

## Примеры использования методики выполнения типового консультационного проекта по повышению Value продуктов

### Пример выполнения процедуры "Функциональный анализ"

#### ПРИМЕР - 1

#### Совершенствование картриджа водопроводного крана

##### 1. Уточнить формулировку Главной Функции объекта исследования

Уточненная Главная Функция - Останавливать и регулировать поток воды

##### 2. Определить параметры MFPV, влияющие на функциональность ТС

Параметры MFPV влияющие на функциональность картриджа:

- Диаметр крана
- Высота крана
- Регулировка потока

##### 3. Построить функциональную модель

Функциональная модель Diaphragm Valve приведена в Табл.П.3-7-1.

Таблица П.3-7-1. Функциональная модель Diaphragm Valve

№	Наименование функции элемента	Тип	Параметр	Уровень выполнения функции
	<b>Техническая система Diaphragm Valve</b>			
	Управлять (ост/пропускать, измерять) поток холодной воды	Главная		
	Управлять (ост/пропускать, измерять) поток горячей воды	Главная		
	<b>System</b>			
	<b>1. Cap_Assy.</b>			
1.	F1.1 Ограничивать (поток) управляющей воды	B2	Поток	A
2.	F1.2 Направлять (поток) управляющей воды	B2	Поток	A

№	Наименование функции элемента	Тип	Параметр	Уровень выполнения функции
3.	F1.3 Удерживать Диафрагму	B1	Координата	A
4.	F1.4 Останавливать направляющий стержень	B2	Координата	A
5.	F1.5 Захватывать загрязнения	Bp	Масса	-
6.	F1.6 Удерживать загрязнения	Bp	Масса	-
	<b>2. Diaphragm</b>			
7.	F2.1 Останавливать холодную воду	O1	Скорость	A
8.	F2.2 Останавливать горячую воду	O1	Скорость	A
9.	F2.3 Пропускать холодную воду (в смесь)	O1	Положение в пространстве	A
10.	F2.4 Пропускать горячую воду (в смесь)	O1	Положение в пространстве	A
11.	F2.5 Просачивать управляющую воду	B2	Поток	A
12.	F2.6 Удерживать направляющий стержень	B2	Положение	A
13.	F2.7 Двигать направляющий стержень	B2	Положение	A
14.	F2.8 Захватывать загрязнения	Bp	Положение	-
15.	F2.9 Удерживать загрязнения	Bp	Масса	-
	<b>3. Guide_Rod</b>			
16.	F3.1 Направлять диафрагму	B1	Положение	A
17.	F3.2 Останавливать диафрагму	B1	Положение	A
18.	F3.3 Захватывать загрязнения	Bp	Положение	-
19.	F3.4 Удерживать загрязнения	Bp	Масса	-
	<b>4. Control_Valve</b>			

№	Наименование функции элемента	Тип	Параметр	Уровень выполнения функции
20.	F4.1 Останавливать управляющую воду	B2	Поток	A
21.	F4.2 To Admit Control_Water Пропускать управляющую воду	B2	Поток	A
22.	F4.3 To Seize Contaminants Захватывать загрязнения	Bp	Положение	-
23.	F4.4 To Hold Contaminants Удерживать загрязнения	Bp	Масса	-
	<b>5. Valve_Body</b>			
24.	F5.1 Удерживать сборку крышки	B3	Положение	A
25.	F5.2 Удерживать диафрагму	A1	Положение	A
26.	F5.3 Удерживать сборку клапана	A3	Положение	A
27.	F5.4 Удерживать управляющий клапан	A3	Положение	A
28.	F5.5 Направлять направляющий стержень	A2	Положение	A
29.	F5.6 Останавливать направляющий стержень	A2	Положение	A
30.	F5.7 Направлять управляющую воду	B2	Направление	Нд
31.	F5.8 Направлять гор воду	O	Направление	Нд
32.	F5.9 Направлять холодную воду	O	Направление	Нд
33.	F5.10 Деформировать диафрагму	Bp	Размер	-
34.	F5.11 Деформировать управляющий клапан	Bp	Размер	-
35.	F5.12 Деформировать поршень	Bp	Размер	-
36.	F5.13 Захватывать загрязнения	Bp	Положение	-
37.	F5.14 Удерживать загрязнения	Bp	Масса	-

**4. Провести ранжирование функций по уровню выполнения функций относительно параметров MFPV, влияющих на функциональность ТС**

Ранжирование функций Diaphragm Valve по уровню выполнения приведено в Табл.П.3-7-1.

**5. Откорректировать функциональную модель с учетом ранжирования функций относительно параметров MPV**

В данном случае Функциональная модель корректировке не подлежит.

**6. Определить недостатки**

В результате выполненного анализа выявлены следующие недостатки:

**Таблица П.3-7-2. Выявленные недостатки Diaphragm Valve**

Компонент	Полезные					Вредные	Сумма
	O	B1	B2	B3	Σ	Bp	
1. Cap Assy.	0	1	3	0	4	2	6
2. Diaphragm	4	0	3	0	7	2	9
3. Guide Rod	0	2	0	0	2	2	4
4. Control Valve	0	0	2	0	2	2	4
5. Valve Body	2	2	2	3	9	5	14
6. Mixer Body Assy.	6	0	0	0	6	4	10
7. Piston	3	0	1	0	4	3	7
8. Piston Rod	0	2	0	0	2	2	4
9. Control Water	0	2	0	0	2	1	3
Total	15	9	11	3	38	23	61

Наибольшее количество вредных функций имеют три элемента:

- **Diaphradm**
- **Valve Body**
- **Mixer Body Assy**

## ПРИМЕР - 2

### Совершенствование технологического процесса обрезаивания стальной ленты

#### 1. Уточнить формулировку Главной функции объекта исследования

Уточненная формулировка Главной функции - Формировать слой резины на поверхности ленты

#### 2. Определить параметры MFPV, влияющие на функциональность ТС

Параметры MFPV влияющие на функциональность обрезаиванной ленты

- Толщина нанесенного покрытия
- Равномерность покрытия
- Скорость линии
- Легкость настройки оборудования на другие типы материалов и металлов

#### 3. Построить функциональную модель

Функциональная модель технологии обрезаивания ленты приведена в Табл.П.3-7-3.

Таблица П.3-7-3. Функциональная модель технологии обрезаивания ленты (фрагмент)

#	Наименование функции операции	Тип	Уровень выполнения функции
	<b>Процесс нанесения эластомера на стальную ленту</b>		
	F Формировать слой резины на поверхности ленты	Главная	
	<b>1. Подготовка материала</b>		
	1.1. Разматывать рулон ленты	C	A
	1.2. Натягивать ленту	Ис	A
	1.3. Накапливать ленту	C	Из
	<b>2. Подготовка поверхности</b>		
	2.1. Наносить ОФ кислоту на поверхность ленты	C	A
	2.2. Удалять остатки ОФ кислоты	Ис	A
	2.3. Наносить воду на поверхность ленты	C	A
	2.4. Удалять грязную воду с поверхности ленты	Ис	A

#	Наименование функции операции	Тип	Уровень выполнения функции
	2.5. Нагревать ленту	Ис	Нд
	2.6. Натягивать ленту	Ис	А
	<b>3 Подготовка эластомера</b>		
	3.1. Рубить резиновые листы	Ис	Нд
	3.2. Подавать крошку в бак	Тр	А
	3.3. Подавать растворитель в бак	Тр	А
	3.4. Перемещать раствор (Производить циркуляцию)	Ис	Нд
	<b>4. Нанесение эластомера</b>		
	4.1. Наносить эластомер на поверхность ленты	С	Из
	4.2. Распределять эластомер по ширине ленты	С	Из
	<b>5. Стабилизация эластомера</b>		
	5.1. Нагревать резиновый слой	Кор	Нд
	5.2. Нагревать металлическую ленту	Вр	
	5.3. Удалять растворитель	Ис	А
	<b>6. Обработка (PSA/TSA)</b>		
	6.1. Доставлять PSA/TSA адгезива	Об	А
	6.2. Наносить PSA/TSA адгезива	С	Из
	<b>7. Финишная обработка</b>		
	7.1 Накапливать ленту	Об	Из
	7.2. Разрезать ленту	Кор	А
	7.3. Сматывать ленту в рулон	Кор	А

**4. Провести ранжирование функций по уровню выполнения функций относительно параметров MFPV, влияющих на функциональность ТС**

Ранжирование функций технологического процесса обрезиневания ленты по уровню выполнения функций приведено в Табл.П7-3.

**5. Откорректировать функциональную модель с учетом ранжирования функций относительно параметров MFPV**

В данном случае Функциональная модель корректировке не подлежит.

**6. Определить недостатки**

В результате выполненного анализа выявлены следующие недостатки:

**Таблица П.3-7-4. Выявленные недостатки**

Операция	Полезные				Вред	Сум ма
	С	Об	Ко	Тр	Вр	
1. Подготовка материала	0	5	4	1	5	15
2. Подготовка поверхности	0	14	16	10	38	78
3. Подготовка эластомера	0	3	3	5	4	15
4. Нанесение эластомера	1	9	13	12	13	48
5. Стабилизация эластомера	1	9	23	6	25	64
6. Обработка (PSA/TSA)	2	9	3	6	7	27
7. Финишная обработка	1	4	2	1	1	9

Наибольшее количество вредных функций имеют следующие операции:

- **Подготовка поверхности**
- **Стабилизация эластомера**
- **Нанесение эластомера**

## Примеры использования методики выполнения типового консультационного проекта по повышению Value продуктов

### Пример выполнения процедуры "Потоковый анализ"

#### ПРИМЕР 3

Перфораторы хорошо сверлят бетон, но при сверлении полых кирпичей часто происходит разрушение внутренних перегородок и отверстие получается непригодным для установки дюбеля.

Необходимо так повысить функциональные характеристики перфоратора, что бы можно было бурить и бетон и полый кирпич без повреждения перегородок.

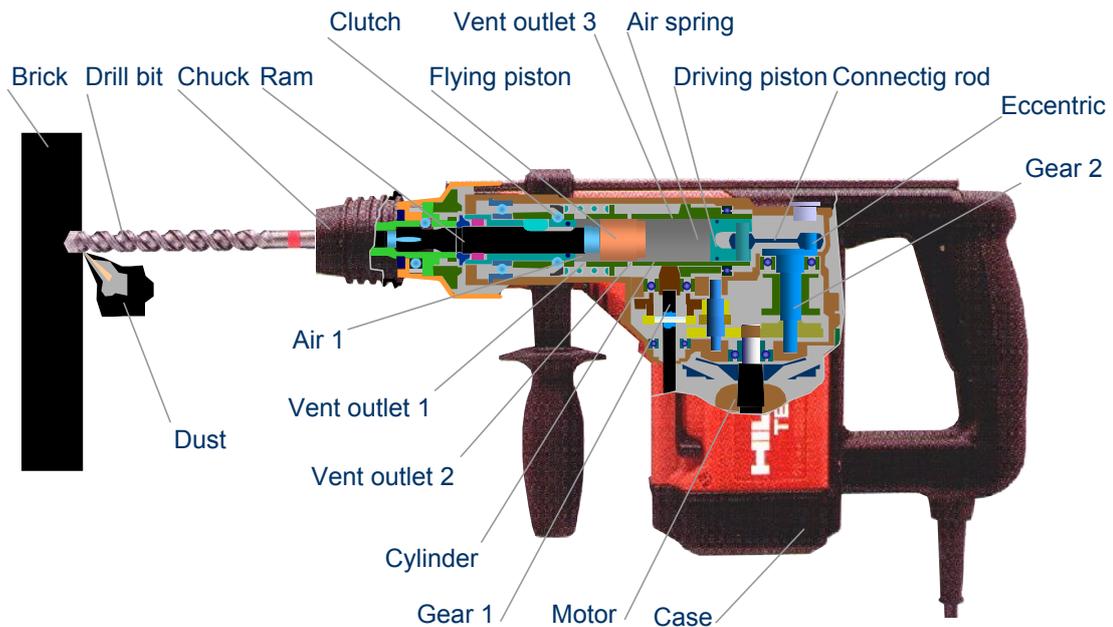


Рис.П.3-8-1. Внешний вид перфоратора

1. Определить параметры функций и нанести их на структурную модель объекта исследования

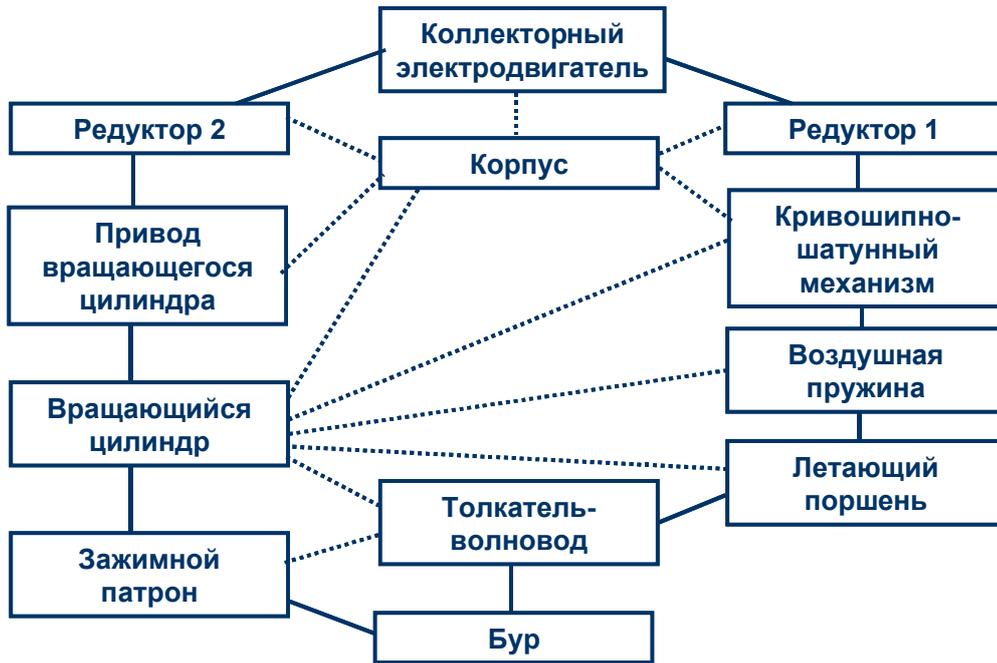


Рис. П.3-8-2. Структурная модель перфоратора



Рис.П.3-8-3. Структурная модель перфоратора с нанесенными потребителями энергии

2. Определить перечень значимых потоков, исходя из назначения объекта исследования

Значимыми потоками для перфоратора будут:

- Поток электроэнергии
- Поток механической энергии

3. Проследить прохождение потоков через компоненты ТС, части оборудования или этапы технологического процесса от входа сырья до выхода готовой продукции

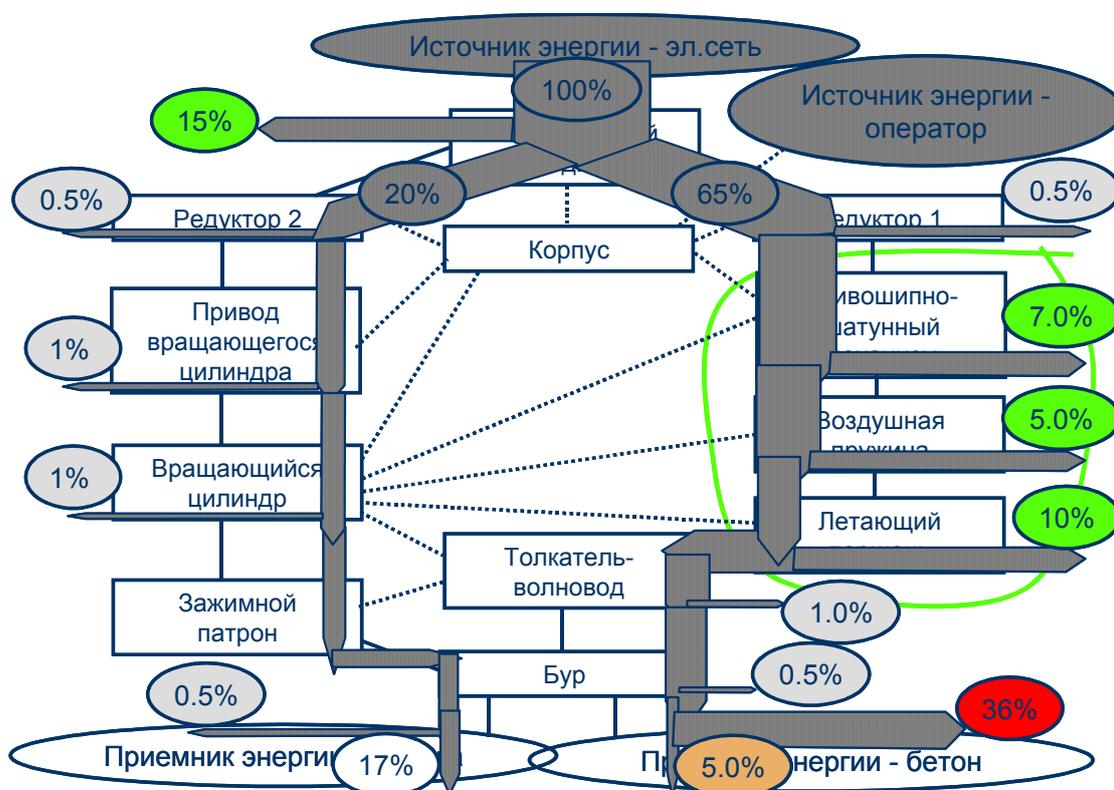


Рис.П.3-8-4. Структурная модель перфоратора с нанесенными численными значениями параметра - электрический ток



