

# Моя карьера-2.0

## ТРИЗ

---



Александр Кудрявцев

[Aleksandr.Kudryavtsev@npk-consult.com](mailto:Aleksandr.Kudryavtsev@npk-consult.com)

[metodolog1@yandex.ru](mailto:metodolog1@yandex.ru)

НПК МОСКВА 2020

# Направления для работы над проектами:

- Цифровизация; оперативные и ремонтные процессы;
- Изменение качества поддержки ремонтов оборудования;
- Экология;
- Охрана труда;
- Навыки будущего/сотрудники будущего.

ТРИЗ

ТРИЗ Изучает  
процессы развития

Объектов определенного  
типа – технических  
систем

**Техническая система** – управляемая совокупность элементов, объединенная для достижения общей цели

**Развитие ТС**, это Обеспечение функционирования во все более сложных условиях

Общая цель развития технических систем – рост эффективности, увеличение отдачи на единицу вложенного труда

$$V = \frac{E}{C}$$

## Развитие систем может вестись по разным векторам

$$v = \frac{F}{C} \quad \longrightarrow \quad \underline{F} \overline{C}$$

Повышение точности  
функционирования

$$v = \frac{F}{C} \quad \longrightarrow \quad \underline{F} \underline{C}$$

Снижение затрат на  
функционирование

$$v = \frac{F}{C} \quad \longrightarrow \quad \frac{\Sigma F}{C}$$

Повышение  
функциональной полноты

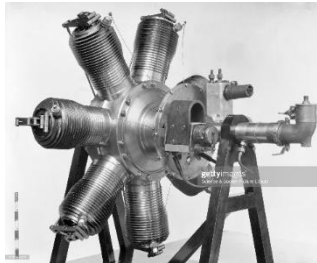
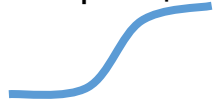
# Особенность рассмотрения ТС в ТРИЗ

Выявление и  
устранение  
противоречий

ТС как объект, с заданным недостатком



ТС как развитие  
выбранного принципа  
действия



ТС как последовательное  
использование различных  
способов получения  
результата



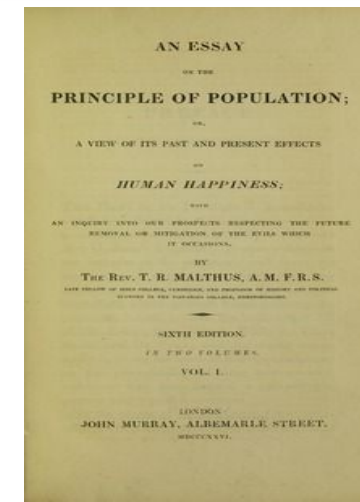
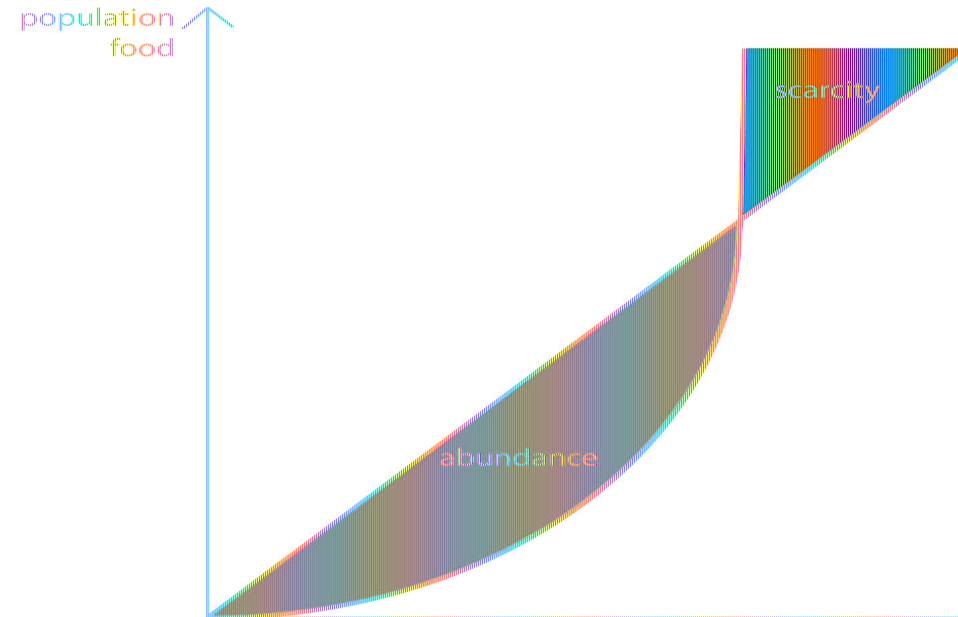
# Тенденции развития выбранного принципа действия. История логистических кривых



Томас Мальтус 1798

Численность людей растёт в геометрической прогрессии. Производство продуктов – в арифметической. Рост численности людей может быть остановлен только «встречными причинами»:

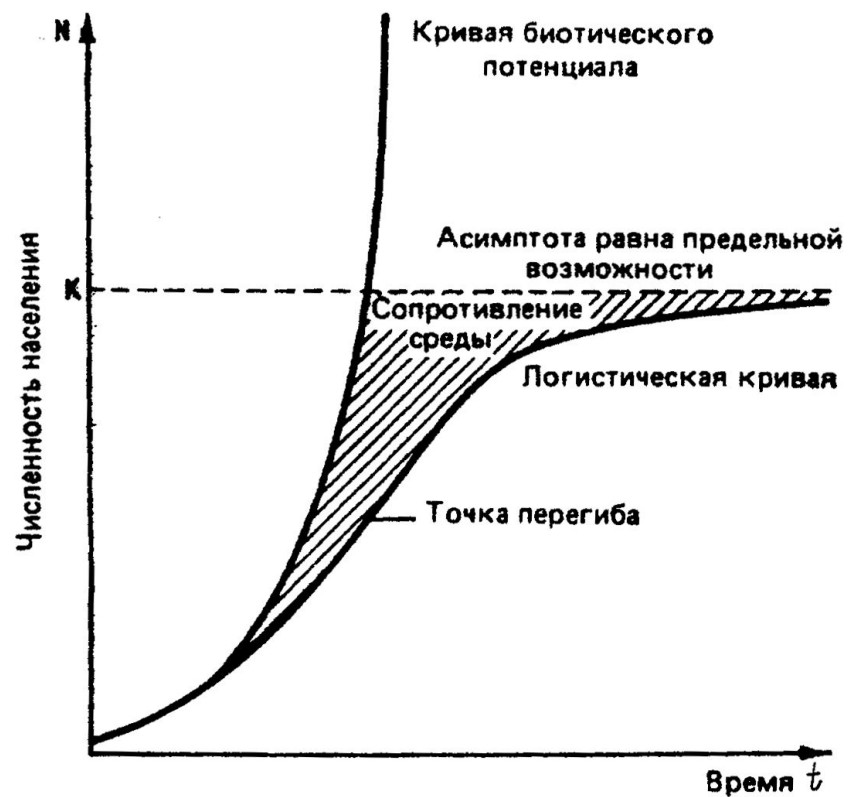
- Нравственное воздержание
- Несчастья войны
- Эпидемии.



