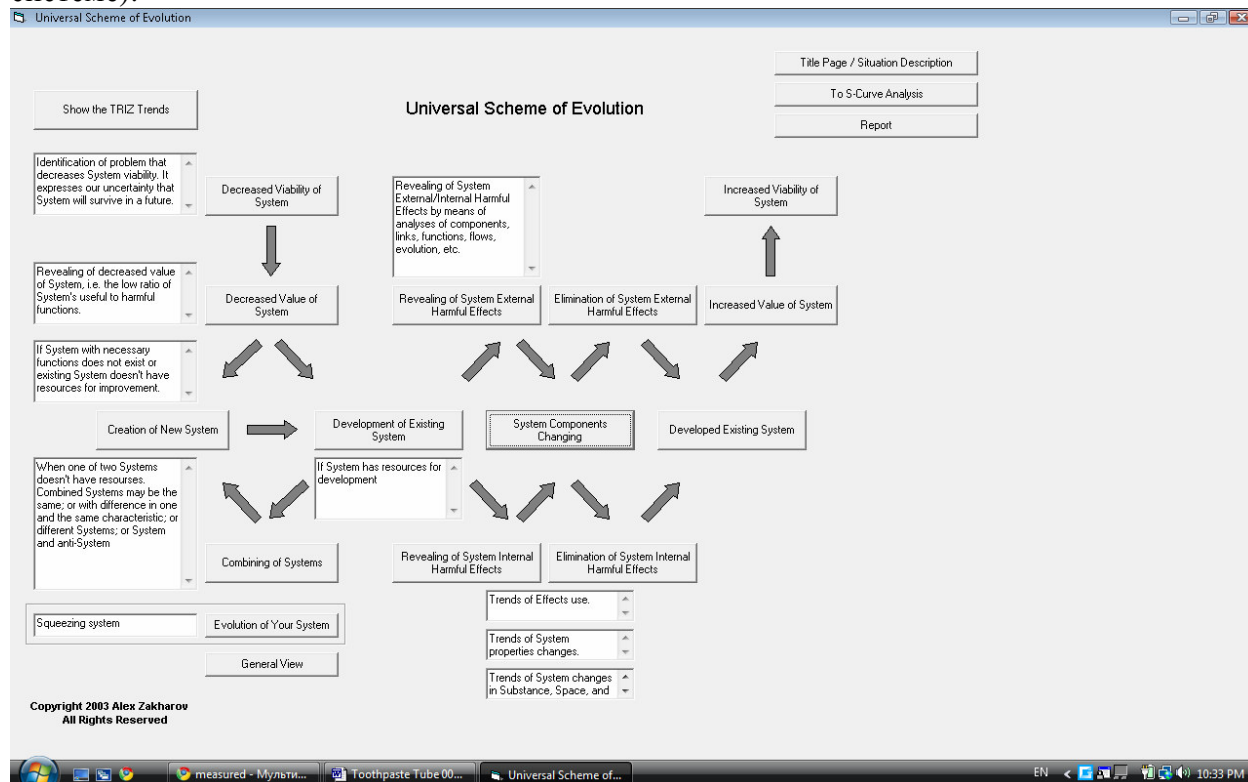
Универсальная Схема Эволюции



Решение задачи – это перевод системы из «плохого» (нежелательного, с проблемами и т.п.) состояния в состояние «хорошее» (желательное, без проблем). Согласно ТРИЗ, этот перевод может осуществляться не любыми путями, а по закономерным линиям. УСЭ - это жестко структурированное представление этих линий и жесткая последовательность

прохождения этапов. Т.о. решение задачи – это эволюция системы с помощью УСЭ. Универсальность, логичность, полнота и инвариантность УСЭ позволили представить её в виде алгоритма, который лег в основу компьютерной программы USESoft.

Экран Universal Scheme of Evolution (приведена общая форма без привязки к конкретной системе):



Основные экраны USESoft, с помощью которых анализируется Система (выявление проблем) и решаются выявленные проблемы:

- Описание исходной проблемной ситуации, выявление объекта анализа – Системы, ответственной за появление проблемной ситуации.
- Универсальная Схема Эволюции, которая при подстановке в неё названия конкретной Системы становится Схемой Эволюции Системы.
- Структурно-функциональный анализ Системы, выявление вредных факторов, недостатков и нежелательных эффектов (НЭ).
- Построение причинно-следственных цепочек вредных факторов, недостатков и НЭ, выявление ключевого (ключевых) НЭ.
- Выбор направлений изменений компонента Системы, связанного с ключевым НЭ.
- Изменение¹ компонентов Системы.
- Создание новой Системы в случае невозможности изменить компонент, проверка новой Системы на полноту.