Рис.П.3-8-5. Поточковая модель электроэнергии с нанесенными численными значениями параметра - электрический ток

#### 4. Провести анализ потоковых моделей

Анализ потоковой модели показал:

- На полезную работу расходуется только 5% затрачиваемой энергии
- Наибольшие потери энергии (более 20%) - в компрессионно-вакуумном механизме
- Более 30% энергии тратится на измельчение отколотых частиц материала до состояния пыли

#### 5. Составить перечень выявленных недостатков объекта анализа

- Потери на электродвигатель 10%
- Потери на работу на сжатие и нагрев воздуха в цилиндре 10%
- Потери на трение в кривошипно-шатунном механизме 7%
- Потери на теплообмен между сжимаемым воздухом и цилиндром 5%
- Потери в волноводе на нагрев и звук 1%

## ПРИМЕР - 2

### Совершенствование технологического процесса обрезаивания стальной ленты

1. Определить параметры функций и нанести их на структурную модель объекта исследования

Таблица П.3-8-1. Условные обозначения используемые при построении модели технологического процесса обрезаивания стальной ленты (фрагмент)

№	Параметр	Размерность параметра	Условное обозначение
1.	Power	KWh // HP // hp //...	N
2.	Mass Flow	lb/min // ton/hr //...	Q
3.	Volume Flow	CFM // l/min //...	F
4.	Temperature	F° // C° //...	T
5.	Rate of change of temperature	F°/min // C°/min //F°/hr //...	$\Delta T$
6.	Pressure	psi // mm Hg // in Water //...	P
7.	Time (duration)	min // h //...	$\tau$
8.	Mass	lb // ton // kg //...	m
9.	Thickness	in // ft // mm //...	t

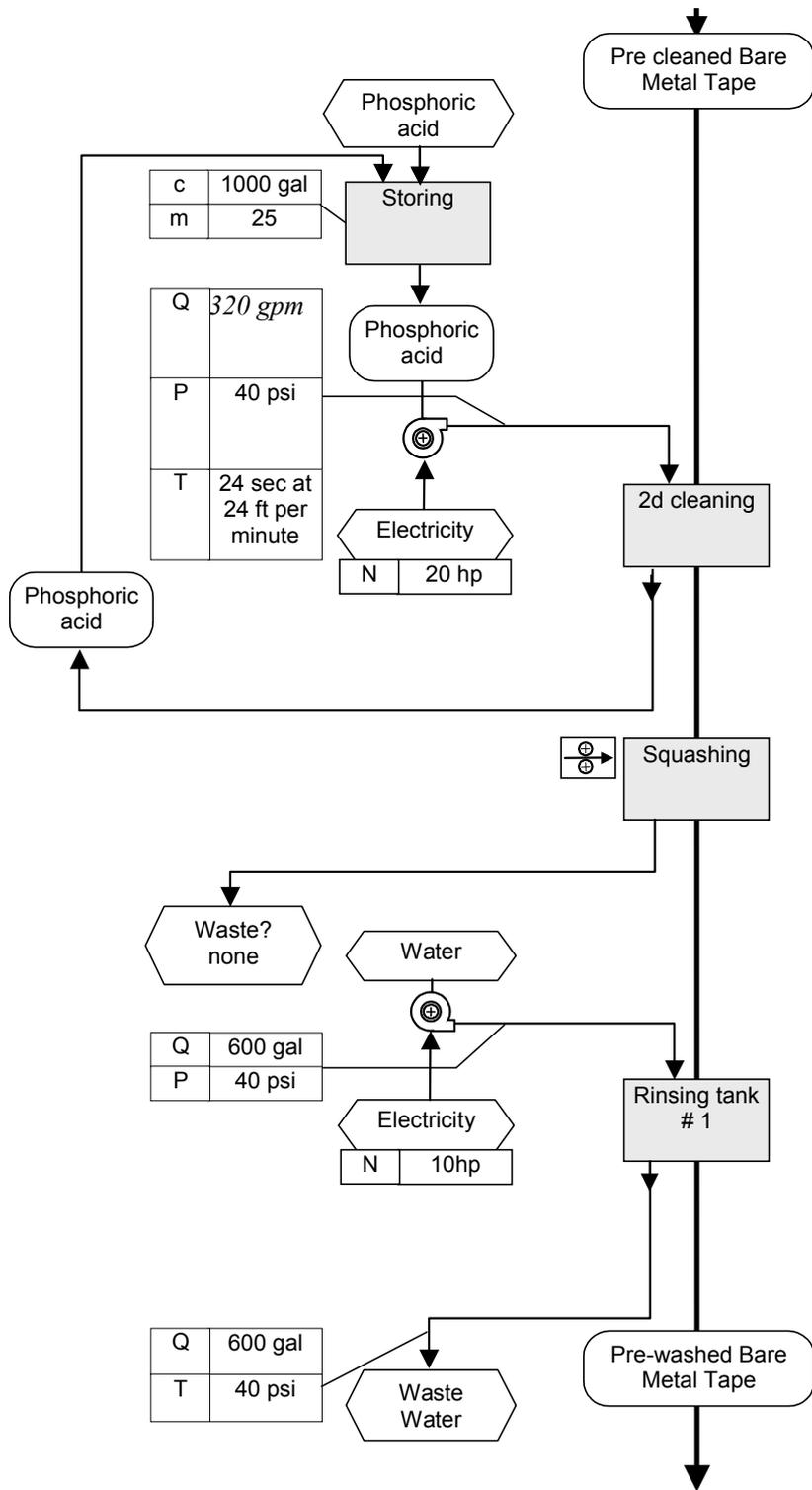


Рис.П.3-8-6. Структурная модель технологического процесса обезжелезивания стальной ленты с нанесенными параметрами (фрагмент)

## 2. Определить перечень значимых потоков, исходя из назначения объекта исследования

Значимыми потоками для технологического процесса обрезаивания стальной ленты будут:

- Поток электроэнергии
- Поток тепловой энергии
- Поток воздуха

## 3. Проследить прохождение потоков через компоненты ТС, части оборудования или этапы технологического процесса от входа сырья до выхода готовой продукции

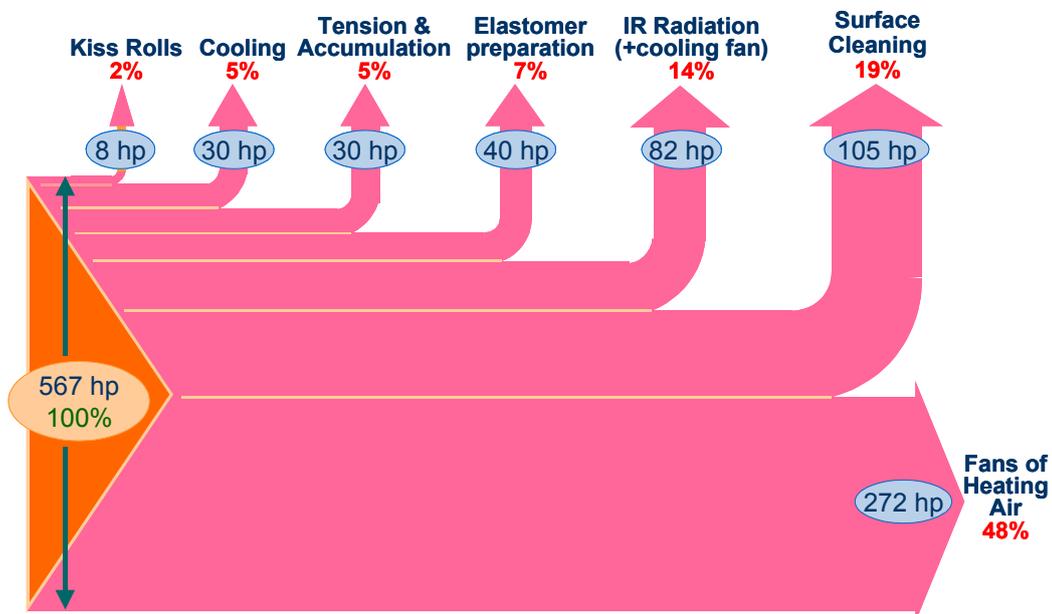


Рис.П.3-8-7. Поточная модель электроэнергии с нанесенными численными значениями параметра - электрический ток (Фрагмент)

## 4. Провести анализ потоковых моделей

Анализ потоковых моделей показал:

- Более 85% тепловой энергии расходуется на нагревание воздуха
- Около 50% электрической энергии расходуется на создание потоков горячего воздуха
- Эффективность процессов удаления испарителя с помощью горячего воздуха крайне мала и в среднем не превышает 1.5%

**5. Составить перечень выявленных недостатков объекта анализа (Фрагмент)**

- Потери на Kiss Rolls 2%
- Потери на Cooling 5%
- Потери на Tension & Accumulation 5%
- Потери на Elastomer preparation 7%
- Потери Surface Cleaning 19%

## Примеры использования методики выполнения типового консультационного проекта по повышению Value продуктов

### Законы Развития Технических Систем

- Закон развития ТС по имеют S-образной кривой

#### Формулировка закона

Закономерность развития технических систем, заключающаяся в том, что в процессе развития изменение главных параметров ТС происходит таким образом, что графики временной зависимости этих параметров имеют S-образный вид (Рис.П.3-9-1.).

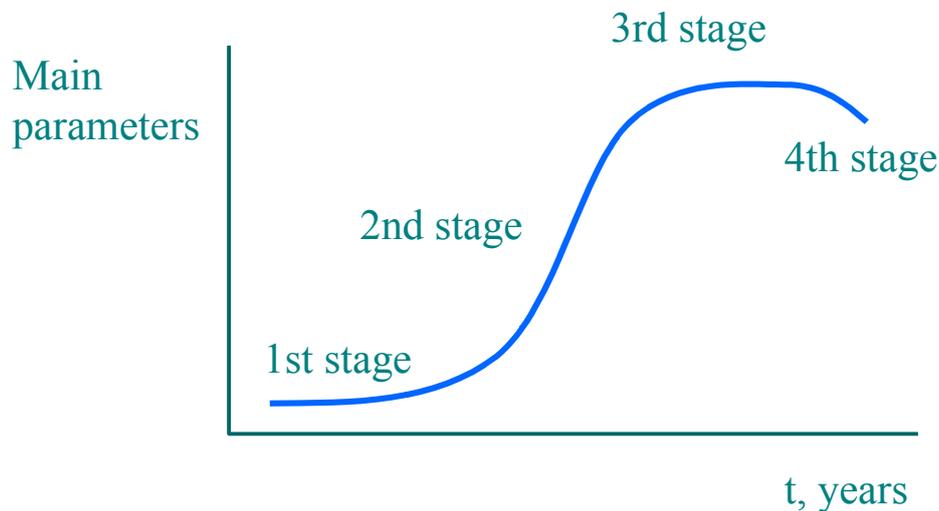


Рис.П.3-9-1

#### *Характеристика, причины и признаки этапов развития*

##### Первый этап

##### **Характеристика первого этапа**

Первый этап развития ТС начинается с момента ее создания и характеризуется очень медленным ростом главных показателей (иногда рост может и вообще прекратиться на какое-то время). Длительность первого этапа может быть самой различной. Например, известно, что противотанковое ружье было создано невероятно быстро – от момента выдачи ТЗ до запуска в серийное производство прошло всего несколько месяцев. С другой стороны, топливный элемент (fuel cell) был изобретен

еще в 19 веке, а на стадию коммерческого использования вышел только в конце 20-го т.е. «детство» этой ТС длилось почти 100 лет!

### ***Причины первого этапа***

- **Нехватка ресурсов**

За редким исключением, новые ТС создаются в условиях тотального недостатка всех видов ресурсов – материальных, трудовых и интеллектуальных. Действительно, пока система полностью не отработана, не испытана и не прошла проверку на рынке, никто не может гарантировать, что ее ожидает успех, а все затраты окупятся сторицей. Разработка новых технических систем – всегда риск, и для сокращения возможных потерь средства на разработку обычно выделяют весьма экономно.

- **Наличие цепочки «узких мест»**

В данном случае под «узкими местами» понимаются особенности системы, независимо снижающие функциональные показатели или повышающие факторы расплаты до неприемлемого для общества уровня. Пока имеется хотя бы одно «узкое место», система видимым образом не развивается, хотя силы и время затрачиваются на устранение остальных «узких мест».

- **Внешние причины**

Техника развивается не сама по себе. Ее разрабатывают конкретные люди, живущие в конкретном обществе. И весь комплекс жизненных обстоятельств так или иначе влияет на сроки и успех разработки.

### ***Признаки 1-го этапа***

- **Главный признак: ТС еще не вышла на рынок или занимает на нем маленькие, строго ограниченные ниши**

Игнорирование этого признака приводит к типовой ошибке, когда ТС, находящуюся на стадии испытаний и не представленную на данном секторе рынка, пытаются отнести ко 2-му или 3-му этапам на том основании, что на данном участке времени система улучшалась значительно быстрее, чем раньше. Действительно, на стадии лабораторных исследований главные показатели системы могут меняться неравномерно, испытывая всплески и периоды застоя.

- **В состав системы входят элементы, разработанные для других систем**

Как уже говорилось, на первом этапе система развивается в условиях дефицита ресурсов. В этой ситуации разработчики обычно концентрируют усилия на ядре системы, а в качестве вспомогательных элементов стремятся использовать уже готовые, разработанные для других систем (с минимально необходимой подгонкой). Заимствование может быть как физическим, так и на уровне конструкции.

- **Система часто объединяется с элементами надсистемы. Причем эти элементы почти не изменяются – изменяется и приспосабливается система.**

В принципе, этот признак идентичен предыдущему, но на другом системном уровне. Т.к. система еще не способна адекватно выполнять все необходимые функции, часть из них разработчики перекладывают на доступные элементы надсистемы.

- **Система стремится объединяться с альтернативными системами, господствующими на рынке.**

Данный признак является важным частным случаем предыдущего. Дело в том, что правильно выполненное объединение альтернативных систем приводит к объединению их достоинств и гашению недостатков. Новая система обычно превосходит имеющиеся по некоторому выделенному набору главных показателей, но проигрывает им по всему комплексу требований. Старые же системы, наоборот, прекрасно вписаны в надсистему, но им уже не хватает сил для выхода на новый уровень главных показателей. Поэтому объединение выгодно обеим сторонам – новая система получает ресурсы для развития, а старая продлевает свое доминирующее положение.

- **Система стремится потреблять ресурсы из надсистемы, специально для нее не предназначенные. Система приспосабливается к потреблению этих ресурсов.**

Действительно, пока система не доказала свою эффективность, никто не будет ее снабжать специально для нее созданными ресурсами. Типовой ход в этом случае – попытаться найти в надсистеме уже готовый доступный ресурс и приспособить систему для его потребления. Правда, ресурс может оказаться не слишком подходящим, но разработку специализированных ресурсов можно отложить до лучших времен. Поскольку сразу трудно определить, какой ресурс следует использовать, бывает необходимо перепробовать несколько разных, порой весьма экзотических.

- **Высокий уровень базовых патентов. Уровень последующих патентов быстро снижается к началу переходного этапа**

Создание новой системы – дело обычно достаточно сложное, в ее основу необходимо закладывать весьма нетривиальные идеи, что закономерно проявляется в относительно высоком уровне базовых патентов. В дальнейшем патентуются разного рода усовершенствования, не столь радикальные, как первоначальная идея, что приводит к снижению уровня патентов (Рис.П.3-9-2).