# Тенденции развития. История логистических кривых

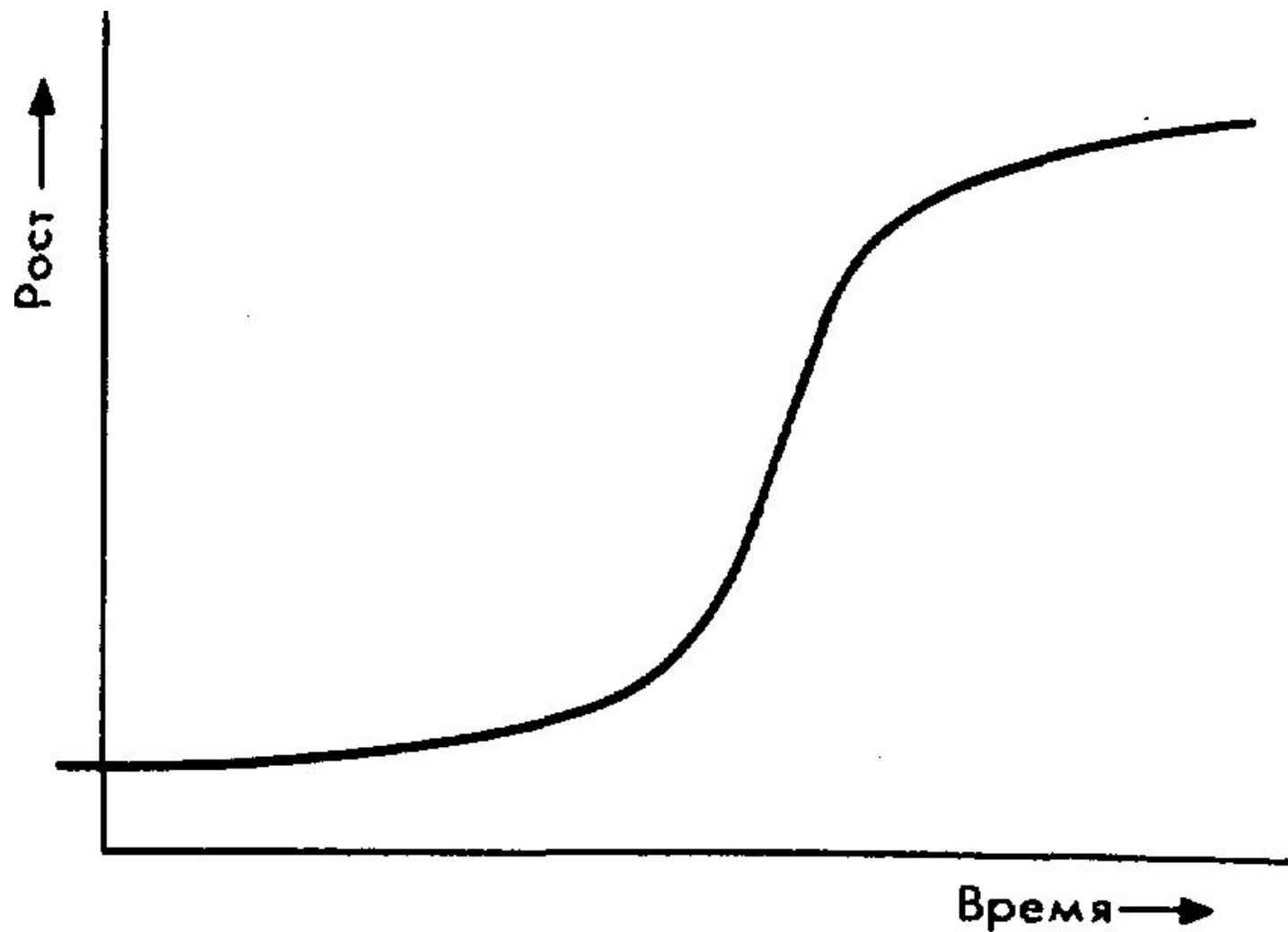


Пьер Франсуа Ферхюльст  
1835





## Логистическая (сигмоидальная) кривая



# История логистических кривых

В технике и вокруг нее начали развиваться две линии использования S-образных (сигмоидальных) кривых. Первая рассматривала возможные скорости наполнения продуктом рынков.



# История логистических кривых

## THE WALL STREET JOURNAL.

CLASSROOM EDITION

### TUNING IN: Communications technologies historically have had broad appeal for consumers

**I**F YOU'VE TAKEN AT the history of technology, you'll know how pervasive the Marshall Plan was in 1948. "There is a tremendous volume of work, you had to have something," you had to have a fax machine, something that day? It was 1948 or 1949, that day. The day before, you didn't need it.

"And then come a day, I think it was last year, when you had to have an e-mail address," he explained. "It's possible that in the future, there will come a day when you will need (the way) video, because there are already people who there are going to take the video, they have a video, and it's a thing."

"That I think I see in as a product, something that's going to take the market. It's something that's going to take the market. It's something that's going to take the market. It's something that's going to take the market."

#### The Electric Age

The history of communications technology is filled with things people had to have. In the 1920s and 1930s, it was radio, and it quickly became an important part of U.S. culture.

Radio's appeal quickly surpassed the radio itself. In fact, in 1934, people were buying in to public airwaves, which opened the way for radio in 1935.

Other things that had to be had were "cable" and "television." The growing popularity of radio is seen in the chart below. Notice the sharp rise in the percentage of homes with radio equipment in the early 1920s, which is the year that radio sets were first sold.

This trend continued with the advent of television. A little more than a year after it began to be mass produced, TV surpassed the radio as the U.S. household priority. By the end of 1951, 60% of homes had television sets compared to about 20% with telephones. Radio could be found in 90% of homes.

In the early 1950s, color television added another dimension to America's domestic electronics. Color television sets were first sold in 1950, and by the end of 1951, about 10% of homes had color sets. By the end of 1951, 10% of homes had color sets, compared to 10% of homes with color sets.

#### The Electronic Age

In the 1950s, an equally important wave of new technology was emerging: the computer.

One significant milestone was the IBM 701, a computer that was used by the U.S. Navy in 1952. It was the first computer to be used in a business setting.

Other things that had to be had were "cable" and "television." The growing popularity of radio is seen in the chart below. Notice the sharp rise in the percentage of homes with radio equipment in the early 1920s, which is the year that radio sets were first sold.