¹ С противоречием или без! Если при изменении компонента(ов) системы возникает противоречие – разрешение противоречия с помощью Матрицы Альтшуллера.

Подстановка системы выдавливания пасты в УСЭ:

Поэтапное описание эволюции системы выдавливания с помощью УСЭ:

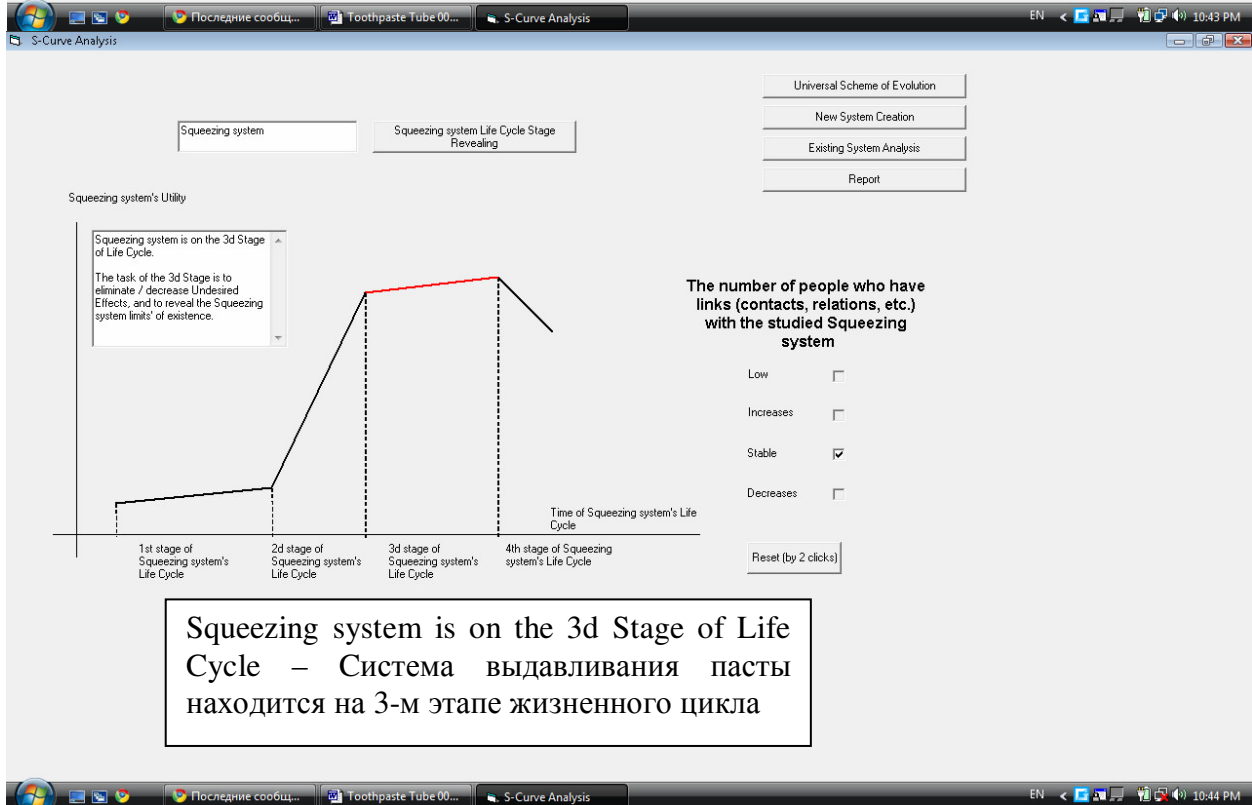
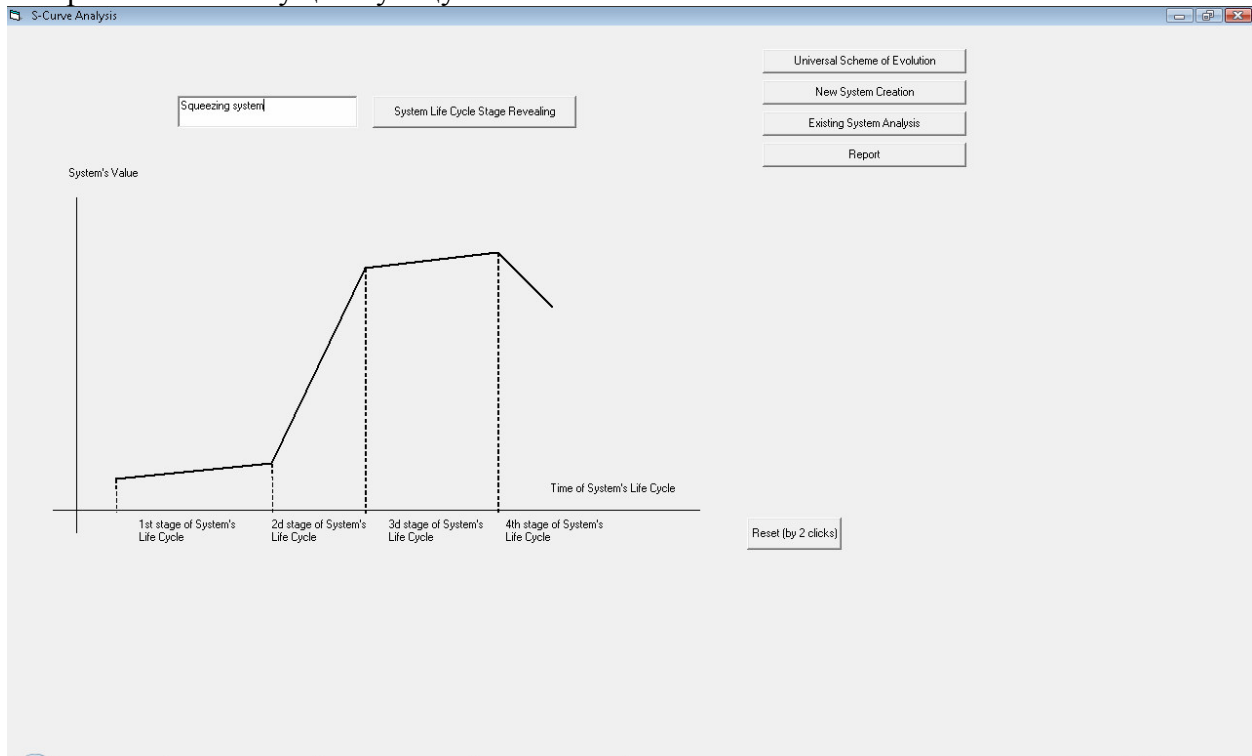
1. Identification of problem that decreases Squeezing system viability. It expresses our	Выявление проблем, снижающих жизнеспособность системы выдавливания.
--	---