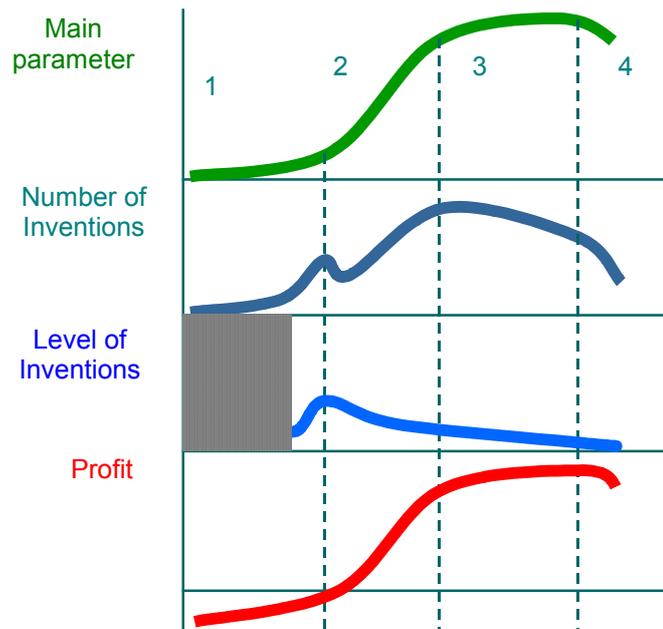


Рис.П.3-9-2

Следует отметить, что уровень патентов – вещь в достаточной мере субъективная, поэтому данный признак является сугубо вспомогательным.

- **Количество патентов остается примерно постоянным**

Это тоже легко объяснимо. Пока ТС находится в разработке, окончательно неизвестно, какие конструктивные особенности останутся в серийном варианте, а какие окажутся нежизнеспособными. Поэтому патентовать их особого смысла не имеет. Данный признак также является сугубо вспомогательным.

- **Затраты превосходят доход**

Причины очевидны. ТС находится в разработке, обладает массой недостатков (пока), и поэтому либо совсем не продается, либо продается в ничтожных количествах как некая экзотика. Соответственно, доходы от продажи обычно не покрывают затрат на разработку и доводку.

- **Число модификаций системы и глубина различий между ними сначала нарастают, а затем падают**

Действительно, система обычно создается в какой-то одной, простейшей модификации. Затем в процессе совершенствования появляются разные варианты. Поскольку заранее неизвестно, какое сочетание признаков окажется наиболее удачным, поначалу варианты множатся и ветвятся. Однако со временем ситуация проясняется, малоэффективные комбинации отмирают, и остается всего несколько фаворитов, между которыми к тому же происходит обмен признаками.

### ***Возможные выводы из того факта, что система находится на первом этапе развития***

- **Требуется значительно повысить отношение «функциональные возможности/затраты».**

Данный вывод совершенно очевиден и в комментариях не нуждается. ТС на первом этапе еще очень сырая, недоработанная – надо улучшать функционирование и снижать факторы расплаты, причем существенно, иначе на рынок не пробиться.

- **Главные усилия должны быть направлены на выявление и устранение «узких мест», препятствующих выходу на рынок.**

Этот вывод следует из одной из причин нахождения ТС на первом этапе – наличия множества «узких мест», каждое из которых независимо снижает эффективность системы ниже минимально допустимого уровня. Пока существует хоть одно из них, система неконкурентоспособна. Значит, их нужно выявить и удалить всех до одного. При этом не нужно тратить силы и время на улучшение одного параметра до максимально возможного уровня, пока другой недопустимо низок. Лучше иметь удовлетворительный уровень всех характеристик, чем отличный для одних и никуда не годный для других.

- **Допустимы глубокие изменения в составе системы и ее элементов вплоть до смены их принципа действия.**

С одной стороны, на первом этапе система еще не накопила «инерции» – нет ни специализированной инфраструктуры, ни традиционных поставщиков, ни массового производства, которые обычно препятствуют сколь-нибудь серьезным изменениям. С другой стороны, совсем не факт, что имеющийся на данный момент состав системы и конструкция ее элементов оптимальны (будь это так, ТС пошла бы на рынок, а не прозябала бы на первом этапе). Следовательно, есть и серьезная причина (масса недостатков и «узких мест»), и возможность (отсутствие «инерции») для коренных изменений в ТС. Можно значительно менять ее состав (смело применяя радикальные варианты свертывания) и конструкцию ее элементов на любую глубину.

- **Имеет смысл развивать систему для использования в одной конкретной области, где соотношение ее достоинств и недостатков наиболее приемлемо.**

Нередко новая ТС обладает широкими возможностями, позволяющими (в перспективе) использовать ее сразу в нескольких областях. Однако попытка развивать ее сразу в нескольких направлениях ошибочна, т.к. приводит к распылению ресурсов и затягиванию первого этапа. Логичнее поступать наоборот – сконцентрировать усилия на продвижении ТС только в одном направлении. А в дальнейшем, выйдя на рынок, система сможет привлечь ресурсы для проникновения и в остальные отрасли.

При этом сектор рынка для первоначального проникновения следует в первую очередь выбирать исходя из соображений простоты внедрения, даже если этот сектор окажется не самым выгодным из возможных. Простота внедрения определяется, в частности, тем, что избранный сектор рынка должен быть особо заинтересован в возможностях, которые ТС

может предоставить к моменту выхода на рынок, и равнодушен к оставшимся на тот момент недостаткам.

- **Следует ориентироваться на существующую инфраструктуру и источники ресурсов.**

Очевидно, что ориентация на специально созданную инфраструктуру и ресурсы может сильно затруднить выход ТС на рынок. Препятствием будет служить проблема «курицы и яйца» - системой не пользуются из-за отсутствия необходимых ей инфраструктуры и ресурсов, а инфраструктуру и источники ресурсов не создают из-за отсутствия спроса на них (систему-то не используют!). Поэтому лучше сначала приспособлять ТС к имеющимся ресурсам, пусть даже и не очень подходящим. Выйдя с их помощью на рынок, ТС разорвет порочный круг, создаст спрос на специализированные ресурсы и в итоге их получит.

- **Имеет смысл объединять ТС с лидирующими на данный момент системами.**

Как уже говорилось, такое объединение позволяет новой ТС быстро выйти на рынок и получить ресурсы для дальнейшего развития. При этом ее недостатки будут скомпенсированы старой системой, а достоинства повысят конкурентоспособность полученного тандема. На этом пути образуются ТС с дефисом в названии: парусно-паровые, колесно-гусеничные, электромеханические и полуавтоматические. При этом надо отдавать себе отчет, что подобные системы бывают относительно короткоживущими – их новая компонента в результате последующего развития отторгает старую и переходит к автономному существованию.

- **Для определения перспективности ТС необходимо наряду с обычным анализом естественных пределов ее развития выполнить прогноз ее надсистемы.**

Нужно учесть, что первый этап развития обычно длится несколько лет. Следовательно, ТС в момент выхода на рынок будет взаимодействовать не с сегодняшней надсистемой, а с той, которая сложится к тому времени. Может измениться многое – доступные ресурсы, законодательство и даже потребности общества.

## **Переходный этап**

### ***Характеристика переходного этапа***

Переходный этап – это часть первого этапа, и характеристика первого в общих чертах справедлива для переходного. Отличия связаны с тем, что ТС практически достигла уровня, достаточного для начала проникновения на рынок, и делает попытки осуществить этот переход. В этот момент система находится как бы в состоянии неустойчивого равновесия, при котором сила, благодаря достоинствам ТС продвигающая ее на рынок, уравновешивается тормозящей силой, связанной с недостатками ТС, противодействием систем предыдущего поколения, инерцией общества и т.п.

На переходном этапе побеждает не самая перспективная ТС, а самая приспособленная к существующей надсистеме (в частности, инфраструктуре и доступным ресурсам).

### ***Причины переходного этапа***

- **Главная причина - неустойчивое равновесие между силами, ускоряющими и тормозящими внедрение.**
- **Нарастает сопротивление со стороны конкурирующих систем, владеющих рынком.**
- **Острая конкуренция со стороны соперничающих модификаций ТС.**

Ресурсы общества распыляются на поддержку нескольких конкурентов, корпоративные пользователи выжидают, «кто победит», а нередкая «война компроматов» подрывает доверие ко всем жаждущим внедрения типам ТС.

### ***Признаки переходного этапа***

- **Быстро нарастают темпы роста главных показателей**

Причина понятна – ТС уже внятно демонстрирует свои достоинства, это снижает риск инвестиций в нее, соответственно, система получает дополнительные ресурсы для развития, что и отражается на быстром росте главных показателей.

- **Система достигла уровня развития, практически удовлетворяющего первоначальным требованиям общества.**

Следует отметить, что иногда выход на переходный этап происходит по независящим от ТС причинам. Например, ситуация в обществе может измениться так, что снизится уровень притязаний к ТС, и она сразу станет востребованной.

- **Делаются попытки внедрения в разных областях, большей частью неудачные или имеющие локальный успех.**
- **Количество патентов в течение переходного этапа сначала повышается, а затем может немного снизиться**

Это объясняется, во-первых, тем, что при переходе к промышленному внедрению возникают новые задачи, решения которых находят отражение в патентах, во-вторых, тем, что окончательно проясняются (и патентуются) все особенности новой ТС, в - третьих, тем, что при переходе к внедрению создают патентный зонтик, а в-четвертых, тем, что в этот момент берут патенты, которые раньше придерживали, чтобы преждевременно не истек срок их действия.

Отметим, что наряду с другими признаками, базирующимися на патентной статистике, данный признак малонадежен и имеет скорее справочно-познавательное значение.

- **Уровень патентов в течение переходного этапа сначала немного повышается, а затем снижается**

Некоторое повышение уровня изобретений, с одной стороны, обеспечивается отложенными патентами, а с другой стороны, достаточной сложностью задач, возникающих при переходе от единичного к серийному производству и требующих решений соответствующего уровня.

Этот признак также малонадежен.

***Возможные выводы из того факта, что система находится на переходном этапе развития.***

- **Главный вывод - необходимо максимально ускорить внедрение. Лучшее - враг хорошего.**
- **Требуется достичь минимально приемлемого значения основных параметров и резкого опережения как минимум по одному из них.**
- **Следует внедрять ТС в одной конкретной области, где соотношение ее достоинств и недостатков наиболее приемлемо, а параметр-«чемпион» имеет особое значение.**
- **Систему нужно приспособить к существующим инфраструктуре и источникам ресурсов.**
- **Допустимы серьезные изменения в составе системы и ее элементов. Принцип действия самой ТС (ее ядро) менять не следует.**

С одной стороны, систему улучшать надо, и возможности для этого есть, поскольку на переходном этапе о крупносерийном производстве речь пока не идет. Следовательно, еще можно довольно основательно менять состав системы и конструкцию ее элементов. С другой стороны, ядро системы доказало свою эффективность (иначе его бы поменяли на первом этапе), да и времени на столь коренную ломку уже не осталось. Следовательно, от основного принципа действия отказываться не следует.

## **Второй этап**

### ***Характеристика второго этапа***

На втором этапе происходит быстрый рост главных показателей системы (Рис.П.3-9-2.) при относительном снижении затрат.

Обычно при этом нарастает и объем выпуска.

### ***Причины второго этапа***

- **Система развилась настолько, что по соотношению F/C удовлетворяет требованиям общества.**

Она начинает приносить прибыль (Рис.П.3-9-2.). Рискованность вложений в развитие ТС значительно снижается. Соответственно, в развитие ТС начинают вкладывать все больше средств, что закономерно приводит к

росту главных показателей. Это справедливо и для бесприбыльных систем (например, военных).

- **Совершенствование ТС осуществляют не только изобретательскими, но и чисто инженерными методами, т.е. путем оптимизации.**

Действительно, на переходном этапе от всех подсистем требовалась хотя бы мало-мальски удовлетворительная работоспособность, на их полировку и доводку не было ни средств, ни времени. На втором этапе эти ресурсы появляются в достаточном количестве и используются для улучшения ТС. Следует отметить, что оптимизация обычно не требует существенных изменений в конструкции ТС и технологии ее изготовления, а эффект от нее получается довольно значительный (особенно в первое время).

- **Довольно часто переход ко второму этапу сопровождается увеличением серийности выпуска. Рост серийности сопровождается снижением затрат на изготовление единицы продукции.**

Снижение затрат в массовом производстве дает разработчикам свободу маневра: можно улучшать ТС экстенсивными методами (используя более дорогостоящие технические решения), сохраняя при этом себестоимость на приемлемом уровне.

Переход к крупносерийному производству имеет еще одно преимущество. Дело в том, что существуют технологии, требующие больших капитальных вложений на старте, но обладающие большими возможностями и не требующие чрезмерных оперативных затрат. Их применение оправданно только в крупносерийном производстве, характерном для второго этапа. Высокая эффективность таких технологий позволяет значительно улучшить характеристики ТС.

- **Становится рентабельным производство высокоэффективных специализированных комплектующих и расходных материалов.**

Разумеется, использование комплектующих и расходных материалов, специально оптимизированных для данной ТС, повышает ее главные показатели.

### *Признаки второго этапа*

- **Если рост главных показателей сопровождается ростом факторов расплаты, то относительно равномерным.**
- **Нарастают количество разновидностей системы и областей ее применения.**

Система на втором этапе обладает неисчерпанными еще ресурсами. Поэтому она обычно стремится занять все новые ниши на рынке. В свою очередь, новые сферы применения обычно требуют специализации, что приводит к появлению множества разновидностей ТС.

- **Нарастает глубина различий между разновидностями ТС.**

Чем более далекие области применения занимает система и чем дальше заходит ее приспособление к ним, тем глубже различия между разновидностями ТС.

- **Относительная глубина различий между поколениями системы существенно уменьшается к концу этапа.**

Причина очевидна – по мере исчерпания ресурсов развития каждый следующий шаг дается все с большим трудом.

- **Система приобретает дополнительные функции, относительно тесно связанные с выполнением главной.**

Вообще, наделение системы дополнительными функциями – один из типовых способов ее совершенствования. На втором этапе это делается в основном для захвата новых областей применения. Поскольку ресурсы развития ядра системы, ответственного за выполнение главной функции, еще не исчерпаны, на этом этапе дополнительные функции обычно навешиваются на это ядро, и поэтому они относительно близки к главной функции.

- **Система начинает потреблять ресурсы, предназначенные специально для нее.**

Как уже говорилось, широкое распространение системы стимулирует появление обслуживающих ее систем. Становится выгодным производство специализированных ресурсов (на них обеспечен спрос).

- **При объединении системы с элементами надсистемы они начинают приспосабливаться к ней.**

***Возможные выводы из того факта, что система находится на втором этапе развития.***

- **В конструкцию системы и ее элементов при их совершенствовании следует вносить изменения средней глубины (без изменения принципа их действия).**

Заложенные в систему принципы еще не исчерпали возможностей своего развития, поэтому отказ от них на втором этапе обычно нецелесообразен.

- **Свертывание и развертывание примерно равноправны.**

С одной стороны, на втором этапе система обычно склонна принимать на себя новые функции, что, как правило, сопровождается развертыванием, т.е. появлением новых узлов и деталей.

- **Имеет смысл решать задачи по адаптации системы к новым областям применения.**

Как уже говорилось, на втором этапе системы склонны проникать в новые сектора рынка. Этой закономерностью можно воспользоваться, прогнозируя развитие ТС или просто занимаясь ее совершенствованием. Методическим обеспечением такого подхода может являться инверсный анализ, базирующийся на функционально-ориентированном информационном поиске с использованием обобщенных функций.

- **Допустима ориентация на использование специально адаптированных ресурсов надсистемы.**

Использование специализированных ресурсов характерно для второго этапа, поэтому обычно на них можно рассчитывать при прогнозировании или обычном совершенствовании системы. Тем не менее окончательное решение следует принимать с учетом конкретной ситуации, типа проекта, его целей и ограничений.

- **Допустимы компромиссы и решения, направленные на борьбу с нежелательными эффектами без устранения их причин.**

Обычно на втором этапе противоречия, связанные с НЭ, еще не обострены, что позволяет обходиться компромиссами и паллиативными решениями.

## Третий этап

### *Характеристика третьего этапа*

На третьем этапе развитие системы резко замедляется несмотря на нарастающие усилия по ее совершенствованию (Рис.П.3-9-2). Стабилизируется также и объем выпуска. Это связано с тем, что, полностью использовав резервы своего развития, система уже заполнила все доступные ей ниши и исчерпала спрос.

### *Причины третьего этапа*

- **Внутрисистемные причины**
  - ***Достижение естественнонаучных пределов развития.***

Естественнонаучные пределы развития – это пределы, связанные с физическими, химическими и прочими подобными процессами, на которые опирается функционирование системы.

- ***Достижение коммерческих пределов развития.***

Коммерческие пределы развития – это по смыслу те же естественнонаучные пределы, но сниженные за счет всякого рода дополнительных ограничений, введенных из коммерческих соображений. Их общая формула звучит примерно так: «можно сделать и лучше, но получится слишком дорого».

- ***Достижение потребительских пределов развития.***

Потребительские пределы развития – это пределы, связанные с ограниченностью потребностей общества.

- ***Достижение технических пределов развития.***

Технические пределы развития – пределы, связанные с временно нерешенными проблемами технической системы.