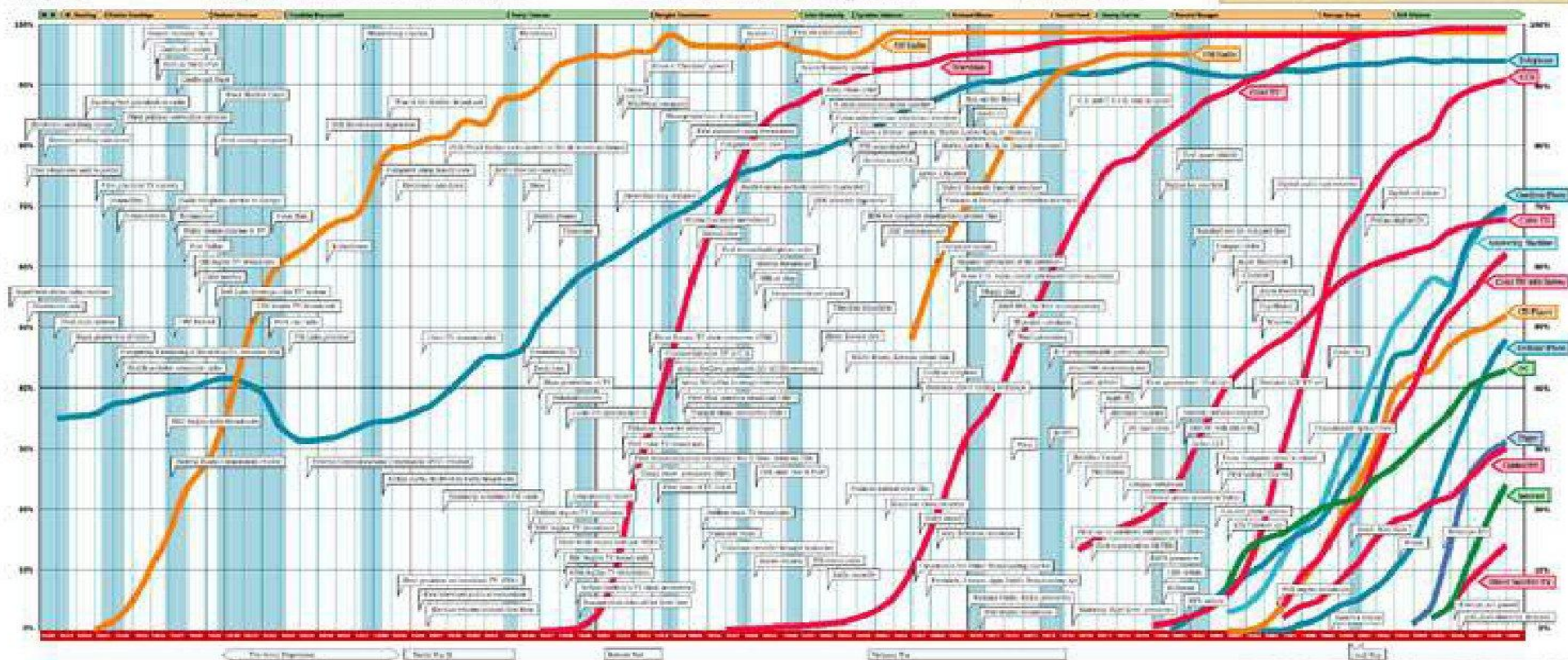
This trend continued with the advent of television. A little more than a year after it began to be mass produced, TV surpassed the radio as the U.S. household priority. By the end of 1951, 60% of homes had television sets compared to about 20% with telephones. Radio could be found in 90% of homes.

In the 1960s, other products such as the Apple Macintosh, CD-ROM, the laptop computer and Windows software helped to revolutionize the industry, making computers more accessible and more convenient for personal use.

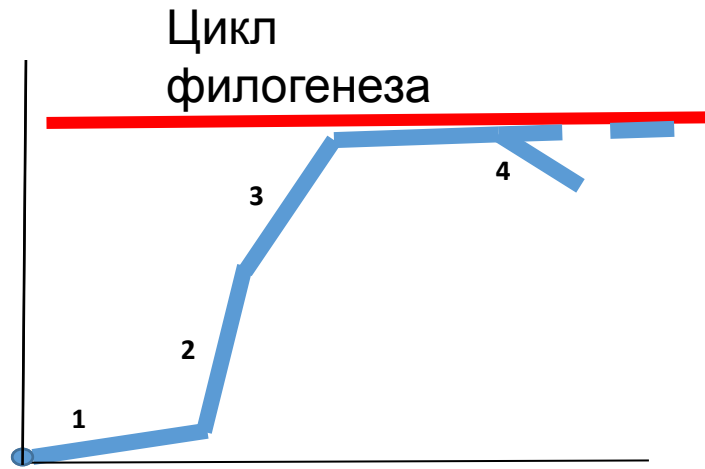
By 1998, about 40% of U.S. homes had computers — 40% across the country, which is a significant increase from the 1970s. The total number of computers in 1998, according to the chart, was 100 million.

#### How to Read this Chart

This chart shows the percentage of households in the United States that own various electronic products from 1900 to 2000. The products are listed on the right side of the chart. The percentage of households that own each product is shown on the left side of the chart. The chart is divided into four eras: The Electric Age, The Electronic Age, The Information Age, and The Digital Age. The chart shows that the percentage of households that own electronic products has increased steadily over time, with the most rapid growth occurring in the 1950s and 1960s. The chart also shows that the percentage of households that own electronic products has increased significantly since the mid-1990s.