uncertainty that Squeezing system will survive in a future.	Это выражает неуверенность, что система выдавливания выживет в будущем.
2. Revealing of decreased value of Squeezing system, i.e. the low ratio of Squeezing system's useful to harmful functions.	Выявление сниженной идеальности системы выдавливания, т.е. низкой величины отношения полезных функций системы выдавливания ко вредным функциям.
3. Squeezing system with necessary functions does not exist or existing Squeezing system doesn't have resources for improvement.	Система выдавливания с нужными функциями не существует или существующая система выдавливания не имеет ресурсов для улучшения.
4. Squeezing system has resources.	Система выдавливания имеет ресурсы для улучшения
5. Squeezing systems combining. When one of two Squeezing systems doesn't have resources. Combined Squeezing systems may be the same; or with difference in one and the same characteristic; or different Squeezing systems; or Squeezing system and anti-Squeezing system.	Объединение систем выдавливания, когда одна из двух систем выдавливания не имеет ресурсов улучшения. Объединяемые системы выдавливания могут быть: - одинаковыми; - со сдвинутыми характеристиками; - разными и - системой и антисистемой
6. Revealing of Squeezing system External Harmful Effects by means of analyses of components, links, functions, flows, evolution, etc.	Выявление внешних нежелательных эффектов (НЭ) системы выдавливания при помощи элементного, структурного, функционального, потокового, эволюционного и др. видов анализа.
7. Revealing of Squeezing system Internal Harmful Effects by means of analyses of components, links, functions, flows, evolution, etc.	Выявление внутренних нежелательных эффектов (НЭ) системы выдавливания при помощи элементного, структурного, функционального, потокового, эволюционного и др. видов анализа.
8. Squeezing system Components changing	Изменение компонентов системы выдавливания (в соответствии с линиями):
Trends of Effects use in Squeezing system components. Changes of Squeezing system properties. Changes of Squeezing system in Substance, Space and, Time.	Использования эффектов Изменение свойств Изменение по веществу, в пространстве и во времени

Блоки №№ 9-13 показывают «счастливую жизнь» **системы выдавливания пасты** после её преобразования (динамизации) согласно рекомендациям блока № 8.