- **Надсистемные причины.**
  - ***Ограничения, связанные с объектом главной функции.***

Иногда рост параметров технической системы тормозится из-за того, что объект ее главной функции не выдерживает слишком интенсивной обработки.

- ***Ресурсные ограничения.***

Иногда развитие ТС угнетается из-за недоступности определенных ресурсов.

- ***Технологические ограничения.***

Бывает, что развитие ТС тормозится из-за технологических проблем. Допустим, невозможно добиться требуемых точности, стабильности и прочих параметров, необходимых для дальнейшего совершенствования системы, хотя сам по себе принцип ее работы своих возможностей не исчерпал.

- ***Инфраструктурные ограничения.***

Бывает, что развитие ТС ограничивается возможностями инфраструктуры.

- **Внешне системные причины.**

- ***Юридические ограничения.***

Юридические ограничения на развитие тех или иных систем могут иметь самые разные источники. К ним относятся:

- международные договоры
- патентное право
- экологические соображения
- прочие трудно классифицируемые причины

- ***Психологические ограничения.***

Этот тип ограничений связан с тем, что пользователям хочется и нравится пользоваться различными товарами определенным образом, что накладывает отпечаток на развитие этих товаров.

- ***Моральные ограничения.***

Эти ограничения связаны с нашими представлениями о том, что и как делать допустимо, а что и как нет. Подобные ограничения весьма редки (обычно техника не подпадает под моральные запреты), но встречаются. Например, из-за них тормозится развитие мышеловок (т.к. некоторые особо эффективные конструкции отвергаются как «варварские»), некоторых экспериментальных техник, включающих жестокое обращение с животными, и т.п.

### ***Признаки третьего этапа***

- **Количество патентов равномерно держится на высоком уровне (Рис.П.3-9-2).**

Обычно на данном этапе система приносит значительную прибыль, что вызывает обострение конкурентной борьбы, сопровождающейся постоянными попытками улучшить систему и одновременно оградить ее от

конкурентов, что, в свою очередь, отражается на патентной активности. Кстати, и средств на патентование хватает.

Следует отметить, что данный признак обычно малонадежен в силу недостаточной статистики. Его следует использовать в последнюю очередь и как сугубо вспомогательный.

- **Уровень патентов очень низок** (Рис.П.3-9-2).

Как уже говорилось, на третьем этапе развитие системы наталкивается на разнообразные ограничения. Обычно для их преодоления необходимы изобретения достаточно высокого уровня. Но такие изобретения либо уводят ТС на другую S-curve, либо переводят ее снова на второй этап.

Остальные изобретения направлены на улучшение ТС в рамках ограничений. Поскольку ресурсы для таких улучшений невелики, то и улучшения получаются мелкими, что закономерно сказывается на уровне патентов. К тому же крупные изменения и не очень приветствуются, т.к. требуют повышенных затрат, а хорошую прибыль на этом этапе может принести и мелкое улучшение.

Следует отметить, что данный признак обычно малонадежен в силу недостаточной статистики и субъективности оценки уровня изобретений. Его следует использовать в последнюю очередь и как сугубо вспомогательный.

- **Рентабельность системы очень высока и относительно стабильна** (Рис.П.3-9-2).

На третьем этапе система достигла своего расцвета – технология вылизана, сбытовые цепочки отлажены, потребители накрепко повязаны системой долгосрочных договоров на поставку запчастей, все прошлые вложения в маркетинг и рекламу дают, наконец, результат – соответственно, и прибыль высока. Ее стабильность определяется достигнутой стабильностью рынка и нежеланием/невозможностью сильно менять ТС.

- **Система потребляет высокоспециализированные ресурсы.**

Поскольку система, достигшая 3-го этапа, прочно обосновалась на рынке и приносит стабильно-высокую прибыль, вокруг нее складывается целая сеть поставщиков, снабжающая ее узкоспециализированными ресурсами.

- **Элементы надсистемы интенсивно приспосабливаются к взаимодействию с системой.**

Поскольку третья этапная система обычно широко распространена, а ее основные характеристики более-менее стабилизировались, надсистема вынуждена (и имеет возможность) приспосабливаться к ее существованию и потребностям.

- **Попытка улучшить функциональные показатели приводит к непропорционально резкому росту факторов расплаты.**

Как уже говорилось, торможение развития системы на третьем этапе связано с тем, что она достигла пределов своего развития. А в районе этих пределов зависимость между функциональными показателями и факторами расплаты обычно имеет экспоненциальный характер – собственно, такие

участки кривой фактически и являются пределами. Поэтому каждый следующий шаг в сторону улучшения дается значительно труднее предыдущего.

- **Система приобретает дополнительные функции, мало связанные с выполнением главной.**

Действительно, как уже говорилось, из-за близости пределов развития главные функциональные показатели улучшить сложно, а систему как-то совершенствовать нужно – конкуренты-то не дремлют. Один из возможных путей – воспользовавшись имеющимися в системе ресурсами, навесить ей какую-нибудь дополнительную функцию. Таким способом можно, не меняя главные показатели, вывести систему вперед, что называется, «по сумме баллов».

- **Быстро растет наукоемкость совершенствования системы.**

Как уже не раз говорилось, вблизи пределов развития попытки улучшить систему наталкиваются на острые противоречия. Наиболее распространенный способ обращения с задачами, содержащими противоречие, - использование компромиссных решений. Пока система движется от второго этапа к третьему, ее параметры постепенно оптимизируются, но самой точки оптимума обычно не достигают – нет особой необходимости. А вот на третьем этапе, столкнувшись с обострившимся противоречием, систему пытаются улучшить, дотянув до точки оптимума (метод «вылизывания»). Поиск этой точки часто требует большого объема исследований, что и проявляется в росте наукоемкости.

- **Развитие системы идет за счет новых материалов и технологий.**

Вышедшая на третий этап система, даже практически достигшая потолка своих возможностей по большинству направлений, все же имеет некоторый ресурс для улучшения, а именно – использование новых материалов и технологий.

- **Поколения в основном отличаются дизайном и сервисными функциями.**

Еще одним способом разрешения противоречия вида «надо улучшить систему, чтобы не отстать от конкурентов, и невозможно улучшить систему, поскольку исчерпаны ресурсы совершенствования по главной функции» является добавление сервисных функций. Действительно, если нельзя сделать систему лучше, пусть она станет хотя бы удобней. Если добавить еще и необычный дизайн (а эта возможность открыта почти всегда – форму и цвет обычно можно менять сколько угодно, не затрагивая существенно конструкцию), то вполне можно убедить пользователя, что перед ним система нового поколения, существенно обогнавшая предыдущую.

- **На рынке имеется множество систем, специально ориентированных на взаимодействие с данной.**

Широкое распространение третьей этапной системы вызывает к жизни также своеобразную мини-индустрию поддержки и обслуживания.

- **Система объединяется с более молодыми системами.**

Несмотря на то, что резервы совершенствования третьей этапной системы практически исчерпаны, улучшать ее все-таки приходится. Известно, что в подобных случаях одним из типовых ходов является объединение с другой системой, позволяющее за счет ее ресурсов улучшить «выдохшуюся». Наиболее перспективны в этом смысле молодые системы, поскольку обычно они, во-первых, имеют избыток ресурсов, а во-вторых, сами нуждаются в объединении, т.к. из-за присущих молодым системам недостатков не могут пока в полную силу конкурировать с признанными фаворитами рынка.

- **Система испытывает тенденцию к гигантизму.**

Еще одним типовым способом совершенствования систем является простое увеличение их размеров, поскольку при этом обычно улучшаются удельные характеристики. На третьем этапе этот подход иногда доводит систему до гигантских размеров, когда начинают играть большую роль негативные масштабные факторы.

***Возможные выводы из того факта, что система находится на третьем этапе развития.***

- **На ближнюю и среднюю перспективы следует решать задачи по снижению затрат и развитию сервисных функций.**

Раз уж резервы совершенствования по главной функции практически исчерпаны, лучше в этом направлении не ходить, а попробовать снизить затраты, опираясь на новейшие материалы и технологии, а также поискать возможность добавить системе парочку сервисных функций. В крайнем случае можно попытаться навесить какую-нибудь постороннюю функцию, и как последнее средство – поиграть дизайном.

- **На дальнюю перспективу следует предусмотреть смену принципа действия ТС или ее компонентов, разрешающую тормозящие развитие противоречия.**

Наиболее радикальный способ совершенствования системы, исчерпавшей ресурсы своего развития, - переход на новый принцип действия, свободный от прежних ограничений. Обычно такой переход требует значительных усилий и затрат времени на неизбежный первый этап новой S-кривой, поэтому может быть рекомендован только на дальнюю перспективу. Следует также выяснить, какие именно пределы достигнуты, и если они окажутся преодолимыми, попытаться разрешить лежащие в их основе противоречия. Иногда это удается сделать в рамках системного принципа действия, но обычно путем радикального изменения подсистем.

- **Очень эффективны глубокое свертывание, объединение альтернативных систем и другие способы перехода в надсистему.**

Глубокое свертывание, затрагивающее ядро системы, является хорошим способом сменить ее принцип действия, или, в крайнем случае, существенно снизить затраты. Объединение с другими системами – канонический ход в условиях исчерпания ресурсов развития, и поэтому обязательно должен быть испробован.

## Четвертый этап

### **Характеристика четвертого этапа**

Данный этап обычно характеризуется определенной деградацией - уменьшением функциональных показателей системы и факторов расплаты. Объем выпуска (абсолютный или относительный) значительно снижается; соответственно уменьшается доходность. Система вытесняется из некогда занятых ею рыночных ниш. Некоторые системы в конце 4-го этапа погибают, полностью выходя из употребления. Но большинство систем так или иначе выживает. Обычно они сохраняются в специфических нишах, где их достоинства перевешивают недостатки.

Существует некоторое количество типовых ниш – антиквариат, декоративные изделия, сувениры, игрушки, спортивные снаряды и т.п.

Самый распространенный вариант, спасающий системы от гибели, - переход в надсистему, т.е. объединение с другими системами.

### **Причины четвертого этапа**

- **Более эффективные системы (конкурирующие или инверсные) вышли на второй этап развития и вытесняют данную.**
- **Изменения в надсистеме снижают потребность в данной системе – например, вытесняется с рынка объект ее главной функции.**

Вот, например, из-за конкуренции со стороны шариковых ручек значительно сократилось производство перьевых – в соответствии с правилами 4-го этапа, перьевые ручки отступили в нишу особо дорогих престижных товаров преимущественно сувенирно-подарочного и парадного назначения (типа подписания важных документов). При этом значительно сократилось производство предназначенных для перьевых ручек чернил, и, соответственно, промокашек, объектом ГФ которых эти чернила являлись.

- **Изменения в надсистеме затрудняют существование системы – например, вытесняется с рынка источник необходимых ей ресурсов.**

Вот, например, запретили охоту на китов. Наряду с легко заменимыми ворвань и китовым усом, раньше из них получали такие уникальные продукты, как амбра и спермацет. Они использовались в самых дорогих сортах косметики, а из спермацета к тому же делали лучшие из когда-либо существовавших свечей. В итоге косметика, хоть и пострадав, перешла на другие виды ресурсов, а такая техническая система, как спермацетовые свечи, просто перестала существовать.

### **Признаки четвертого этапа**

- **Функциональные параметры уменьшаются**

Как уже говорилось, обычно система попадает на 4-й этап, проиграв в конкурентной борьбе более эффективной системе. Поэтому она обычно отступает в ниши, в которых может успешно функционировать не на

пределе своих возможностей (т.к. то, что для нее почти предел, для системы-победительницы – легко достижимый результат). Внешне эта закономерность и проявляется как снижение функциональных показателей – в выбранных нишах больше и не нужно.

- **Количество патентов уменьшается.**

А что, спрашивается, патентовать, если система стала никому не нужна и уходит с рынка? Поэтому изобретательская активность в данном секторе закономерно затухает. Следует отметить, что данный признак малонадежен ввиду недостаточной статистики.

- **Рентабельность падает.**

- **Система продолжает функционировать только в узкоспециальных областях.**

Как уже говорилось, система на 4-м этапе получает шанс выжить, отступив в такой сектор рынка, в котором преимущества системы-победительницы не играют особой роли, а недостатки важны, и наоборот, ее собственное сочетание достоинств и недостатков вполне устраивает потребителя.

- **Система переходит в разряд сувениров, декоративных изделий, антиквариата и т.п.**

Сувениры, изделия коллекционного, декоративного и даже рекламно-рекордного назначения, антиквариат – это все типовые ниши, в которых может укрыться вытесненная на 4-й этап система.

- **Система начинает использоваться для развлечений.**

Действительно, наблюдается вполне устойчивая тенденция – как только система перестает приносить реальную пользу, ее начинают применять просто так, для удовольствия.

- **Система переходит в разряд игрушек.**

Это еще одна типовая ниша, где выбывшая из соревнования система может спокойно существовать. А что, показатели по исходной главной функции здесь можно снижать практически до нуля, требования к точности изготовления, долговечности и т.п. просто смехотворные – лишь бы было безопасно и нравилось детям.

- **Система переходит в разряд спортивных снарядов.**

В основном это относится к древнему и старому оружию: лук, копье, метательный диск, ядро, метательный молот, сабля и рапира – весь этот смертоубийственный в прошлом арсенал перешел на спортивные арены, где и собирается просуществовать еще очень долго. То же самое можно сказать о гребных и парусных судах – вместо сражений и перевозки грузов они теперь участвуют в гонках.

***Возможные выводы из того факта, что система находится на четвертом этапе развития.***

- **На ближнюю перспективу следует решать задачи по снижению затрат и развитию сервисных функций.**

Если 4-й этап начался не слишком давно или протекает достаточно мягко, можно некоторое время продержаться, улучшая сервис и снижая затраты, пользуясь тем, что у молодой системы-победительницы бывают с этим проблемы.

- **На среднюю и дальнюю перспективы следует предусмотреть смену принципа действия ТС, разрешающую тормозящие развитие противоречия.**

Например, в какой-то момент сильно пострадали пассажирские поезда – из дальних перевозок их потеснили самолеты, а из ближних – опирающиеся на прекрасную дорожную сеть комфортабельные и недорогие автобусы.

Затраты (и, соответственно, стоимость билетов) особо снизить не удастся, сервис и так дожат до предела – остается одно - менять принцип действия.

- **Следует искать локальные области, в которых система все еще будет конкурентоспособной.**

Таблица П.3-9-1. Сводная таблица по S-Curve Analysis

Этап развития	Типовые причины	Типовые признаки	Типовые выводы
<p><b>Первый этап</b></p>	<p>Нехватка ресурсов Наличие цепочки «узких мест» Внешние причины</p>	<p>Главный признак: ТС еще не вышла на рынок или занимает на нем маленькие, строго ограниченные ниши</p> <p>В состав системы входят элементы, разработанные для других систем</p> <p>Система часто объединяется с элементами надсистемы, причем эти элементы почти не изменяются – изменяется и приспосабливается система</p> <p>Система стремится объединяться с альтернативными системами, господствующими на рынке</p> <p>Система стремится потреблять ресурсы из надсистемы, специально для нее не предназначенные, - она сама приспосабливается к потреблению этих ресурсов</p> <p>Число модификаций системы и глубина различий между ними сначала нарастают, а затем падают</p> <p>Высокий уровень базовых патентов. Уровень последующих патентов</p>	<p>Требуется значительно повысить отношение «функциональные возможности/затраты»</p> <p>Главные усилия должны быть направлены на выявление и устранение «узких мест», препятствующих выходу на рынок</p> <p>Допустимы глубокие изменения в составе системы и ее элементов вплоть до смены их принципа действия</p> <p>Имеет смысл развивать систему для использования в одной конкретной области, где соотношение ее достоинств и недостатков наиболее приемлемо</p> <p>Следует ориентироваться на существующую инфраструктуру и источники ресурсов</p> <p>Имеет смысл объединять ТС с лидирующими на данный момент системами</p> <p>Для определения перспективности ТС необходимо наряду с обычным анализом естественных пределов ее развития выполнить прогноз ее</p>

Этап развития	Типовые причины	Типовые признаки	Типовые выводы
		<p>быстро снижается к началу переходного этапа</p> <p>Количество патентов остается примерно постоянным</p> <p>Затраты превосходят доход</p>	надсистемы
<b>Переходный этап</b>	<p>Главная причина - неустойчивое равновесие между силами, ускоряющими и тормозящими внедрение</p> <p>Нарастает сопротивление со стороны конкурирующих систем, владеющих рынком</p> <p>Острая конкуренция со стороны соперничающих модификаций ТС</p>	<p>Быстро нарастают темпы роста главных показателей</p> <p>Система достигла уровня развития, практически удовлетворяющего первоначальным требованиям общества</p> <p>Делаются попытки внедрения в разных областях, большей частью неудачные или имеющие локальный успех.</p> <p>Количество патентов в течение переходного этапа сначала повышается, а затем может немного снизиться</p> <p>Уровень патентов в течение переходного этапа сначала немного повышается, а затем снижается</p>	<p>Главный вывод - необходимо максимально ускорить внедрение. Лучшее - враг хорошего.</p> <p>Требуется достичь минимально приемлемого значения основных параметров и резкого опережения как минимум по одному из них.</p> <p>Следует внедрять ТС в одной конкретной области, где соотношение ее достоинств и недостатков наиболее приемлемо, а параметр-«чемпион» имеет особое значение.</p> <p>Систему нужно приспособить к существующим инфраструктуре и источникам ресурсов.</p> <p>Допустимы серьезные изменения в составе системы и ее элементов. Принцип действия самой ТС (ее ядро) менять не следует.</p>