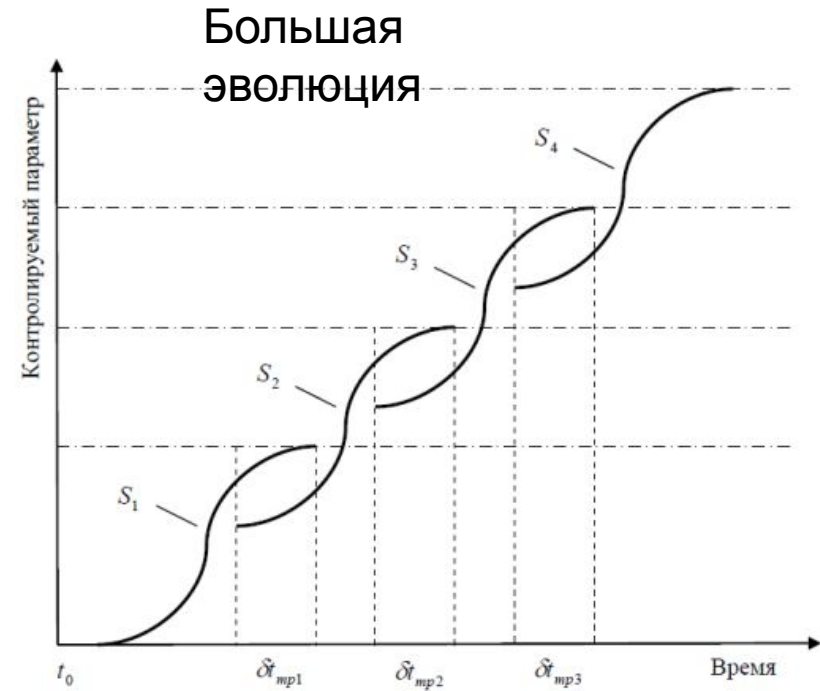


# Выявление пределов развития



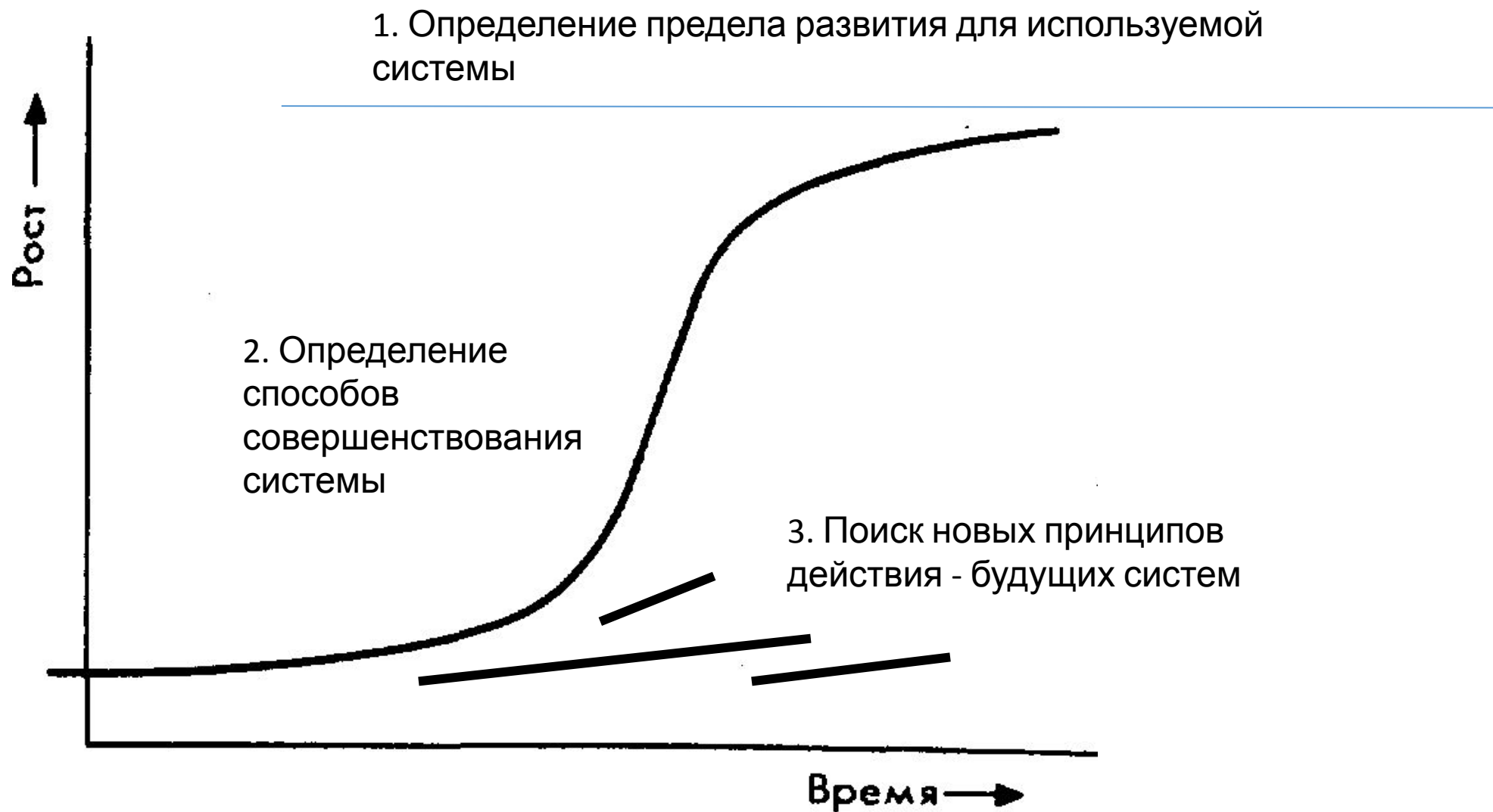
Выделили ключевые этапы развития принципа действия.

Новые варианты исполнения для все более эффективного получения потребительского результата

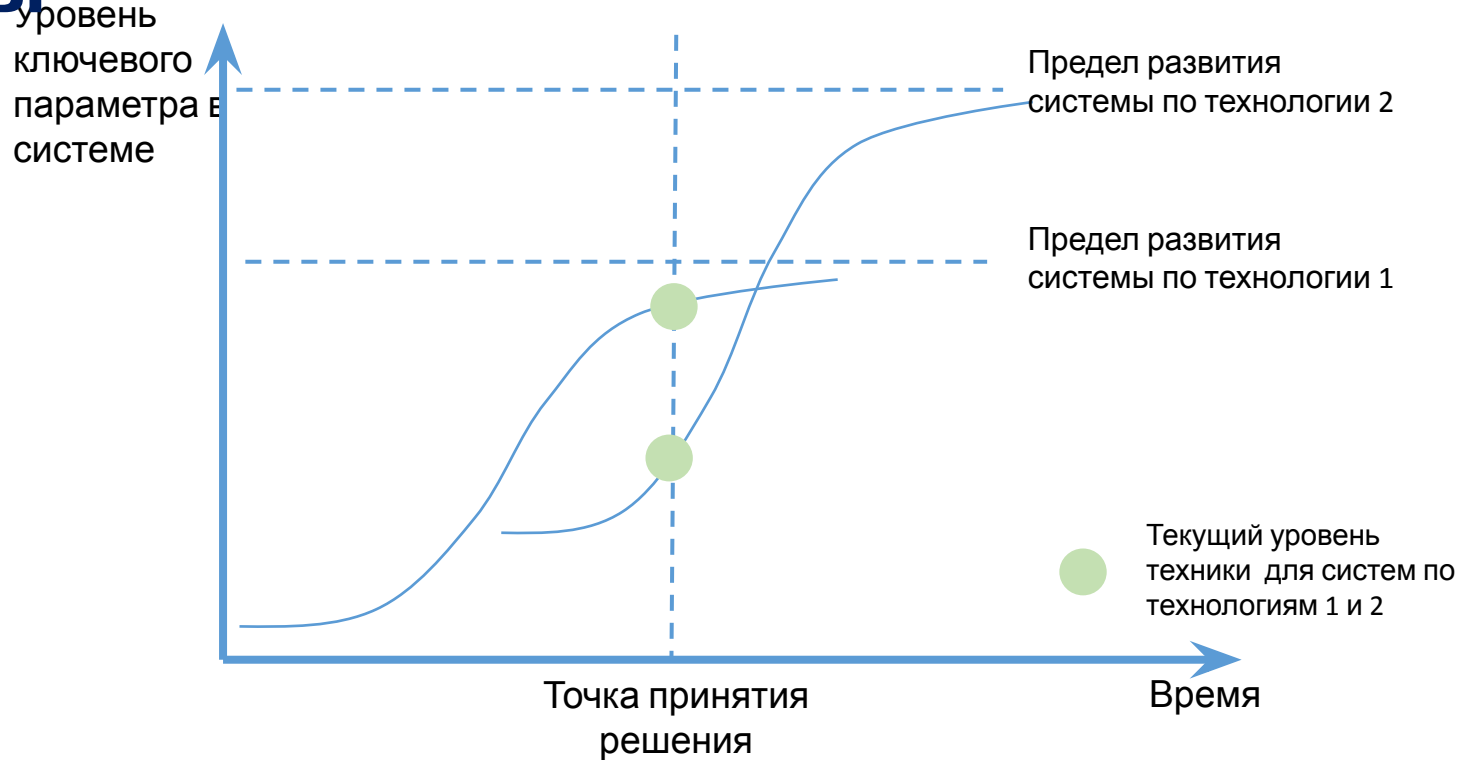


Систему можно понимать как использование разных принципов действия для все более эффективного получения потребительского результата

# Варианты прогнозирования



# 1. Определение предела развития для используемой системы



- **Предел развития** (внутренние ограничения развития системы) – теоретический предел реализации измеряемого параметра системы, реализованной на определенном принципе действия.
- **Принцип действия** – это тот комплекс явлений и эффектов материального мира, который реализуется в технической системе для получения требуемого результата (величин ключевых параметров).



# Ремень безопасности в автомобиле



Чем определяется предел развития системы «ремни безопасности»?