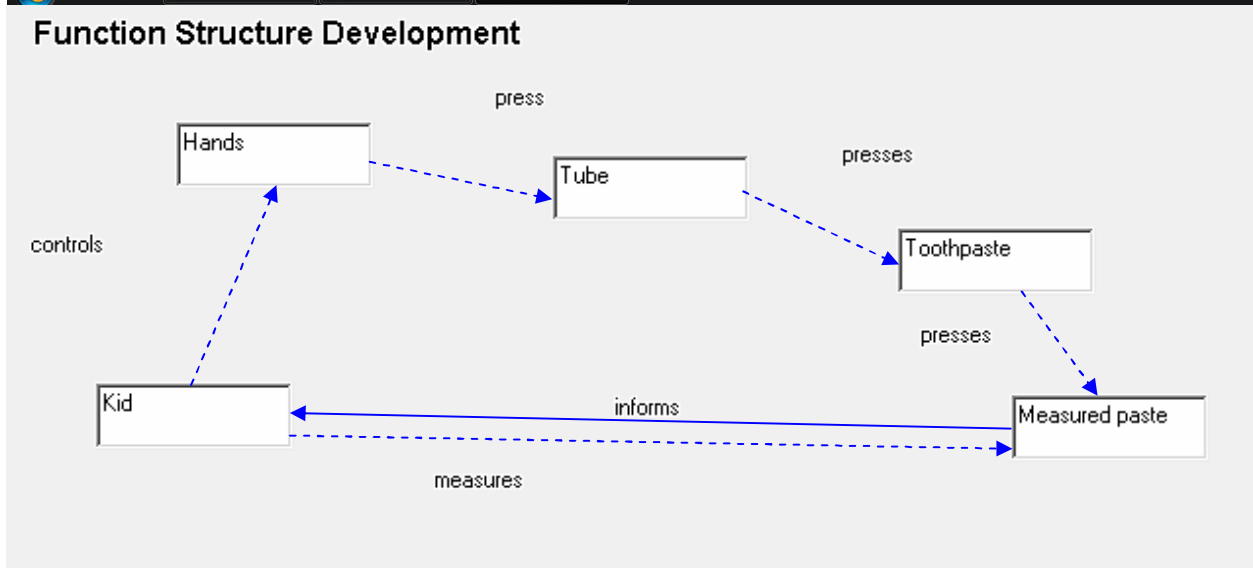
Экран S-образная кривая жизненного цикла

Определение этапа жизненного цикла **системы выдавливания пасты** на S-образной кривой для выбора направления изменения - делать новую систему выдавливания или совершенствовать существующую?



The task of the 3d Stage is:	Задачи 3-го этапа:
<ul style="list-style-type: none"> to eliminate / decrease Undesired Effects, and 	<ul style="list-style-type: none"> устранить / снизить НЭ, и
<ul style="list-style-type: none"> to reveal the Squeezing system limits' of existence. 	<ul style="list-style-type: none"> выявить пределы существования системы выдавливания