Этап развития	Типовые причины	Типовые признаки	Типовые выводы
<p><b>Второй этап</b></p>	<p>Система развилась настолько, что по соотношению F/C удовлетворяет требованиям общества.</p> <p>Система начинает приносить прибыль.</p> <p>Рискованность вложений в развитие ТС значительно снижается.</p> <p>Совершенствование ТС осуществляют не только изобретательскими, но и чисто инженерными методами, т.е. путем оптимизации</p> <p>Часто переход ко 2-му этапу сопровождается увеличением серийности, что ведет к снижению затрат на единицу продукции.</p> <p>Становится рентабельным производство высокоэффективных</p>	<p>Если рост главных показателей сопровождается ростом факторов расплаты, то относительно равномерным.</p> <p>Нарастают количество разновидностей системы и областей ее применения.</p> <p>Нарастает глубина различий между разновидностями ТС.</p> <p>Относительная глубина различий между поколениями системы существенно уменьшается к концу этапа.</p> <p>Система приобретает дополнительные функции, относительно тесно связанные с выполнением главной.</p> <p>Система начинает потреблять ресурсы, предназначенные специально для нее.</p> <p>При объединении системы с элементами надсистемы они начинают приспосабливаться к ней.</p>	<p>В конструкцию системы и ее элементов при их совершенствовании следует вносить изменения средней глубины (без изменения принципа их действия).</p> <p>Свертывание и развертывание примерно равноправны.</p> <p>Имеет смысл решать задачи по адаптации системы к новым областям применения.</p> <p>Допустима ориентация на использование специально адаптированных ресурсов надсистемы.</p> <p>Допустимы компромиссы и решения, направленные на борьбу с нежелательными эффектами без устранения их причин.</p>

Этап развития	Типовые причины	Типовые признаки	Типовые выводы
	специализированных комплектующих и расходных материалов.		
<b>Третий этап</b>	<p><i>Внутрисистемные причины:</i></p> <p>Достижение естественнонаучных пределов развития.</p> <p>Достижение коммерческих пределов развития.</p> <p>Достижение потребительских пределов развития.</p> <p>Достижение технических пределов развития.</p> <p><i>Надсистемные причины:</i></p> <p>Ограничения, связанные с объектом главной функции.</p> <p>Ресурсные ограничения.</p> <p>Технологические</p>	<p>Система потребляет высокоспециализированные ресурсы.</p> <p>Элементы надсистемы интенсивно приспосабливаются к взаимодействию с системой.</p> <p>Попытка улучшить функциональные показатели приводит к непропорционально резкому росту факторов расплаты.</p> <p>Система приобретает дополнительные функции, мало связанные с выполнением главной.</p> <p>Быстро растет наукоемкость совершенствования системы.</p> <p>Развитие системы идет за счет новых материалов и технологий.</p> <p>Поколения в основном отличаются дизайном и сервисными функциями.</p> <p>На рынке имеется множество систем, специально ориентированных на взаимодействие с данной.</p>	<p>На ближнюю и среднюю перспективы следует решать задачи по снижению затрат и развитию сервисных функций.</p> <p>На дальнюю перспективу следует предусмотреть смену принципа действия ТС или ее компонентов, разрешающую тормозящие развитие противоречия.</p> <p>Очень эффективны глубокое свертывание, объединение альтернативных систем и другие способы перехода в надсистему.</p>

Этап развития	Типовые причины	Типовые признаки	Типовые выводы
	<p>ограничения.</p> <p>Инфраструктурные ограничения.</p> <p><i>Внешне системные причины:</i></p> <p>Юридические ограничения.</p> <p>Психологические ограничения.</p> <p>Моральные ограничения.</p> <p>Прочие ограничения.</p>	<p>Система объединяется с более молодыми системами.</p> <p>Система испытывает тенденцию к гигантизму.</p> <p>Количество патентов равномерно держится на высоком уровне.</p> <p>Уровень патентов очень низок.</p> <p>Рентабельность системы очень высока и относительно стабильна.</p>	
<b>Четвертый этап</b>	<p>Более эффективные системы (конкурирующие или инверсные) вышли на второй этап развития и вытесняют данную.</p> <p>Изменения в надсистеме снижают потребность в данной системе – например, вытесняется с рынка объект ее главной функции.</p>	<p>Функциональные параметры уменьшаются.</p> <p>Количество патентов уменьшается.</p> <p>Рентабельность падает.</p> <p>Система продолжает функционировать только в узкоспециальных областях.</p> <p>Система переходит в разряд сувениров, декоративных изделий, антиквариата и т.п.</p> <p>Система начинает использоваться</p>	<p>На ближнюю перспективу следует решать задачи по снижению затрат и развитию сервисных функций.</p> <p>На среднюю и дальнюю перспективы следует предусмотреть смену принципа действия ТС, разрешающую тормозящие развитие противоречия.</p> <p>Следует искать локальные области, в которых система все еще будет конкурентоспособной.</p>

<b>Этап развития</b>	<b>Типовые причины</b>	<b>Типовые признаки</b>	<b>Типовые выводы</b>
	Изменения в надсистеме затрудняют существование системы – например, вытесняется с рынка источник необходимых ей ресурсов.	для развлечений. Система переходит в разряд игрушек. Система переходит в разряд спортивных снарядов.	

## • Закон повышения идеальности

### Формулировка закона

Закономерность развития технических систем, заключающаяся в том, что в процессе развития ТС повышается ее идеальность за счет роста отношения функциональных возможностей системы к совокупности затрат на ее создание и эксплуатацию:  $V = \Sigma F / \Sigma C$ .

### Характеристика закона

Внешняя, видимая сторона эволюции ТС описывается Законом развития по S-кривой, а Закон повышения идеальности является основной движущей силой эволюции ТС, «продвигающей» системы вверх по S-кривой и с одной кривой на другую. Поэтому Закон повышения идеальности является механизмом Закона развития по S-кривой. При этом все остальные законы являются механизмами Закона повышения идеальности.

### Особенности закона

Главная особенность состоит в том, что при совершенствовании системы обычно идеальность повышается в оперативной зоне; при этом за пределами ОЗ идеальность может даже уменьшиться. Но, поскольку эффективность ТС в основном зависит от процессов, протекающих в ОЗ, суммарная идеальность также увеличивается. Иногда, увеличивая идеальность в ОЗ, забывают о снижении идеальности за ее пределами. При неверном балансе суммарная идеальность может снизиться настолько, что напрочь обесценит идею.

### Механизмы закона

**Закономерность развития технических систем, заключающаяся в том, что:**

- **В процессе развития ТС повышается ее идеальность за счет повышения функциональных возможностей без изменения (или при относительно небольшом увеличении) затрат:**

$$\Sigma F \uparrow; \Sigma C \approx \text{const} \Rightarrow V \uparrow \text{ или } \Sigma F \uparrow \uparrow; \Sigma C \uparrow \Rightarrow V \uparrow$$

Этот путь совершенствования обычно характерен для систем, находящихся на 1-м и 2-м этапах S-образной кривой развития. Действительно, ресурсов развития по главной функции на этих этапах еще много, поэтому есть возможность увеличивать функциональные показатели. К тому же пределы развития еще далеки, поэтому рост этих показателей обычно не связан с резким ростом факторов расплаты. Ну, вырастут немного затраты, все равно найдется сектор рынка для новой системы – пусть более дорогой, но зато значительно более эффективной.

- в процессе развития ТС повышается ее идеальность за счет повышения функциональных возможностей при снижении затрат:  $\Sigma F \uparrow$ ;  $\Sigma C \downarrow \Rightarrow V \uparrow$

Это самый эффективный путь совершенствования системы. Он обычно характерен для перехода системы на новую S-образную кривую развития.

- в процессе развития ТС повышается ее идеальность за счет снижения затрат без изменения (или при относительно небольшом снижении) функциональных возможностей:  
 $\Sigma F \approx \text{const}; \Sigma C \downarrow \Rightarrow V \uparrow$  или  $\Sigma F \downarrow; \Sigma C \downarrow \downarrow \Rightarrow V \uparrow$

Этот путь обычно характерен для систем, находящихся на 3-м этапе S-образной кривой развития. Это вполне логично - на 3-м этапе резервы улучшения по главной функции, как правило, близки к истощению, а совершенствовать систему все равно надо. Соответственно, один из стандартных путей – снижать затраты, пусть даже ценой некоторого снижения функциональности.

## • Закон повышения полноты ТС

### Формулировка закона

Закономерность развития технических систем, заключающаяся в том, что системы, которые могут быть разбиты на 4 типовых функциональных блока: источник энергии, преобразователь энергии (трансмиссия), рабочий орган и систему управления (причем некоторые из этих блоков могут отсутствовать, а их функции выполняют элементы надсистемы), в процессе развития последовательно переходят к самостоятельному выполнению функций этих блоков. **Полная техническая система**, это такая система, у которой все функции от принятия решения до воздействия на обрабатываемое изделие выполняется без участия человека.

### Следствие из закона

Чтобы ТС была управляемой, необходимо, чтобы хотя бы одна ее часть была управляемой.

### Характеристика состава и структуры элементов ТС

- Рабочий орган (РО) - элемент ТС с функцией “изменять параметры изделия”.
- Трансмиссия (Т) - элемент ТС с функцией “передавать энергию от Дв к РО”.
- Двигатель (Дв) - элемент ТС с функцией “преобразовывать энергию в необходимую форму для функционирования РО”.
- Источник энергии (ИЭ) - элемент ТС с функцией “запасать в какой-либо форме энергию”.
- Система управления (СУ) - элемент ТС с функцией “целенаправленно изменять функционирование элементов ТС”.

### Характеристика закона

Обычно повышение полноты системы происходит по схеме:  
рабочий орган → рабочий орган + трансмиссия → рабочий орган + трансмиссия + источник энергии → рабочий орган + трансмиссия + источник энергии + система управления.

### Механизмы закона

**Закономерность развития технических систем, заключающаяся в том, что:**

- Создание новой системы обычно начинается с рабочего органа

- В процессе развития система берет на себя выполнение функций преобразователя энергии (трансмиссии)
- В процессе развития система берет на себя выполнение функций источника энергии
- В процессе развития система берет на себя выполнение функций системы управления

### **Порядок определения частей ТС**

Для определения частей ТС целесообразно использовать следующие вопросы:

- Определить, что обрабатывается? - Это будет И - изделие
- Определить, куда подводится энергия? - Это будет РО - рабочий орган
- Определить, через что подводится энергия? - Это будет Тр. - трансмиссия
- Определить, от чего подводится энергия? - Это будет Дв. - двигатель
- Определить, источник энергии для двигателя? - Это будет ИЭ - источник энергии

- **Закон вытеснения человека из ТС**

### **Формулировка закона**

Закономерность развития технических систем, заключающаяся в том, что в процессе развития сокращается количество функций, выполняемых в системе человеком.

### **Характеристика закона**

Этот закон имеет в основном отношение к системам, в которых можно в явном виде выделить такие типовые подсистемы, как рабочий орган, трансмиссия, источник энергии и система управления. Он является частным случаем (механизмом) Закона повышения полноты ТС, поскольку человек – это очень распространенный элемент надсистемы, на который обычно легче всего переложить функции, пока недоступные системе.

### **Механизмы закона**

#### ***Закономерность развития технических систем, заключающаяся в том, что:***

- До возникновения системы для удовлетворения определенной потребности человек выполняет функции на всех уровнях

Это нулевой этап – система отсутствует, человек выполняет все функции сам.

- Создание новой системы приводит к вытеснению человека с исполнительного уровня

Система часто появляется как простое орудие – рабочий орган. Она берет на себя исполнительные функции. Человек служит для такой системы источником энергии, трансмиссией и системой управления.

- В процессе развития происходит вытеснение человека с уровня трансмиссии

Система берет на себя функции трансмиссии. Человек служит для нее источником энергии и системой управления.

- В процессе развития происходит вытеснение человека с уровня источника энергии

Система обзаводится собственным источником энергии или получает энергию из надсистемы. Человек только управляет ею.

- в процессе развития происходит вытеснение человека из системы управления

Система переходит к самоуправлению или ею начинает управлять надсистема. Человек при этом отстраняется от оперативного управления и оставляет за собой только принятие решений.

- в процессе развития происходит вытеснение человека с уровня принятия решений

Система или ее надсистема начинают принимать решения самостоятельно. Человек вытесняется из системы и переходит к управлению надсистемой.

### Этапы вытеснения человека из ТС

Таблица П.3-9-2. Этапы вытеснения человека из ТС

Элемент Уровень	Инструмент	Преобразователь	Источник
Уровень принятия решений	Инструменты информационные (датчики)	Преобразователи информации	Источники решений
Уровень управления	Инструменты управления	Преобразователи команд	Источники команд
Исполнительный уровень	Инструменты рабочие (РО)	Преобразователи энергии	Источники энергии

??????? ???

В полной ТС всегда есть 3 уровня:

- исполнительный, на котором выполняются внешние функции, т.е. те, для выполнения которых ТС и создана;
- управления, на котором происходит управление выполнением внешних функций;
- принятия решений, на котором происходит обработка информации и принятие решений.

На каждом уровне всегда присутствуют элементы:

- инструмент (рабочие, управления, информационные);
- преобразователь (трансмиссия);
- источник (энергии, команд, решений).

Большинство ТС неполны, поэтому функции недостающих элементов выполняет человек. По мере развития ТС человек из нее вытесняется. В клетках таблицы это показано стрелками: слева направо и снизу вверх.

Сначала человек вытесняется из “инструмента”, сохраняя за собой выполнение функций передатчика энергии и источника энергии. Затем появляются “бесчеловечные” системы передачи и выработки энергии, а человек переходит на уровень управления.

- **Закон неравномерности развития**

**Формулировка закона**

Закономерность развития технических систем заключается в том, что Совершенствования элементов ТС происходит неравномерно.

**Характеристика закона**

- ***Нехватка сил и средств разработчиков на первом этапе развития системы***

Поскольку эффективность системы в основном зависит от ее рабочего органа, разработчики в первую очередь занимаются им. Различным вспомогательным системам уделяется меньше внимания. Нередко их разработкой вообще не занимаются, а заимствуют готовые из других систем.

- ***Исчерпание ресурсов совершенствования на третьем этапе развития системы***

К концу второго этапа ресурсы совершенствования рабочего органа исчерпываются. Поэтому дальнейшее развитие системы некоторое время идет за счет интенсивного улучшения вспомогательных элементов, особенно системы управления.

В идеале все компоненты системы должны быть развиты одинаково. Неравномерность развития компонентов приводит к возникновению противоречий между ними. Которые снижают эффективность системы.

**Возможные выводы из того факта, что система развивается неравномерно.**

- На первом этапе развития и в начале второго этапа рабочий орган обычно обгоняет остальные элементы системы
- На третьем этапе развития системы рабочий орган обычно отстает от остальных элементов, особенно от системы управления

**Возможные направления совершенствования системы**

- ***Конец первого – начало второго этапа***

Следует усиленно развивать вспомогательные элементы. Это позволит сбалансировать их с рабочим органом по уровню развития и значительно повысить эффективность системы.

- ***Второй этап***

При постановке и решении задач по совершенствованию системы следует следить за балансом уровней развития ее элементов.

- **Конец второго – начало третьего этапа**  
Следует более глубоко анализировать рабочий орган системы. Иногда удастся разрешить противоречия, ограничивающие его эффективность, без коренной смены принципа действия. Таким образом можно продлить второй этап развития или даже вернуть систему с первого этапа на второй.
- **Если Рабочий орган менять нельзя, то:**
  - Необходимо повысить его уровень развития
  - Необходимо совершенствовать ТС непосредственно обрабатываемую РО.

- **Закон повышения согласованности**

#### **Формулировка закона**

Закономерность развития технических систем, заключающаяся в том, что в процессе развития происходит последовательное согласование характеристик частей ТС между собой, а также ТС и ее частей с надсистемой.

#### **Характеристика закона**

Согласование – это выбор величины одного параметра с учетом величины другого.

Выбор величины параметра может быть сделан заранее (например, при изготовлении системы) или в процессе ее работы.