# К пределу развития

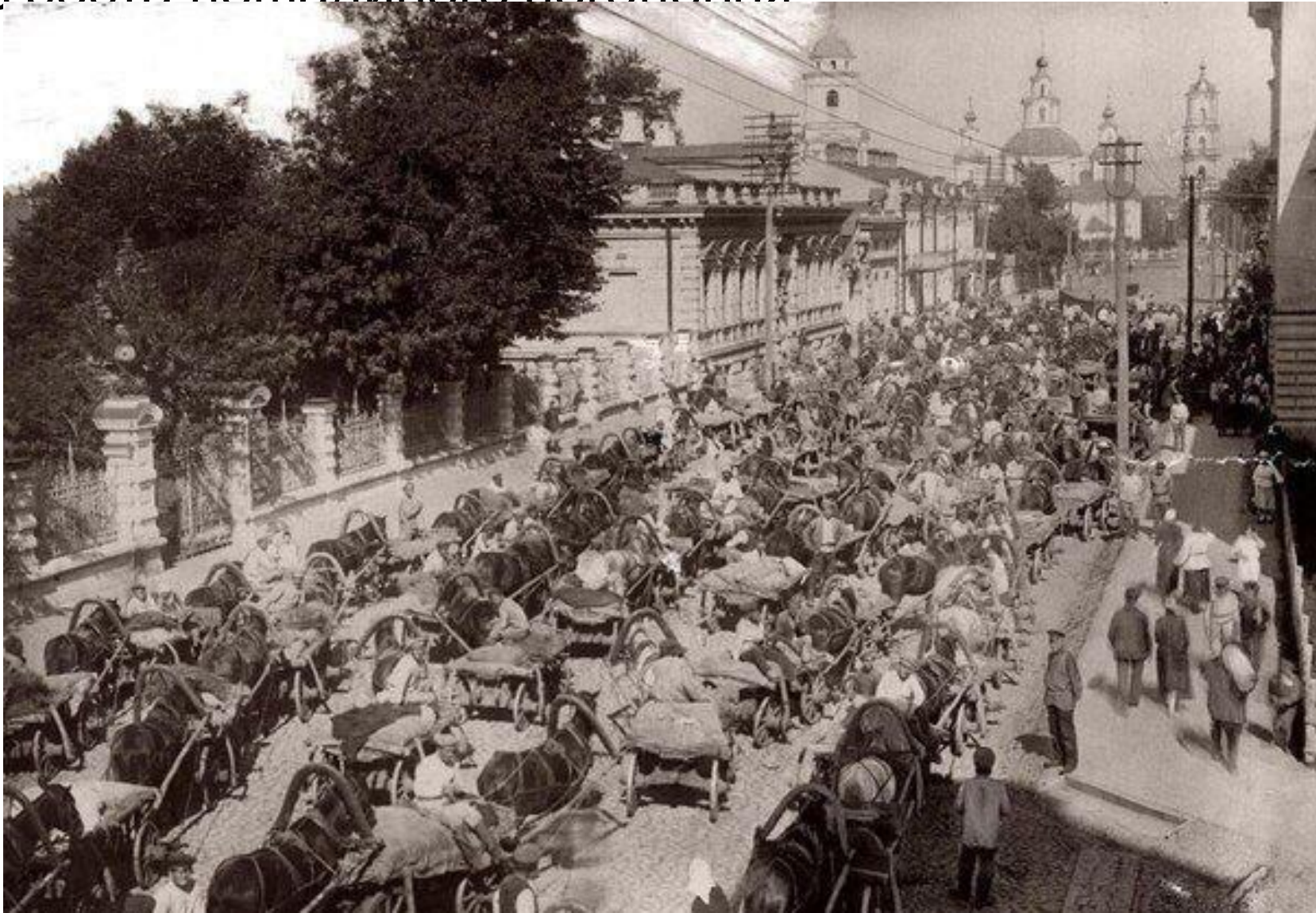
## Прогноз развития автомобилизации

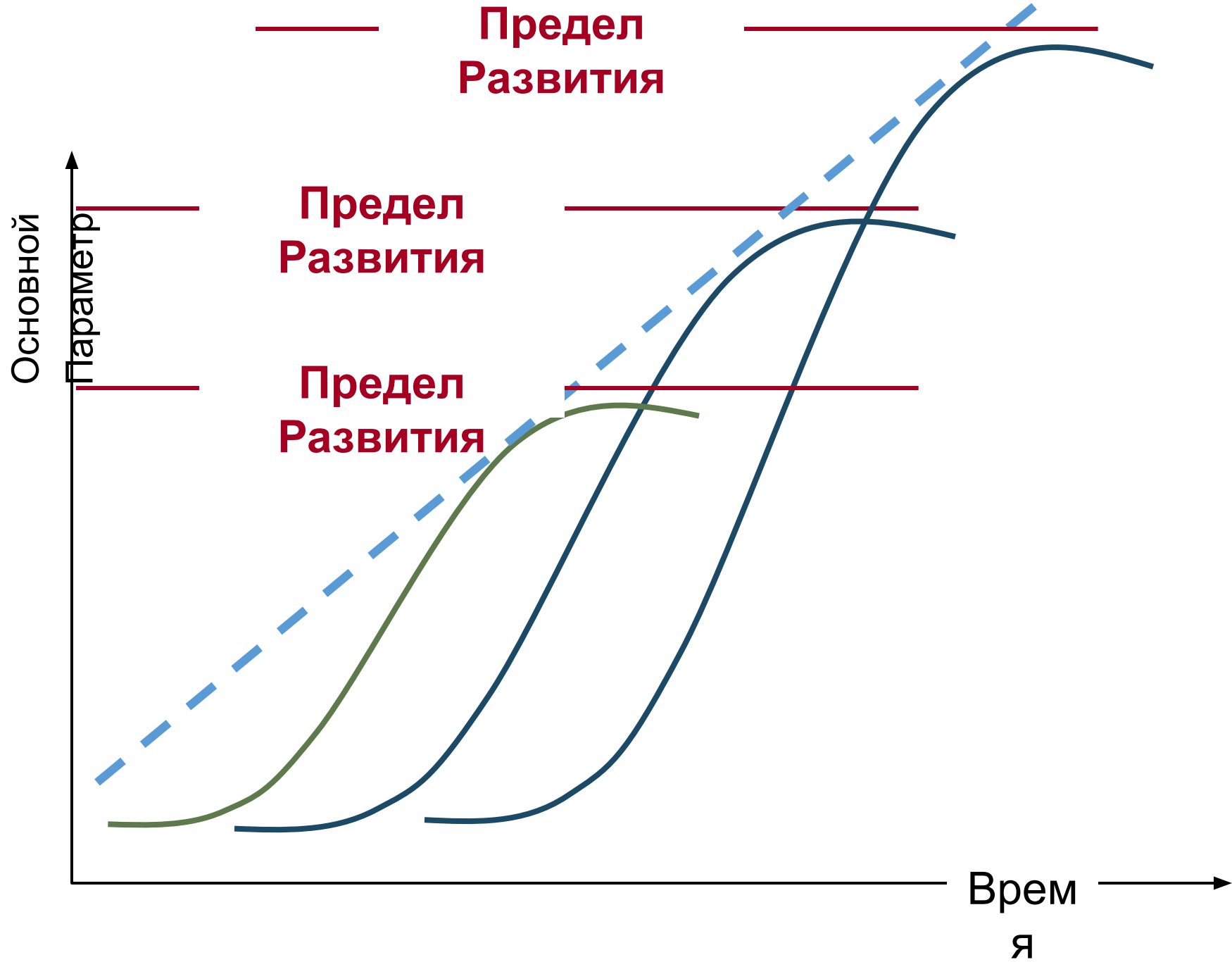


Москва, 1923

# К пределу развития

Прогноз роста пошадного поголовья

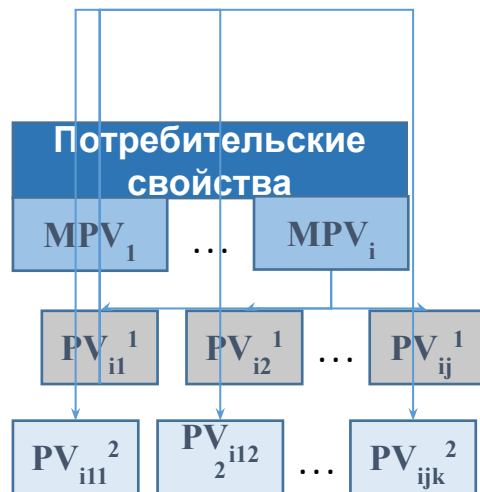




- При развитии Технической Системы, эволюция значения каждого основного параметра (КПТ) описывается S- кривой во времени.