Экран построения функциональной модели

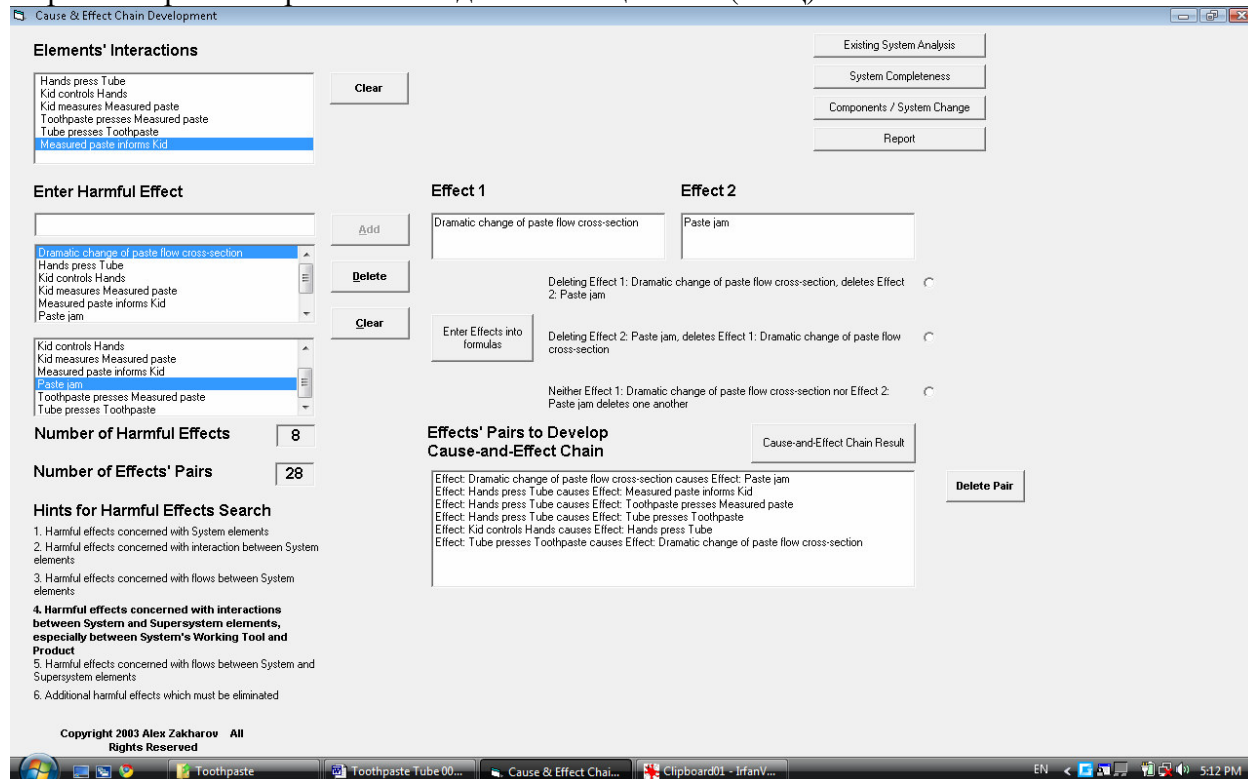


Функции, выявленные в **системе выдавливания пасты**, полезные, но большинство выполняется плохо:

Ребенок плохо управляет руками

Руки плохо нажимают на тубу
 Тюбик плохо давит на пасту
 Паста плохо давит на отмеряемую пасту
 Отмеряемая паста информирует ребенка
 Ребенок плохо отмеряет отмеряемую пасту

Экран построения причинно-следственных цепочек (ПСЦ):

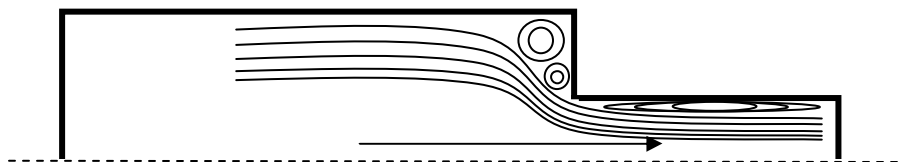


На экран построения ПСЦ переносятся все функции функциональной модели, а для сравнения и выявления пары «причина – следствие» выбираются плохо выполняемые функции.

Здесь же проводится потоковый анализ:

При переходе от течения пасты в широком месте тюбика ($D = 35$ мм) к течению по носику много меньшего диаметра ($d = 8$ мм) коэффициент сжатия потока ≈ 19 , **возникает уплотнение потока** – своеобразная пробка, названная ниже **Paste jam**.

Курс механики жидкости и газа² Глава 5. Течение жидкости в канале переменного сечения, с. 48



Распределение скорости и линии тока в сужающемся канале

² Московский физико-технический институт. Применение пакетов прикладных программ при изучении курсов механики жидкости и газа http://www.applmech.fizteh.ru/programs/appmc/f_8frc

... в случае резкого сужения канала возможно образование вихрей, которые увеличивают коэффициент сжатия потока.

Effects' Pairs to Develop Cause-and-Effect Chain Cause-and-Effect Chain Result

Effect: Dramatic change of paste flow cross-section causes Effect: Paste jam
Effect: Hands press Tube causes Effect: Measured paste informs Kid
Effect: Hands press Tube causes Effect: Toothpaste presses Measured paste
Effect: Hands press Tube causes Effect: Tube presses Toothpaste
Effect: Kid controls Hands causes Effect: Hands press Tube
Effect: Tube presses Toothpaste causes Effect: Dramatic change of paste flow cross-section

The root harmful Effect is Dramatic change of paste flow cross-section

The system's element linked with the root harmful Effect is Paste jam

Выявилась цепочка причин и следствий: Kid controls Hands → Hands press Tube → Tube presses Toothpaste → **Dramatic change of paste flow cross-section** → **Paste jam**
Элемент, который выбран для изменения: **Paste jam** = уплотненная паста перед входом в носик тюбика.

Система³ для изменения – **Paste jam**

Investigation of System Evolution 71219

The name of the System

OK

Cancel

Paste jam

Общие направления изменения

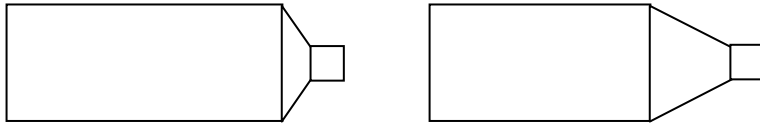
1. Устранить **Paste jam** из системы выдавливания пасты

Delete Paste jam out of System

Delete Paste jam out of System

³ **Paste jam**, бывший ранее нежелательным элементом системы выдавливания пасты, теперь стал самостоятельной системой, которую надо устранять или менять.