#### **Механизмы закона**

##### ***Согласование формы***

В процессе развития происходит согласование формы частей ТС между собой, а также ТС и ее частей с надсистемой.

Форма системы должна быть согласована с формой, свойствами и характером движения взаимодействующих с ней объектов для оптимизации ее функционирования.

Виды согласования формы:

- Однородность

В процессе развития система приобретает форму, одинаковую с формой взаимодействующих с ней объектов.

- Дополнительность

В процессе развития система приобретает форму, позволяющую ей дополнить другие объекты для достижения определенной конфигурации.

- Комплиментарность

В процессе развития система приобретает форму, позволяющую ей хорошо совмещаться с другими объектами (например, выпуклостям соответствуют впадины).

- Обеспечение особых видов взаимодействия

В процессе развития система приобретает форму, зависящую от свойств и характера движения взаимодействующих с системой объектов, позволяющую ей обеспечить особые виды взаимодействия.

### ***Согласование ритмики***

В процессе развития происходит согласование ритмики системы с ритмикой и свойствами взаимодействующих с ней объектов.

Виды согласования ритмики:

- Однородность

В процессе развития система начинает действовать в такт с другими объектами.

- Комплиментарность

В процессе развития система начинает действовать в паузах между действиями других объектов.

- Обеспечение особых видов взаимодействия

В процессе развития система приобретает ритмику, зависящую от свойств и характера движения взаимодействующих с системой объектов, позволяющую ей обеспечить особые виды взаимодействия.

### ***Согласование материалов***

В процессе развития происходит согласование материалов частей ТС между собой, а также ТС и ее частей с надсистемой.

Виды согласования материалов:

- Однородность

В процессе развития систему или ее части начинают изготавливать из тех же материалов, что и взаимодействующие с ней объекты.

- Одинаковость

В процессе развития систему или ее части начинают изготавливать из материалов, обладающих в точности теми же свойствами, что и другие объекты.

- Инертность

В процессе развития систему или ее части начинают изготавливать из материалов, инертных по отношению к взаимодействующим с ними объектам.

- Сдвинутые характеристики

В процессе развития систему или ее части начинают изготавливать из материалов, обладающих теми же свойствами, что и другие объекты, но эти свойства имеют другие значения.

- Противоположность

В процессе развития систему или ее части начинают изготавливать из материалов, обладающих свойствами, противоположными свойствам других объектов.

### **Согласование действия**

В процессе развития происходит согласование действия ТС на другие объекты с видом задействованных ресурсов.

**Таблица П.3-9-3. Согласование действия**

<b>Вид ресурса</b> <b>Вид действия</b>	<b>Эффективность зависит от абсолютного количества задействованных ресурсов</b>	<b>Эффективность зависит от относительного количества задействованных ресурсов</b>
Усиление полезного действия	Точка – линия – плоскость – объем 1	Объем – плоскость – линия – точка 2
Ослабление вредного действия	Объем – плоскость – линия – точка 3	Точка – линия – плоскость – объем 4

### **Согласование параметров**

В процессе развития происходит согласование параметров частей ТС между собой, а также ТС и ее частей с надсистемой.

Виды согласования параметров:

- Однородное согласование

В процессе развития происходит согласование однотипных параметров частей ТС между собой, а также ТС и ее частей с надсистемой.

Параметры не обязательно должны быть равны друг другу, но их значения должны быть согласованы.

- Неоднородное согласование

В процессе развития происходит согласование разнотипных параметров частей ТС между собой, а также ТС и ее частей с надсистемой.

- Внутреннее согласование

В процессе развития происходит согласование собственных параметров ТС.

- Внешнее согласование

В процессе развития происходит согласование параметров ТС с параметрами других объектов.

- Непосредственное согласование

В процессе развития происходит согласование параметров ТС с параметрами взаимодействующих с нею объектов.

- Условное согласование

В процессе развития происходит согласование параметров ТС с параметрами невзаимодействующих с нею объектов.

### ***Принудительное согласование***

В процессе развития ТС согласование происходит путем снижения характеристик группы объектов до уровня наименее эффективного члена группы.

### ***Буферное согласование***

В процессе развития ТС согласование происходит путем введения специальных промежуточных элементов.

### ***Самосогласование***

В процессе развития ТС согласование происходит за счет ресурсов самой системы.

### **Правила согласования**

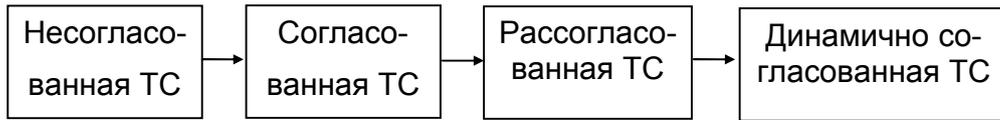
ТС взаимодействуют друг с другом посредством контакта инструмента и изделия.

Правила согласования взаимодействующих ТС

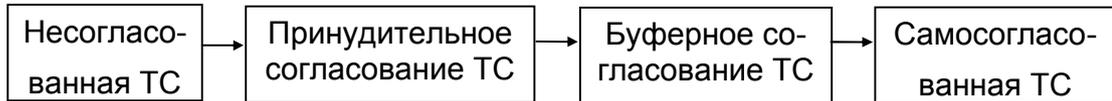
- Взаимодействуют одно изделие и один инструмент.  
Основное правило согласования - менять надо характеристики инструмента, подстраивая их под характеристики изделия.
- Взаимодействуют одно изделие и два инструмента  
Основное правило согласования - менять надо характеристики второстепенного инструмента, подстраивая их под характеристики основного инструмента (они всегда разного ранга)
- Взаимодействуют один инструмент и два совместно обрабатываемых изделия  
Основное правило согласования - менять надо характеристики изделия более низкого ранга (не основного)
- Взаимодействуют ТС и Внешняя среда  
Основное правило согласования - менять надо характеристики ТС, подстраивая их под характеристики внешней среды

### **Тенденции развития ТС**

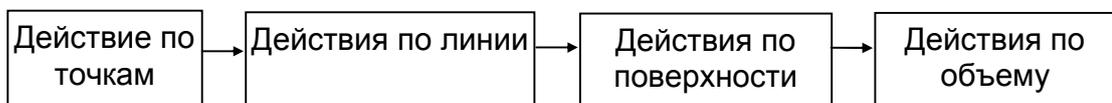
- Общая тенденция развития ТС



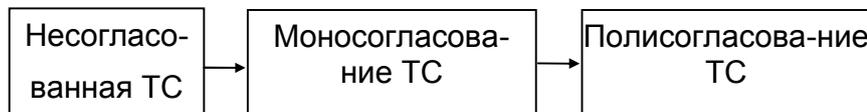
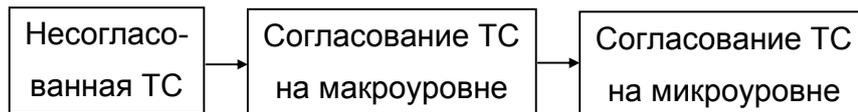
- Тенденция развития ТС по виду согласования



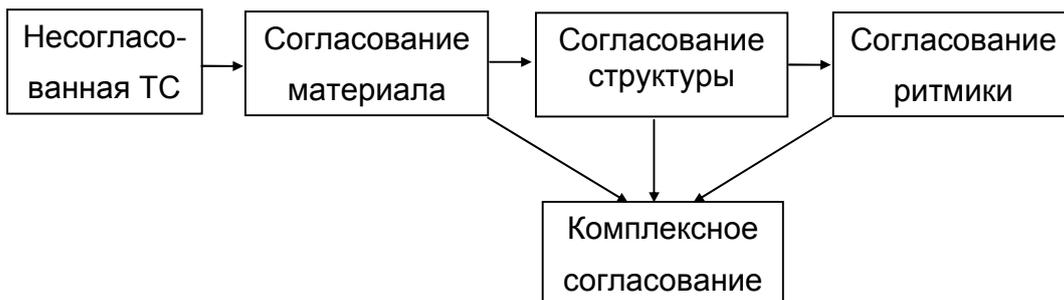
- Тенденция развития ТС по виду взаимодействия изделия с инструментом



- Тенденция развития ТС по согласованию структуры



- Тенденция комплексного развития ТС



## • **Закон повышения управляемости**

### **Формулировка закона**

Закономерность развития технических систем, заключающаяся в том, что в процессе развития системы становятся все более управляемыми.

### **Характеристика закона**

Управление – это комплекс действий по изменению параметров системы с целью их согласования с изменяющимися параметрами самой системы, ее надсистемы и окружающей среды.

Поскольку целью управления является согласование параметров, данный закон целиком является одним из механизмов Закона повышения согласованности.

### **Механизмы закона**

- Новая система часто появляется как неуправляемая

Такую систему создают исходя из определенных предположений о будущем значении параметров надсистемы и окружающей среды (обычно в расчет закладывают наихудшее или наиболее вероятное сочетание параметров). В дальнейшем она функционирует независимо от изменения этих параметров.

- В процессе развития происходит переход к системе, действующей по жесткой программе

Программу такой системы создают исходя из определенных предположений о характере будущих изменений параметров надсистемы и окружающей среды. В дальнейшем система функционирует по программе независимо от фактического изменения этих параметров.

- В процессе развития происходит переход к системе с периодической корректировкой

Параметры такой системы периодически изменяют в соответствии с фактическим значением параметров надсистемы и окружающей среды на данный момент. В промежутках между корректировками система действует неуправляемо или по жесткой программе.

- В процессе развития происходит переход к системе с внешним управлением

В систему вводится обратная связь по цепи «измерительный элемент – управляющий элемент – исполнительный элемент». Однако эта связь замыкается через надсистему, в которой находится управляющий элемент, а на начальной стадии - и измерительный. В дальнейшем измерительные

элементы обычно передаются в систему.

Внешнее управление проходит два этапа развития:

- В процессе развития происходит переход к системе, имеющей управление с запаздыванием

При циклическом характере функционирования системы результаты измерений, выполненных в данном цикле, учитываются только в следующем.

- В процессе развития происходит переход к системе с непосредственным управлением

Управление подобными системами осуществляется в реальном масштабе времени.

- В процессе развития происходит переход к самоуправляемой системе

В такой системе вся цепь обратной связи замыкается через ее собственные элементы.

Развитие самоуправляемых систем, в свою очередь, проходит через 2 стадии:

- В процессе развития происходит переход к системе с самоуправлением на макроуровне

Такая система содержит в виде отдельных блоков все элементы, составляющие цепь обратной связи – измерительный и управляющий

- В процессе развития происходит переход к системе с самоуправлением на микроуровне

Измерительный и управляющий элементы в таких системах свертываются вместе с частью своих функций. Оставшиеся функции передаются рабочему органу и/или элементам надсистемы, причем процессы в них протекают таким образом, что подлежащие управлению параметры автоматически изменяются при изменении параметров надсистемы и окружающей среды.

- Новые системы часто имеют одно устойчивое состояние

Это начальный уровень развития систем, на котором они вообще неуправляемы.

- В процессе развития происходит переход к системе с несколькими устойчивыми состояниями

Такая система способна переходить из одного состояния в другое, но неэффективна в промежуточном положении. Управление такой системой заключается в переводе ее из одного состояния в другое, чтобы воспользоваться одним из свойств, проявляемым системой в каждом из состояний.

- В процессе развития происходит переход к системе, устойчивой в определенном диапазоне состояний

Такая система способна устойчиво находиться в любом состоянии внутри некоторого диапазона благодаря своей статической устойчивости.

Управление такой системой заключается в плавном переводе ее из одного состояния в другое внутри диапазона устойчивости, чтобы добиться нужного значения обеспечиваемого ею параметра (плавная регулировка).

- В процессе развития происходит переход к системе, устойчивой в нескольких диапазонах состояний со скачкообразным переходом между диапазонами

Такие системы позволяют расширить диапазон регулирования и быстрее выходить на нужный параметр.

- В процессе развития происходит переход к системе с динамической устойчивостью

Такая система способна устойчиво находиться в любом состоянии внутри некоторого диапазона благодаря своей динамической устойчивости (наличие отрицательной обратной связи). Динамическая устойчивость обычно позволяет при необходимости быстро менять состояния.

- В процессе развития происходит переход к неустойчивой системе

Такая система использует разного рода переходные процессы. Это позволяет менять состояния почти мгновенно.

## • Закон повышения динамичности ТС

### Формулировка закона

Закономерность развития технических систем, заключающаяся в том, что в процессе развития у систем и их элементов увеличиваются гибкость, динамичность и способность к адаптации.

### Характеристика закона

Обычно увеличение изменчивости необходимо системам для того, чтобы лучше поддаваться управлению. Следовательно, данный закон является одним из механизмов Закона повышения управляемости.

### Механизмы закона

- Новые системы часто возникают как монолитные

Такая система обычно наиболее проста, но обладает минимальной способностью к адаптации.

- В процессе развития происходит динамизация конструкции систем
  - Закономерность развития технических систем, заключающаяся в том, что в процессе развития происходит переход к монолитной системе со сдвинутыми характеристиками, разделенными в пространстве

Различные области монолитной системы наделяются различными характеристиками. При необходимости взаимодействие перенаправляется на нужную область.

- В процессе развития происходит переход к системе с одним шарниром

Шарнир понимается в широком смысле – как степень свободы.

- В процессе развития происходит переход к системе с несколькими шарнирами
  - В процессе развития происходит переход к гибкой системе

В такой системе шарниры видимым образом отсутствуют, однако способность к адаптации остается и даже возрастает. Дело в том, что шарнирами теперь служат молекулы или атомы кристаллической решетки. Поэтому можно сказать, что шарниров стало бесконечно много и вся система состоит только из них.

- В процессе развития происходит переход к системе в виде эластичной оболочки в сочетании с сыпучим телом, жидкостью или газом, а также их комбинациями

Такая система более динамична, поскольку связи между частицами сыпучих тел, молекулами жидкостей и газов еще более податливы, чем в эластичных материалах.

- В процессе развития происходит переход к системе в виде стабильного объема или струи сыпучего тела, жидкости, газа или их комбинаций

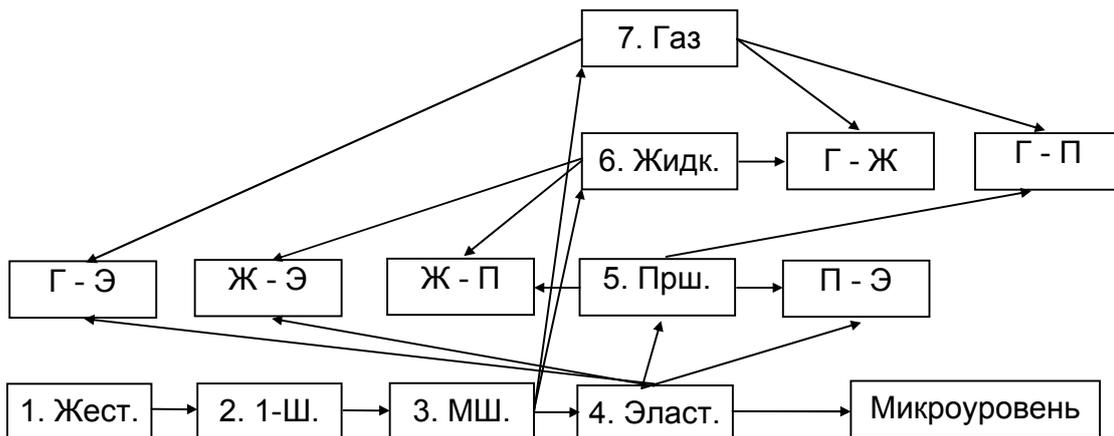
Такая система более динамична, поскольку ее податливость вообще не ограничена свойствами твердых тел, хоть и обладающих эластичностью.

- В процессе развития происходит переход к полевой системе

Поля обладают большей управляемостью и изменчивостью, чем вещества, поэтому полевые системы являются наиболее динамичными.

- Новая полевая система обычно содержит постоянное поле
- В процессе развития происходит переход к системе с полем, имеющим градиент
- В процессе развития происходит переход к системе с нарастающим или убывающим полем
- В процессе развития происходит переход к системе с переменным и импульсным полем
- В процессе развития происходит переход к системе с переменным полем в режиме резонанса

Закономерность развития технических систем, заключающаяся в том, что в процессе развития происходит переход к системе с интерференцией полей, в т.ч. со стоячими и бегущими волнами



**Рис.П.3-9-3. Механизм динамизации конструкции систем**

1. Жесткая ТС (моно...)
  2. Одношарнирная ТС (би...)
  3. Многошарнирная ТС (поли...)
  4. Эластичная ТС
  5. Порошковая ТС
  6. Жидкостная ТС
  7. Газовая ТС
- и их возможные комбинации.