Системы развиваются до исчерпания потенциала заложенного в них принципа действия.

Не имеет смысла совершенствовать систему, потенциал которой исчерпан.



Speed limit: 9M



Speed limit: 4M

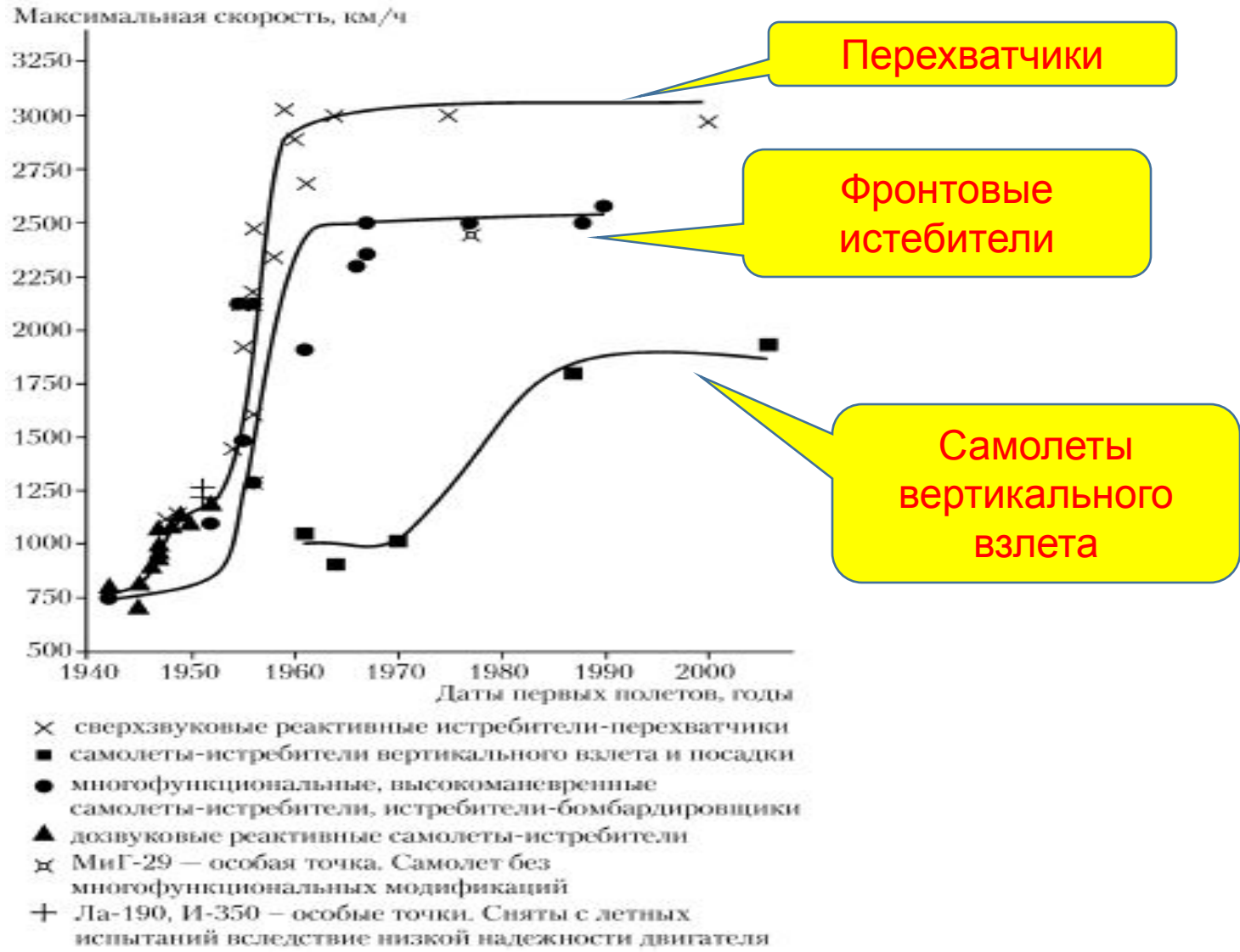


Speed limit: 1M

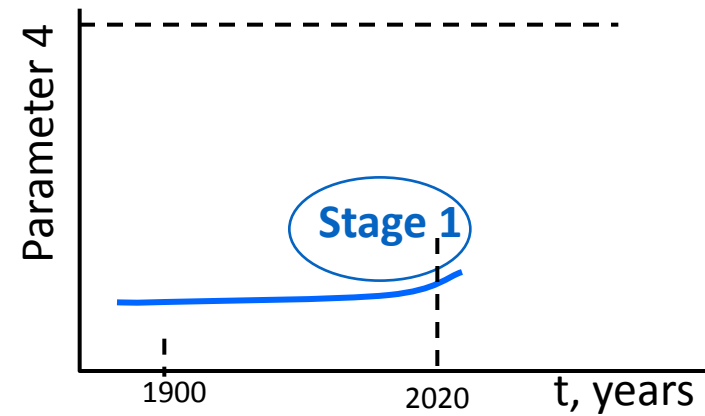
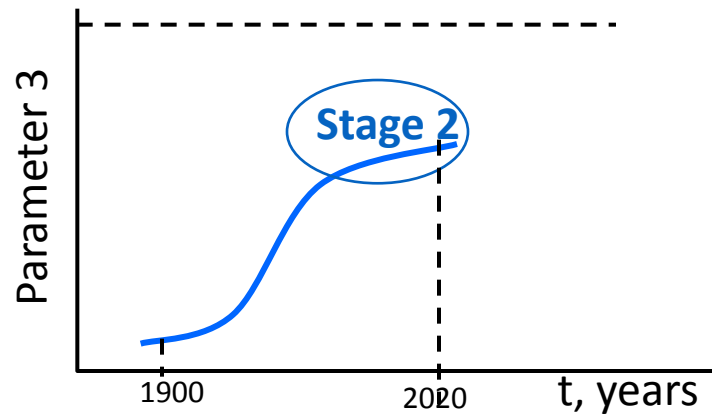
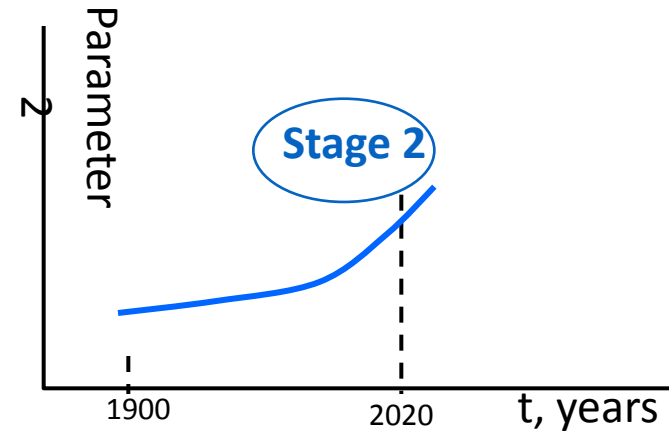
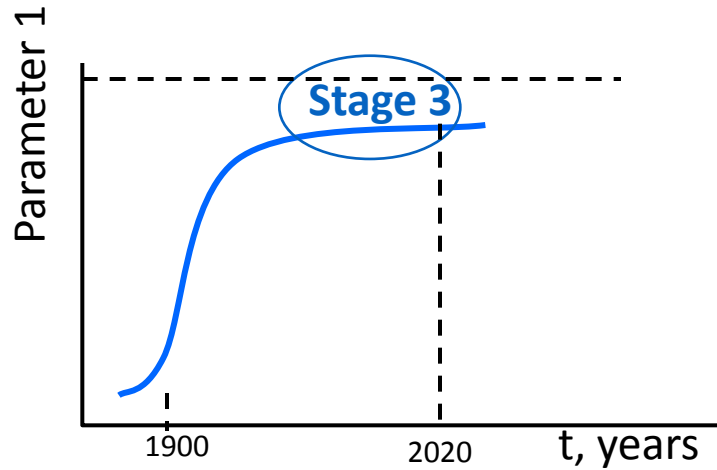