Устранить **Paste jam** (уплотнение пасты) из-за резкого изменения сечения потока пасты изнутри в районе носика можно **плавным** уменьшением сечения потока пасты. Но тогда в тьюбике **удлинится участок перехода** от большого сечения (35 мм) к малому (8 мм),



что:

- потребует изменения оснастки массового производства тьюбиков (это сложно или даже невозможно);
- при той же длине тьюбика масса пасты в тьюбике уменьшится.

Предложенное изменение возможно при разрешении возникших противоречий. Разрешение противоречий рассмотрено ниже - см. п. 5.

2. Объединить **Paste jam**:

Two or more Paste jams combining / Element addition

Mono Paste jam --> Bi Paste jam --> Poly Paste jam
Trend

- с тем же **Paste jam**; с **Paste jam** с другими характеристиками (в т.ч. с альтернативными); с анти-**Paste jam**

Идея: литьем изнутри на стенках конуса сделать прямые ребра, не дающие пасте закручиваться. Это можно трактовать как сложение вихря и антивихря пасты.

Развитие идеи – вставка-рассекатель в конус тьюбика в виде кольца с радиальными ребрами, которые не дадут пасте закручиваться.



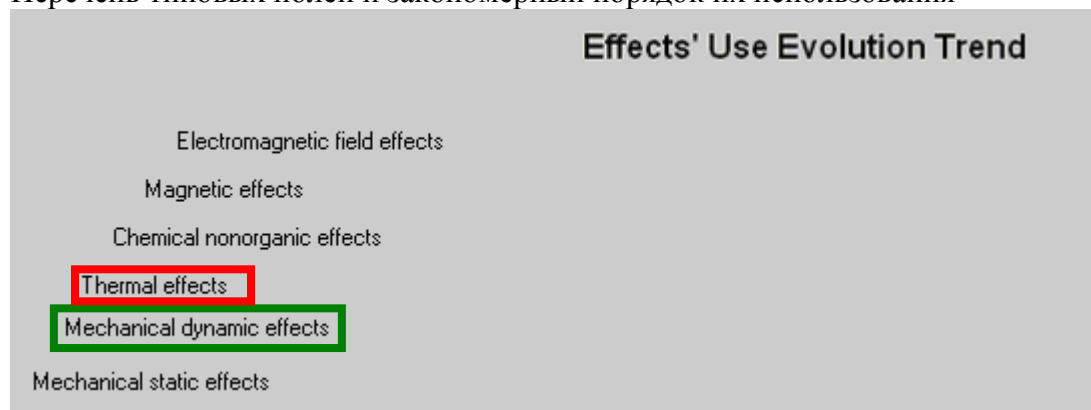
3. Использовать эффекты

Trends of Effects use

Effects Use Trend

для воздействия на **Paste jam**

Перечень типовых полей и закономерный порядок их использования



Т.к. механическое поле давления на пасту приводит к образованию **Paste jam** в районе конуса и входа в носик, в этом месте предлагается:

3.1. Нанести изнутри в районе конуса слой материала (смазки) с более низким коэффициентом трения, чем у пластика тюбика.

3.2. Создать вибрационное поле в районе конуса: устранение трения покоя + повышение текучести пасты.

Примеры использования вибрации для повышения текучести.

<http://www.faqs.org/patents/app/20080283085>

Patent application title: Concrete load cleaning apparatus and method.

<http://www.metodolog.ru/01069/01069.html>

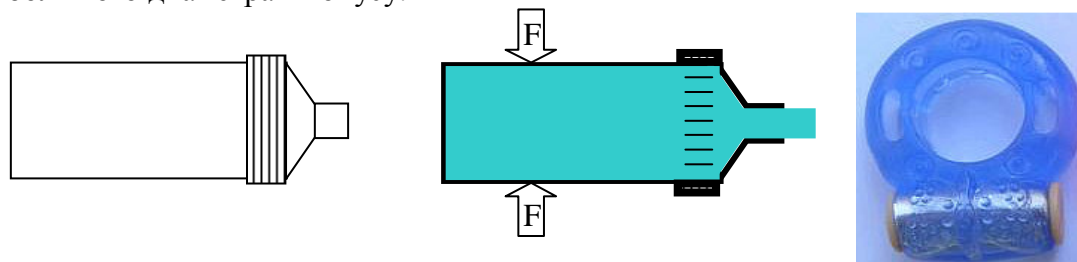
Вибрационное псевдоожидение высоковязких жидкостей.

<http://ru-patent.info/20/60-64/2062996.html>

Патент № 2062996 Российской Федерации

Устройство для дозированной загрузки сыпучих материалов и их выгрузки из емкостей

Идея решения - вибропоясок (с внешним приводом) на тюбик в районе перехода от большого диаметра к конусу.