- В процессе развития происходит динамизация состава системы

Состав систем обычно динамизируется в следующем порядке (первоначальная монолитная система опущена):

- В процессе развития происходит переход к системе в виде набора пластин

Поскольку пластины обладают подвижностью, система становится более динамичной. Открывается возможность варьировать свойства отдельных пластин, что дополнительно повышает динамичность.

- В процессе развития происходит переход к системе в виде щеточной конструкции

Набор подвижных эластичных игл обладает большей динамичностью, чем набор пластин. Свойства различных игл также можно варьировать.

- В процессе развития происходит переход к системе в виде набора незакрепленных стержней, шариков и т.п.

Благодаря большей подвижности незакрепленных элементов такая система обладает большей динамичностью. Свойства отдельных элементов также можно варьировать.

- В процессе развития происходит динамизация структуры системы на микроуровне

Динамизация структуры обычно проходит в несколько этапов:

- В процессе развития происходит линейная динамизация структуры системы

Изменение структуры на микроуровне приводит к плавному изменению свойств системы.

- В процессе развития происходит нелинейная динамизация структуры системы

Скачкообразное изменение структуры на микроуровне приводит к мгновенному изменению свойств системы.

- В процессе развития происходит переход от одноуровневой к многоуровневой динамизации структуры
- В процессе развития происходит динамизация функций системы

Динамизация функций обычно проходит в несколько этапов:

- В процессе развития происходит динамизация функций системы по их количеству

Происходит переход от одно-функциональных систем к многофункциональным.

- В процессе развития происходит динамизация функций системы по их объектам

Происходит переход от систем, обрабатывающих одно изделие, к системам, способным обрабатывать разные типы изделий.

### Типы динамизации ТС

- Динамизация состава (компонентов) ТС.

Прежде всего может меняться количество элементов, например, число рабочих органов системы для изменения числа выполняемых основных функций. Такой процесс мы обычно называем:

- развертыванием, если число элементов ТС при опережающем росте количества или качества выполняемых функций увеличивается,

или

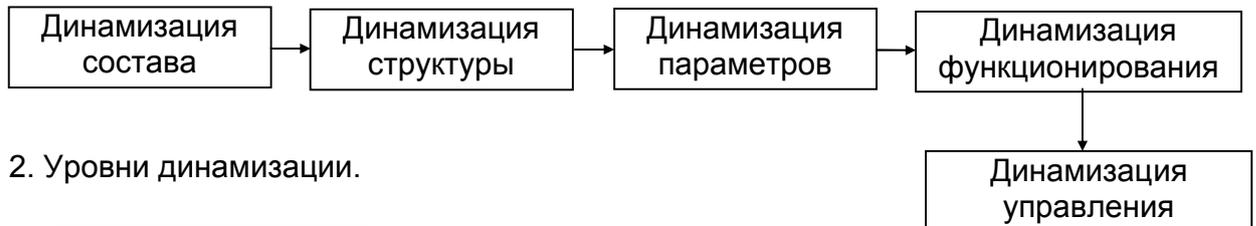
- свертыванием в случае уменьшения числа элементов ТС при сохранении количества или качества выполняемых системой функций.

- Динамизация структуры - связей между элементами (количественные и качественные изменения - переход от вещественных связей к полевым).
- Динамизация параметров элементов ТС - приспособление к изменяющимся внешним и внутренним условиям.
- Динамизация функционирования (переход от моно- к поли-функциональности)
  - использование сменных рабочих органов;
  - переход от автоматного принципа работы к программному;
  - переход к самопрограммированию (самообучение).
- Динамизация управляемости
  - переход к управлению от внешней среды;
  - использование обратных физ- и химпревращений;
  - введение хорошо управляемого процесса, противоположного основному процессу (задача об окраске цилиндров - ввести хорошо управляемый сброс краски);
  - введение и использование обратных связей внутри ТС

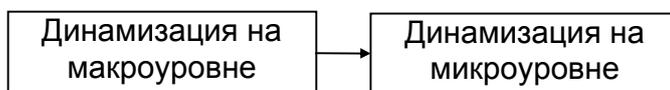
- самоуправление и самоорганизация ТС

## Направления повышения динамичности ТС

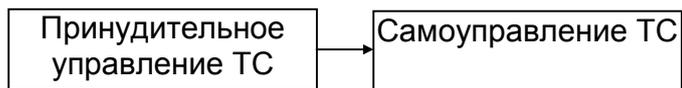
1. Обычный порядок динамизации.



2. Уровни динамизации.



3. Динамизация систем управления ТС.



- **Закон перехода в надсистему**

#### **Формулировка закона**

Закономерность развития технических систем, заключающаяся в том, что в процессе развития по мере исчерпания внутренних ресурсов техническая система объединяется с другими системами и продолжает свое развитие в надсистеме.

#### **Характеристика закона**

Это один из наиболее сильных и часто применяемых законов, имеющий множество механизмов. Более того, один из его механизмов (объединение альтернативных систем) имеет собственный аналитический инструмент - Feature Transfer.

#### **Механизмы закона**

- ***В процессе развития конструктивные отличия между объединяющимися системами все более нарастают***

В соответствии с данным механизмом, системы объединяются в следующем порядке:

- Однородные системы (однородные – значит, одинаковые);
- Системы со сдвинутыми характеристиками (отличающиеся друг от друга по какому-либо параметру);
- Альтернативные системы (по-разному устроенные и обладающие взаимно противоположными парами достоинств и недостатков);
- Альтернативные системы, одна из которых – инертная (инертная система практически неспособна выполнять требуемую главную функцию, но зато свободна от недостатка, присущего парной ей активной системе).

- ***В процессе развития отличия по главной функции между объединяющимися системами все более нарастают***

Виды объединяющихся систем:

- Конкурирующие системы (имеющие одинаковые или близкие главные функции);
- Родственные системы (выполняющие разные главные функции, имеющие объединяющий параметр);
- Разнородные системы (выполняющие разные главные функции, ничем не связанные между собой);
- Инверсные системы (выполняющие противоположные функции).

- ***В процессе развития глубина объединения систем все более нарастает***

Виды систем, получающихся в результате объединения исходных ТС:

- ТС с “нулевой связью” (система с нулевой связью образуется из не изменившихся в процессе объединения исходных систем, действующих независимо друг от друга);
  - ТС с “логической связью” (система с логической связью образуется из исходных систем, хотя и не изменившихся в процессе объединения, но расположенных и/или действующих согласованно);
  - Частично свернутые ТС (частично свернутая система образуется из исходных систем, у которых парные однородные элементы свернуты с передачей полезных функций одному из них).
  - Полностью свернутые ТС (полностью свернутая система образуется из исходных систем, все элементы одной из которых свернуты с передачей их полезных функций элементам второй)
- ***В процессе развития количество объединяющихся систем все более нарастает***

Виды систем, получающихся в результате объединения исходных ТС:

- Бисистемы (образовавшиеся в результате объединения двух систем);
- Полисистемы (образовавшиеся в результате объединения нескольких систем).

Объединение систем в надсистему выгодно для развивающейся ТС, т.к.

- Часть функций передается в НС
- Часть подсистем выводятся из ТС, объединившись в одну, становятся частью НС
- У объединенных в НС систем появляются новые функции и свойства.

Возникшие би- и полисистемы также не останавливаются "на достигнутом" - их развитие идет как "вверх" (образование еще больших наднадсистем), так и "вниз" (свертывание нескольких систем в одну систему или, даже, в идеальное вещество).

Исходная единичная система (моно система) удваивается с образованием би-системы (би-С) или, при объединении нескольких систем, полисистемы (поли-С). Объединяться могут не только одинаковые (однородные) системы, но и системы со сдвинутыми (чуть отличающимися) характеристиками, а также разнородные (с разными функциями) и инверсные (с противоположными функциями) системы. Во всех случаях объединение и слияние систем идет по одним и тем же этапам.

Переход моно-би-поле может осуществляться в любом периоде развития и справедлив для любого уровня иерархии ТС (над-, подсистемы, вещество).

При образовании би- и поли-систем происходят качественные изменения по трем параметрам: свойства, связи, внутренняя среда. В этом и состоит главный смысл применения перехода моно-би-поли - количественные изменения (объединение систем) оправданы только в случае появления новых качеств.

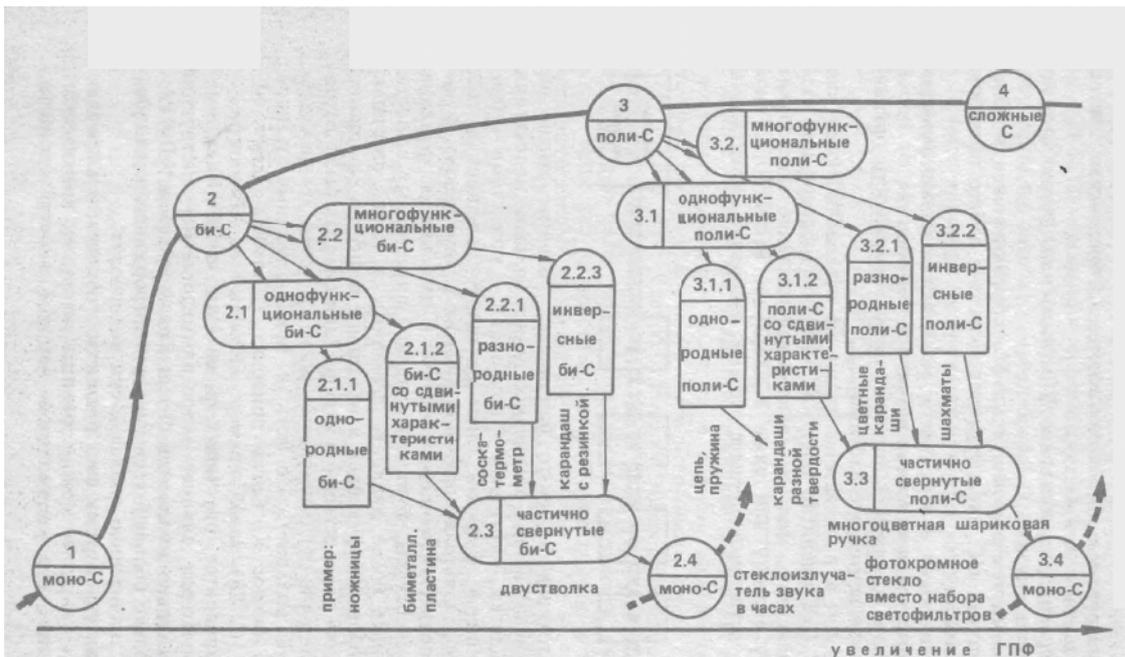


Рис.П.3-9-4. Механизм перехода в надсистему - "моно- би- поли"

- **Закон повышения эффективности использования потоков вещества, энергии и информации**

#### **Формулировка закона**

Закономерность развития технических систем, содержащих потоки вещества, энергии и информации, заключающаяся в том, что в процессе развития происходит повышение эффективности использования этих потоков.

#### **Механизмы закона**

- ***Повышение позитивного эффекта полезных потоков***

В процессе развития повышается позитивный эффект полезных потоков.

- **Повышение проводимости полезных потоков**

В процессе развития повышается проводимость полезных потоков.

- Снижение количества преобразований потока.

Переход от потока, имеющего много преобразований, к однородному потоку.

Обычно каждое преобразование потока (перевод вещества из одного состояния в другое, смена типов энергии, смена способов представления информации) сопровождается потерями и торможением. Следовательно, снижение количества таких преобразований ведет к повышению проводимости. В идеале преобразований вообще не должно быть, и все компоненты потоков должны сразу иметь вид, необходимый для их конечного использования.

- Преобразование потока

Переход от потока, плохо поддающегося передаче, к потоку, хорошо поддающемуся передаче.

Если имеется значительное сопротивление потоку, а потери при его преобразовании относительно невелики, поток преобразуют к виду, наиболее легко поддающемуся передаче.

- Сокращение длины потока

Переход от длинного потока к короткому.

Обычно многие виды потерь и сопротивлений потоку пропорциональны его длине. Следовательно, для повышения проводимости следует уменьшать длину потока. В идеале поток должен иметь нулевую длину, т.е. его компоненты должны сразу появляться там, где используются.

- Устранение «серых зон»

Переход от потока, содержащего области, в которых его поведение не поддается предсказанию с достаточной точностью, к потоку, свободному от таких областей.

Поскольку поведение потока в «серой зоне» не поддается расчету, параметры этих областей обычно подбирают эмпирически. Поставить достаточное количество экспериментов удастся далеко не всегда, поэтому такие области, как правило, недостаточно оптимизированы, что приводит к повышению потерь и сопротивления. Следовательно, устранение «серых зон» косвенно ведет к повышению проводимости за счет более эффективной оптимизации.

- Устранение «бутылочных горлышек»

Переход от потока, содержащего области, сопротивление которых значительно больше погонного сопротивления тракта, к потоку, свободному от таких областей.

«Бутылочное горлышко» – область потока с резко повышенным сопротивлением. Очевидно, что устранение таких областей значительно повышает проводимость.

- Повышение проводимости отдельных звеньев потока

Повышение проводимости отдельных звеньев потока вплоть до физического предела для данного типа проводников.

Поскольку сопротивление потоку сильно зависит от характеристик проводников, их улучшение приводит к повышению проводимости. В идеале характеристики должны соответствовать физическому пределу для данного типа проводников.

- Повышение удельных характеристик потока

Переход от большого потока низкой плотности к маленькому потоку высокой плотности.

Часто сопротивление потоку не зависит от его удельных характеристик. Поэтому для повышения проводимости выгодно снижать объем потока при одновременном повышении его плотности. В результате по тому же проводнику можно пропустить больший поток, либо при том же потоке снизить затраты на проводник.

- Придание потоку дополнительных функций

Передача всех или части функций одного потока другому.

Если поток дополнительно берет на себя функции другого потока, второй становится ненужным. Поэтому суммарная мощность потоков в системе уменьшается без ухудшения функционирования, а значит, растет эффективность.

Потоки различной природы могут воздействовать друг на друга таким образом, что проводимость системы по отношению к ним возрастает.

Потоки различной природы могут воздействовать друг на друга таким образом, что проводимость системы по отношению к ним возрастает.

- Использование одного потока в качестве переносчика второго

Переход от независимой передачи разнородных потоков к переносу одного потока другим.

Потоки различной природы можно использовать для переноса друг друга: поток вещества может переносить различные виды энергии, поток энергии может переносить информацию и т.п.

- Передача нескольких однородных потоков по одному каналу

Переход от передачи нескольких однородных потоков по независимым каналам к их передаче по одному каналу.

Объединение нескольких однородных потоков в одном канале повышает интегральную проводимость системы и снижает затраты на проведение каждого потока.

- Модификация потока для повышения проводимости

Придание потоку комплекса свойств, облегчающих его передачу по тракту данного типа.

Иногда удается так модифицировать поток, что сопротивление ему уменьшается. К таким модификациям относятся различные способы снижения вязкости жидкостей, ламинаризация / турбулизация потоков, использование «окон прозрачности» и т.п.

- Полное или частичное выведение потока за пределы системы

Переход от потока, целиком идущего по системе, к потоку, полностью или частично идущему по внешнему по отношению к данной системе тракту.

В некоторых случаях удается пропускать поток через надсистему или окружающую среду. Это позволяет использовать внешние тракты с большой проводимостью, а также снизить требования к системе и затраты на внутрисистемный канал.

- **Повышение эффективности использования полезных потоков**

В процессе развития происходит повышение эффективности использования полезных потоков.

- Устранение «застойных зон»

Переход от потока, содержащего области, в которых некоторая его часть задерживается надолго или навсегда, к потоку, свободному от таких областей.

«Застойная зона» – это область потока, в которой некоторая его часть задерживается надолго или навсегда. В результате эффективная мощность потока уменьшается, как при наличии утечек, хотя формально он весь остается в системе. Следовательно, устранение «застойных зон» ведет к повышению эффективности использования полезного потока за счет повышения полноты его использования без увеличения общей мощности.

- Переход к импульсным воздействиям

Переход от постоянного потока к импульсному (в т.ч. знакопеременному) потоку.

Нередко эффективность потока зависит в основном от его амплитудного значения. Поэтому для повышения эффективности выгодно переходить к импульсному потоку. Суммарная мощность такого потока может быть небольшой т.к. его действующее значение невелико, а эффективность значительной, т.к. амплитуда импульсов может быть весьма высокой. К тому же большую амплитуду легче обеспечить в импульсном режиме, накапливая энергию в паузах.

- Использование резонанса

Переход от импульсного (переменного) потока с произвольной частотой к потоку, частота которого равна частоте собственных колебаний источника потока, элементов его тракта или объекта, на который направлен поток.

В частности, использование резонанса позволяет обеспечить избирательное высокоинтенсивное воздействие при небольшой суммарной мощности потока.