# Оценка системы по одному параметру

Оценка системы по одному параметру совершенно недостаточна



# КПТ системы могут находиться на разных этапах развития

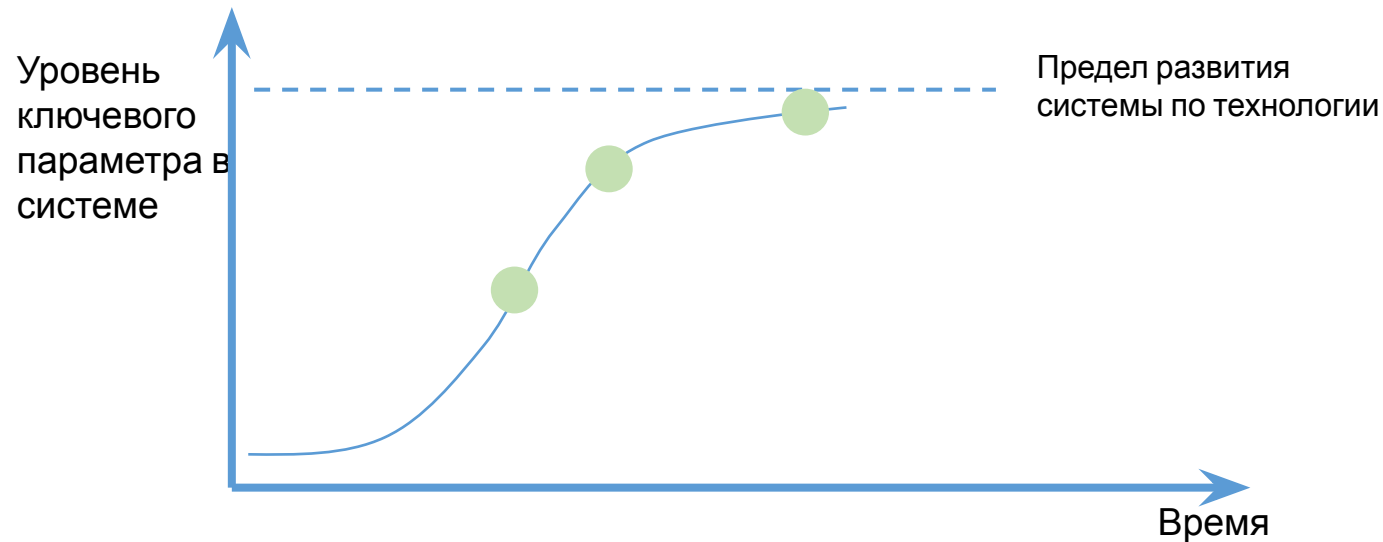


## Определить, на каком этапе находится система по выбранному комплексу параметров и сформулировать рекомендации по её развитию

Оценка уровня развития системы по ее ключевым характеристикам, традиционно ведется в ТРИЗ на основе того, на какой части траектории развития находится совершенствуемая (анализируемая) система. Для быстрой оценки этапа требуется иметь две количественных оценки – величину достигнутого уровня контролируемого параметра и ожидаемый предел его развития. Если достигнутый показатель составляет примерно 0,3...0,6 теоретически возможного предельного состояния, то система скорее всего находится на втором этапе.

Если достигнутый показатель составляет 0,6...0,8, то система вероятнее всего находится на третьем этапе своего развития.

Система, находящаяся на четвертом этапе может иметь показатели как 0,8...0,9, так и ниже, если они снижаются относительно ранее достигнутого уровня.



# Выявление предела развития системы.

Структурно инструмент представляет собой последовательность операций, включающую

1. Выявление ключевой характеристики, которую требуется развить;	Комфортность мебели
2. определение измеряемого параметра, отождествляемого с развиваемой характеристикой;	Мягкость поверхности
3. выявление способов реализации измеряемого параметра в системе заданного типа;	Все более податливая набивка
4. Выявление предела развития способа	Набивка сжимается до твердого основания
5. выявление при необходимости внешних факторов, мешающих дальнейшему развитию в системе измеряемого параметра;	Запрет на использование синтетических материалов.



**Система сушки  
спортивной  
обуви**



- Крупная компания ищет возможность выйти на рынок сушки обуви. План – найти интересный и перспективный проект, небольшую компанию, владеющую патентами в этой области, чтобы, вложив средства, быстро стать лидером на этом рынке.

# 1. Выявить ключевые ценностные параметры (MPV)

Example: *Drying System for Athletic Shoes*

MPVs
Сохранность обуви
Удобство пользователя
Цена
Эффективность сушки

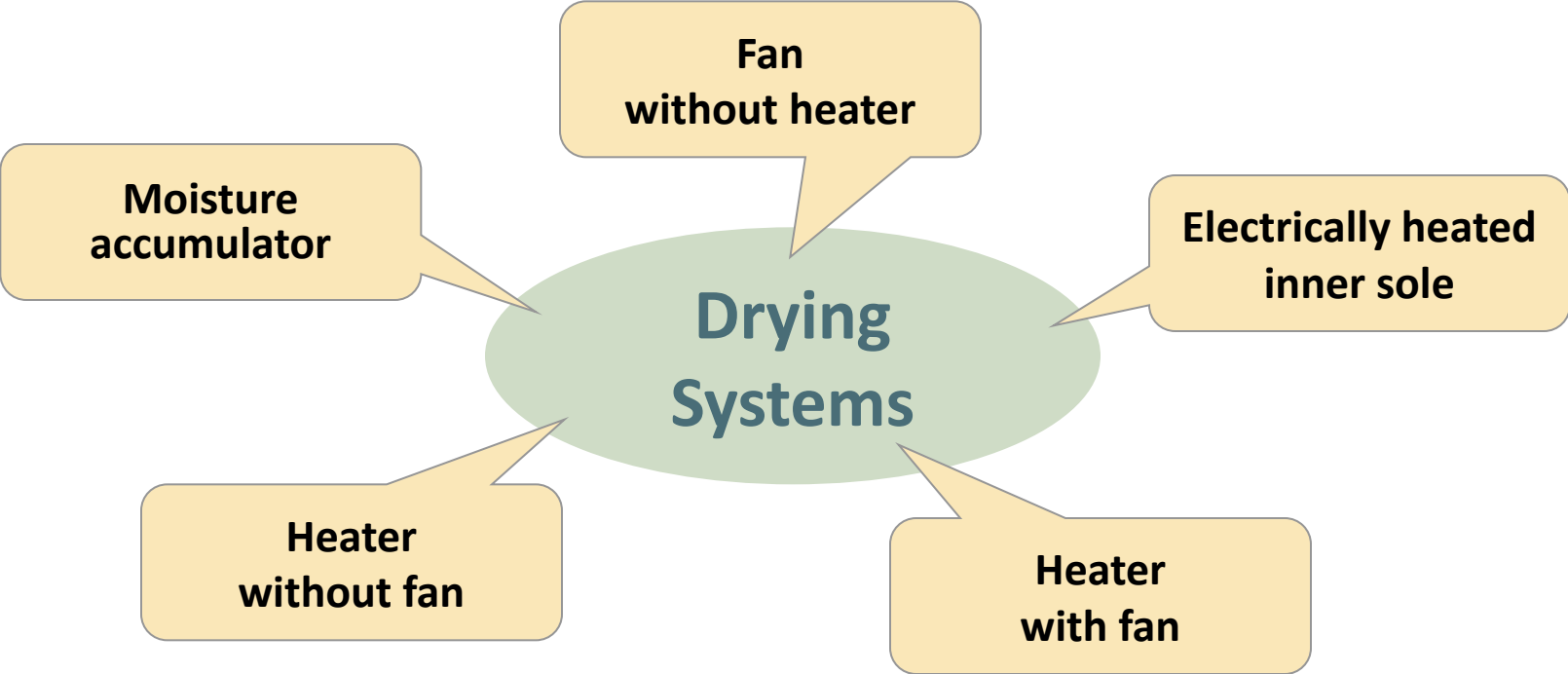
1. Determine the importance (weight factor) of each MPV