Развитие идеи вибропояска - на резьбу носика наворачивается вибратор в виде «гайки». Прилегание по всей поверхности конуса → лучшее воздействие на **Paste jam**.



Дополнительно вибратор-«гайка» может, работая какое-то определенное время, отмерять количество пасты и т.д.

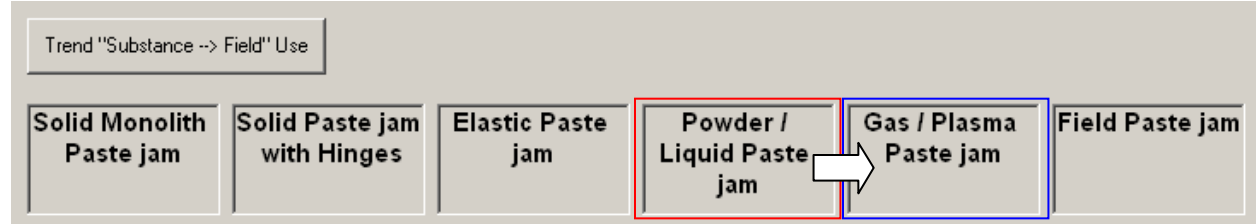
3.3. В районе конуса предлагается создавать тепловое поле для повышения текучести пасты. Ранее сделанное предложение «нагреть тубик с пастой в стакане с горячей водой» получено формально.

4. Изменить свойства **Paste jam** - вещество, место, время

Changes of Paste jam properties

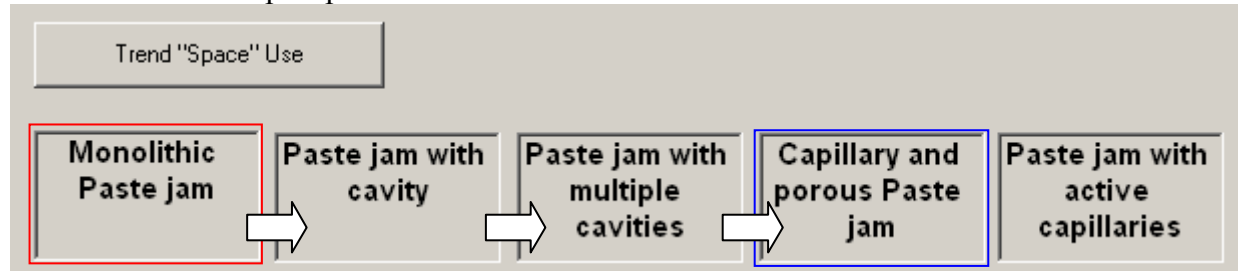
Substance, Space, and Time Change Trend

4.1. Изменение вещества



Идея: переход от монолитной желеобразной пасты к пасте, насыщенной в районе конуса тубика пузырьками воздуха → более текучая паста.

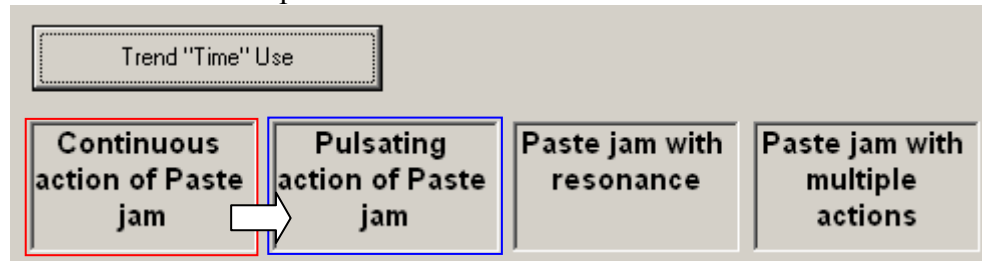
4.2. Изменение в пространстве



Идея: повторение идеи по п. 4.1. - переход от монолитной желеобразной пасты к пасте, насыщенной в районе конуса тубика пузырьками воздуха → более текучая паста.

Идея: использование эффекта Томса – для ламинаризации потока пасты ввести в её состав безвредный длинноцепочечный линейный полимер.

4.3. Изменение во времени



Идея: повторение идеи по п. 3.2. - повышение текучести пасты с помощью виброжижения.

5. Если при попытке изменить (устранить) **Paste jam** возникает недопустимое изменение,

If it's impossible to change the Paste jam

New harmful effects appear during Paste jam change

то это противоречивая ситуация, которую нужно разрешать с помощью приемов

To solve a typical contradiction the set of effective inventive principles - Altshuller's Matrix - ought to be used.