- Модулирование потока

Переход к потоку, характеристики которого меняются во времени в соответствии с изменениями характеристик объекта, на который направлен поток.

Поток модулируют таким образом, что он действует на объект только в те моменты времени, когда объект наиболее чувствителен к этому воздействию. При этом эффективность потока увеличивается.

- Использование градиентов

Переход от равномерно или произвольно распределенного в пространстве потока к потоку, характеристики которого распределены в пространстве в соответствии с расположением объекта (частей объекта, нескольких объектов), на который (которые) направлен поток.

Часто высокая интенсивность потока нужна только в какой-то определенной области (оперативной зоне), в то время как затраты определяются общей интенсивностью. Поэтому для повышения эффективности выгодно применять поток с градиентом – высокоинтенсивный в оперативной зоне и слабый по всему остальному тракту.

Собственно, на концентрации усилия в выбранном месте изделия основано действие всех режущих и колющих инструментов – при относительно небольшом общем усилии напряжения в месте контакта, имеющем очень малую площадь, возрастают настолько, что превосходят пределы сопротивления материала.

- Сложение нескольких однородных потоков

Переход от одного сильного потока к нескольким слабым, складывающимся в нужном месте.

Для достижения локальной концентрации потока можно также использовать несколько слабых однородных потоков, которые складываются в оперативной зоне. Для потоков, имеющих волновую природу, можно использовать явление интерференции. Поскольку выигрыш в суммарной мощности таким способом не достигается, обычно так поступают в тех случаях, когда несколько слабых потоков обеспечить легче, чем один сильный.

- Многократное использование потока (сложение потока с самим собой)

Переход от сильного потока к слабому, многократно проходящему через оперативную зону.

Суммарную мощность потока можно снизить, если обеспечить многократный проход относительно слабого потока через оперативную зону. Обычно так поступают в тех случаях, когда сильный поток создать трудно или он не может быть использован полностью за один проход, а эффект от него может накапливаться.

- Использование двух разнородных потоков для достижения синергетического эффекта

Переход от одного сильного потока к двум слабым разнородным, совместное использование которых приводит к синергетическому эффекту.

Иногда вместо одного мощного потока можно использовать два слабых разнородных, которые обладают синергетическим эффектом. Этот эффект заключается в том, что результат одновременного воздействия обоих потоков значительно больше, чем сумма результатов их отдельного использования. За счет этого слабые потоки при небольших потерях обеспечивают высокую эффективность системы.

- Предварительное насыщение оперативной зоны веществом, энергией и информацией

Переход от сильного потока к слабому, действующему на объект, предварительно насыщенный составляющими этого потока.

В идеале потоков в системе вообще не должно быть, поскольку любой поток приводит к потерям и дополнительной нагрузке на систему. Полного свертывания потоков можно добиться, если заранее насытить оперативную зону веществом, энергией и информацией нужного вида и в требуемом количестве. При этом часто достаточно слабого иницирующего сигнала для проведения всего процесса. Если невозможно полностью снабдить оперативную зону всем необходимым, можно ограничиться частичным насыщением. В этом случае можно будет перейти к использованию слабых потоков.

- Снижение интенсивности потоков информации за счет перехода к саморегулирующимся процессам

Переход от системы с принудительным регулированием, сопровождающимся большими потоками информации между системой управления и рабочим органом, к саморегулирующейся системе.

Часто потоки информации в системе необходимы для управления протекающими в ней процессами. Снизить интенсивность или вообще исключить эти потоки можно, если использовать саморегулирующиеся процессы.

- **Снижение негативного эффекта вредных потоков**

Закономерность развития технических систем, заключающаяся в том, что в процессе развития снижается негативный эффект от вредных потоков.

- **Снижение проводимости вредных потоков**

В процессе развития снижается проводимость вредных потоков.

- Предотвращение вредного потока

Предотвращение вредного потока практически сводится к предотвращению или существенному снижению потерь в полезных потоках. Для этого используются перечисленные выше методы.

- Поглощение вредного потока

Переход от сильного нежелательного потока к слабому (отсутствующему) путем его частичного или полного поглощения в тракте.

Для поглощения потока следует увеличить сопротивление системы. Для этого обычно применяются методы, обратные тем, которые используются для полезных потоков:

- Преобразование потока

Переход от вредного потока, хорошо поддающегося передаче, к потоку, плохо поддающемуся передаче.

- Увеличение длины потока

Переход от короткого вредного потока к длинному.

Обычно многие виды потерь и сопротивлений потоку пропорциональны его длине. Следовательно, для повышения сопротивления вредному потоку следует увеличить его длину.

Действительно, в полном согласии с данным трендом, источники неприятных шумов и запахов, а также вредных излучений, в простейшем случае просто стараются убрать подальше от мест постоянного пребывания людей.

- Введение в тракт «бутылочных горлышек»

Переход от вредного потока, свободного от областей, сопротивление которых значительно больше погонного сопротивления тракта, к потоку, содержащему такие области.

«Бутылочное горлышко» – область потока с резко повышенным сопротивлением. Очевидно, что введение таких областей значительно снижает проводимость по отношению к нежелательному потоку.

- Введение в тракт «застойных зон»

Переход от вредного потока, свободного от областей, в которых некоторая его часть задерживается надолго или навсегда, к потоку, содержащему такие области.

«Застойная зона» – это область потока, в которой некоторая его часть задерживается надолго или навсегда. В результате эффективная мощность потока уменьшается, хотя формально он весь остается в системе. Следовательно, введение «застойных зон» ведет к фактическому поглощению вредного потока в тракте.

- Снижение проводимости отдельных звеньев потока

Снижение проводимости отдельных звеньев вредного потока вплоть до нуля.

Поскольку сопротивление потоку сильно зависит от характеристик проводников, их снижение приводит к уменьшению проводимости. В идеале проводимость должна быть нулевой. Типовым примером служат всякого рода изоляторы.

- Ослабление вредного потока путем его сложения с самим собой.

Закономерность развития технических систем, заключающаяся в переходе к вредному потоку, ослабление которого происходит путем его сложения с самим собой.

#### • **Снижение повреждающей способности вредного потока**

Предотвращение нежелательного действия потока на объект путем изменения характеристик вредного потока (без изменения его силы) или повреждаемого объекта.

- Введение в тракт «серых зон»

Переход от вредного потока, свободного от областей, в которых его поведение не поддается предсказанию с достаточной точностью, к потоку, содержащему такие области.

- Снижение удельных характеристик потока.

Переход от маленького потока высокой плотности к большому потоку низкой плотности.

- Уход от резонанса

Переход от импульсного (переменного) вредного потока с произвольной частотой к потоку, частота которого далека от частоты собственных колебаний источника потока, элементов его тракта или объекта, на который направлен поток.

- Использование градиентов

Переход от равномерно или произвольно распределенного в пространстве вредного потока к потоку, характеристики которого распределены в пространстве в соответствии с расположением объекта (частей объекта, нескольких объектов), на который (которые) направлен поток.

Вредный поток перераспределяют таким образом, чтобы в наиболее уязвимых местах он имел минимальную интенсивность. Суммарная мощность потока не снижается, а его вредное действие уменьшается.

- Сложение потока с анти-потоком

Переход к вредному потоку, снижение вредного действия которого происходит путем его сложения с анти-потоком.

Иногда можно нейтрализовать вредное действие потока путем его сложения с другим потоком, обладающим противоположным набором характеристик.

- Модификация потока с целью снижения его вредного действия

Придание потоку комплекса свойств, снижающих его вредное действие.

Иногда можно нейтрализовать вредное действие потока путем такой его модификации, которая делает повреждаемый объект нечувствительным к потоку. При этом поток остается, но перестает быть вредным.

- Модификация повреждаемого объекта с целью снижения вредного действия потока на него

Придание объекту, повреждаемому вредным потоком, комплекса свойств, снижающих вредное действие.

Иногда можно нейтрализовать вредное действие потока путем модификации повреждаемого объекта, которая делает его нечувствительным к потоку. При этом поток остается, но перестает быть вредным.

- Введение второго потока, исправляющего повреждение от первого

Переход к вредному потоку, вредное действие которого исправляется другим потоком.

Если вредный поток и повреждаемый объект не поддаются модификации, вводят второй поток, исправляющий повреждения. Вредное действие остается, но не приносит видимых результатов.

- Предварительное насыщение повреждаемого объекта веществом, энергией и информацией, необходимых для нейтрализации вредного потока

Переход к вредному потоку, действующему на объект, предварительно насыщенный составляющими нейтрализующего потока.

Если невозможно обеспечить подвод нейтрализующего потока, повреждаемый объект заранее насыщают нейтрализаторами вредного потока.

- Выведение потока за пределы системы

Переход от вредного потока, идущего целиком внутри системы, к потоку, полностью или частично идущему по внешнему по отношению к системе тракту.

Для устранения вредного действия или просто снижения нагрузки на систему вредный поток выводят за пределы системы. Для этого проводимость повышают всеми способами, применяемыми для полезных потоков.

- **Снижение негативного эффекта паразитных потоков**

В процессе развития снижается негативный эффект от паразитных потоков.

- **Снижение проводимости паразитных потоков**

В процессе развития снижается проводимость паразитных потоков.

- Предотвращение паразитного потока

Предотвращение паразитного потока практически сводится к предотвращению или существенному снижению потерь в полезных потоках. Для этого используются перечисленные ранее методы.

- Поглощение паразитного потока

Переход от сильного паразитного потока к слабому (отсутствующему) путем его частичного или полного поглощения в тракте.

Для этого используются те же методы, что и для вредных потоков

- **Снижение затрат на паразитные потоки**

В процессе развития снижаются затраты на паразитные потоки.

- Повторное использование паразитного потока

В процессе развития происходит переход к замкнутым паразитным потокам, возвращающимся в оперативную зону для повторного использования.

## Примеры использования методики выполнения типового консультационного проекта по повышению Value продуктов

### Пример выполнения процедуры "Анализ ТС по ЗРТС"

#### ПРИМЕР - 2

##### Совершенствование технологического процесса обрезаивания стальной ленты

Анализ техпроцесса показал, что все проблемы возникают на технологической операции "Стабилизация эластомера".

- Применить Закон повышения согласованности (Фрагмент)

##### Анализ технологической операции "Стабилизация эластомера" по Закону повышения согласованности

1. Выделить в анализируемой ТС {взаимодействующие, совместно работающие, функционально связанные} элементы.

В технологической операции "Стабилизация эластомера" взаимодействие осуществляется между горячим воздухом и эластомером, смеси резины и растворителя.

2. Определить характер взаимодействия выделенных элементов

Инструмент - горячий воздух

Изделие 1 - резина

Изделие 2 - растворитель

Определяющее изделие - растворитель

3. Зафиксировать для взаимодействующих элементов

Инструмент - горячий газ, создающий тепловое поле.

Изделие 1 - твердое вещество.

Изделие 2 - легкокипящая жидкость.

Взаимодействие осуществляется через тепловое поле.

Горячий воздух нагревает эластомер с поверхности, в результате испарения растворителя из верхних слоев образуется твердая корочка, препятствующая выходу паров растворителя из внутренних слоев эластомера. Поэтому воздух должен быть не очень горячим, а это приводит к повышению длительности сушки.

4. Выделить изменяющиеся характеристики определяющего элемента; Определить способность к изменению (динамичность) изменяемого элемента.

Определяющий элемент - растворитель, легко кипящая жидкость. Чем сильнее его нагреть, тем он быстрее испаряется.

5. Провести анализ согласованности по каждому виду согласования в соответствии с механизмами согласования, правилами и приемами.

Тепловой поток от горячего воздуха направлен от наружной поверхности к внутренней, а поток растворителя от внутренней к наружной (Рис.П.3-10-1.).

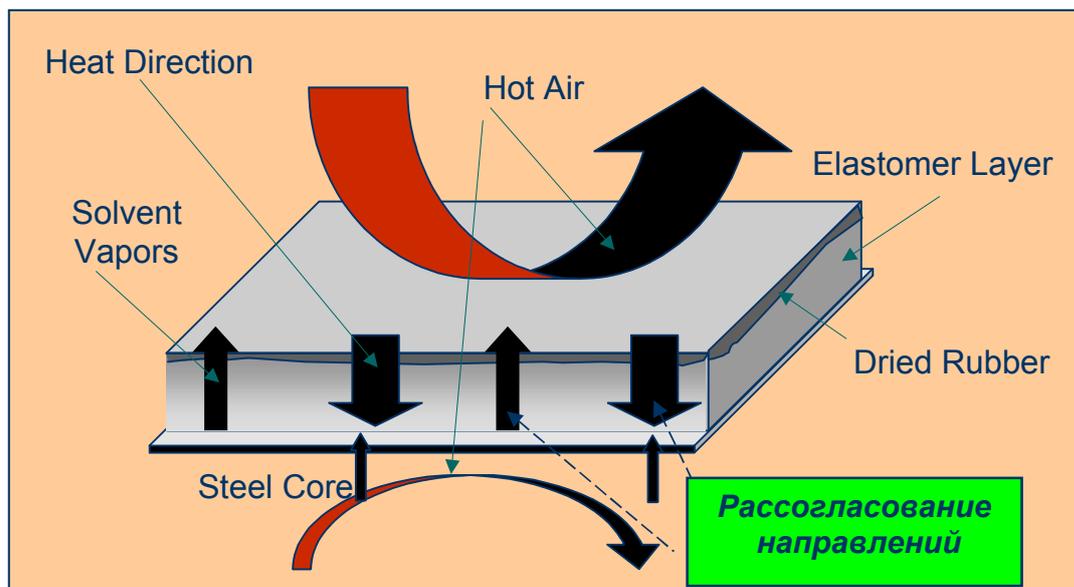


Рис.П.3-10-1

6. Для выявленной несогласованности:

- Обеспечить согласование прямым применением приемов и механизмов согласования
- Сформулировать задачу (ТП или ФП), не позволяющую обеспечить согласование.

Растворитель должен нагреваться изнутри, что бы на поверхности не образовывалась твердая корочка, препятствующая выходу паров растворителя и растворитель не может нагреваться изнутри, т.к. горячий воздух нагревает эластомер снаружи.

Как обеспечить нагрев эластомера изнутри?

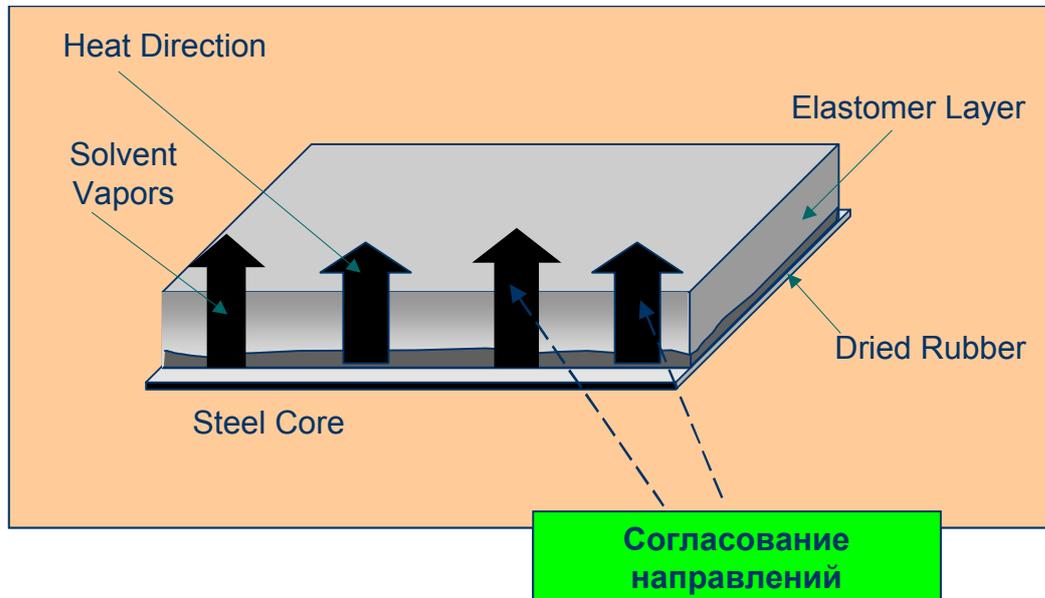


Рис.П.3-10-2

7. Разработать рекомендации о приоритетном (или допустимом) направлении совершенствования ТС

Для нагрева эластомера изнутри можно использовать инфракрасное излучение или индукционный нагрев.

В результате проведенного анализа техпроцесса по ЗРТС:

- Определены следующие недостатки:
  - Рассогласование направлений нагрева и выхода паров растворителя
  - Рассогласование размеров кусков резины
  - Рассогласование режимов сушки с максимальной скоростью технологического процесса
- Сформулированы предварительные идеи концепций (фрагмент)

Идея концепции:

Предлагается нагревать эластомер изнутри от ленты, для этого использовать для нагрева металлической ленты индукционный нагрев.