To Altshuller's Matrix

Например, устранить **Paste jam** плавным изменением сечения **Потока пасты** от большого сечения (35 мм) к малому (8 мм). Но тогда в тьюбике удлинится участок перехода, что конструктивно и технологически невозможно (см. п. 1).

Конкретное противоречие: **Paste jam** устранится при увеличении длины перехода **Потока пасты** между большим (35 мм) и малым (8 мм) сечениями, но тогда необходимо изменить конструкцию тьюбика и технологию его изготовления, что невозможно.

Типовое противоречие: изменение длины подвижного объекта⁴ (параметер № 3) приводит к усложнению производства в целом (параметер № 33).

The screenshot shows the Altshuller's Matrix software interface. It is divided into four main sections:

- Improving Feature of Paste flow:** A list of 9 parameters. Parameter 3, "Length of moving object", is selected.
- List of Principles:** A list of 19 principles. Principle 15, "Dynamization", is selected.
- Worsening Feature of Paste flow or Paste flow's Supersystem:** A list of 9 parameters. Parameter 33, "Ease of operation", is selected.
- Principle Explanation:** A text box showing the explanation for principle 15.3: "If an object (or process) is rigid or inflexible, make it movable or adaptable."

At the bottom, there is a section titled "Set of Principles for Contradiction Solution" with a list box containing the numbers "15, 29, 35, 4".

Типовые приемы разрешения противоречия:

15. Dynamization - Динамизация

15.1. Allow (or design) the characteristics of the **Paste flow**⁵, external environment, or process to change to be optimal or to find an optimal operating condition – Придать оптимальные параметры **Потоку пасты**, ..., или чтобы они становились оптимальными.

⁴ Внимание! Объектом изменения теперь выступает не **Paste jam**, а **Поток пасты**. Именно изменение длины **Потока пасты** устраняет **Paste jam**, но это изменение влечет за собой необходимость изменения тьюбика.

15.2. Divide the **Paste flow** into parts capable of movement relative to each other – разделить **Поток пасты** на части, которые могут двигаться относительно друг друга.

Совпадает с идеей п. 2: вставка в конус тьюбика кольца с радиальными ребрами, разделяющими поток пасты на несколько параллельных.

15.3. If the **Paste flow** (or process) is rigid or inflexible, make it movable or adaptable – если **Поток пасты** «жесткий», сделать его податливым. Совпадает с рекомендациями изменений по п. 4.

29. Pneumatic and hydraulic – Использование пневмо- и гидроконструкций

Use gas and liquid parts in the **Paste flow** instead of solid parts (e.g. inflatable, liquid-filled, air cushioned, hydrostatic, hydro-reactive) – использовать газовые включения в **Поток пасты**... Совпадает с рекомендациями по п. 4.1.

35. Parameter changes – Изменение параметров

35.1. Change the **Paste flow**'s physical state (e.g. to a gas, liquid, or solid) – изменить физическое состояние **Потока пасты**. Совпадает с рекомендациями по п. 4.1.

35.2. Change the concentration or consistency – изменить концентрацию или консистенцию. Совпадает с рекомендациями по п.п. 4.1 или 4.2.

35.3. Change the degree of flexibility – изменить степень податливости. Совпадает с рекомендациями по п. 4.

35.4. Change the temperature – изменить температуру. Совпадает с рекомендациями по п. 3.3.

4. Symmetry change – Изменение симметрии

4.1. Change the shape of the **Paste flow** from symmetrical to asymmetrical – изменить форму **Потока пасты** переходом от симметричной к асимметричной.

Совпадает с рекомендацией по п. 2: вставка в конус тьюбика кольца с радиальными ребрами, которые разделят цилиндрический поток пасты на несколько потоков с сечениями в виде круговых секторов.

4.2. If the **Paste flow** is asymmetrical, increase its degree of asymmetry.

Ранжирование идей по простоте внедрения или степени невмешательства (от минимальной к максимальной) в производство тьюбиков с пастой:

1. Внешний вибропоясок на тьюбик - идея, никак не связанная с производством.
2. Нанесение изнутри на конус тьюбика смазки с низким коэффициентом трения.
3. Вспенивание пасты у конуса тьюбика.
5. Добавка в пасту длинноцепочечного полимера.
6. Вставка у конуса тьюбика кольца с ребрами-рассекателями.
7. Выполнение продольных ребер в тьюбике.

3 февраля 2010 года

Брайтон, Массачусеттс, США

P.S. Предложения, комментарии, вопросы и критика приветствуются

⁵ В рекомендацию к приему вместо обобщенного термина «система»/«объект» программа подставляет конкретное название изменяемой системы - **Paste flow**, что делает рекомендации более понятными.