**Example: *Drying System for Athletic Shoes***

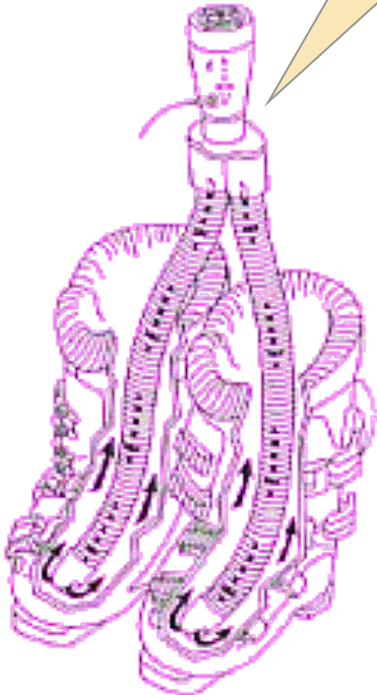
MPVs	Weight Factor
Сохранность обуви	4.0
Удобство	1.0
Цена	3.0
Эффективность сушки	5.0

Identify the competing systems to be compared

**Example: *Drying System for Athletic Shoes***



# Example: Competing drying system



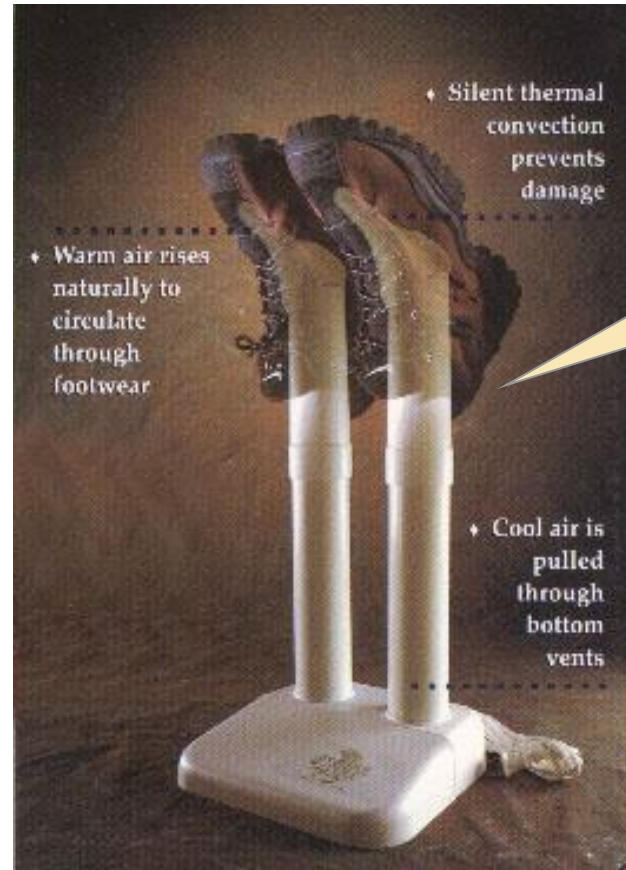
Fan without heater

## Example: Competing drying system



**Electrically heated  
inner sole**

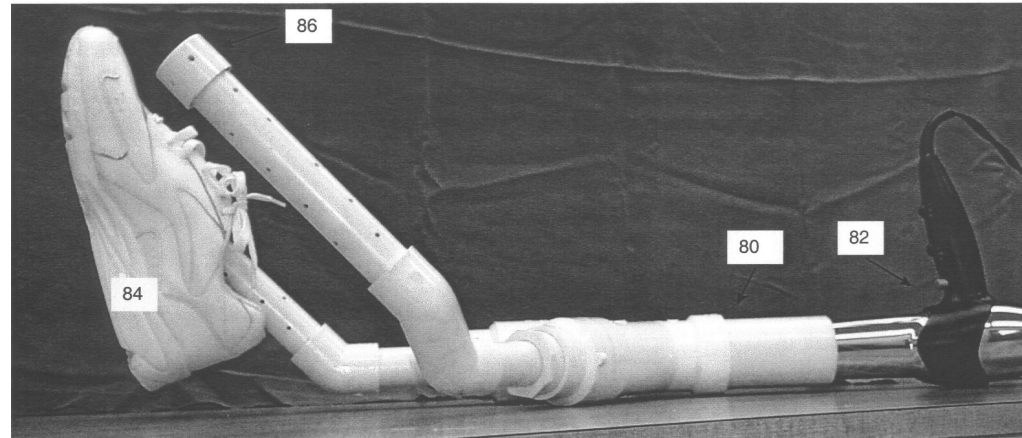
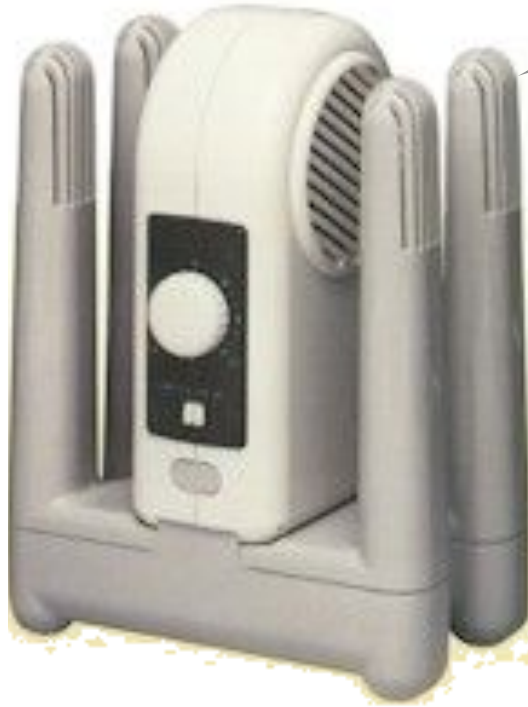
## Example: Competing drying system



**Heater without fan  
(thermal convection)**

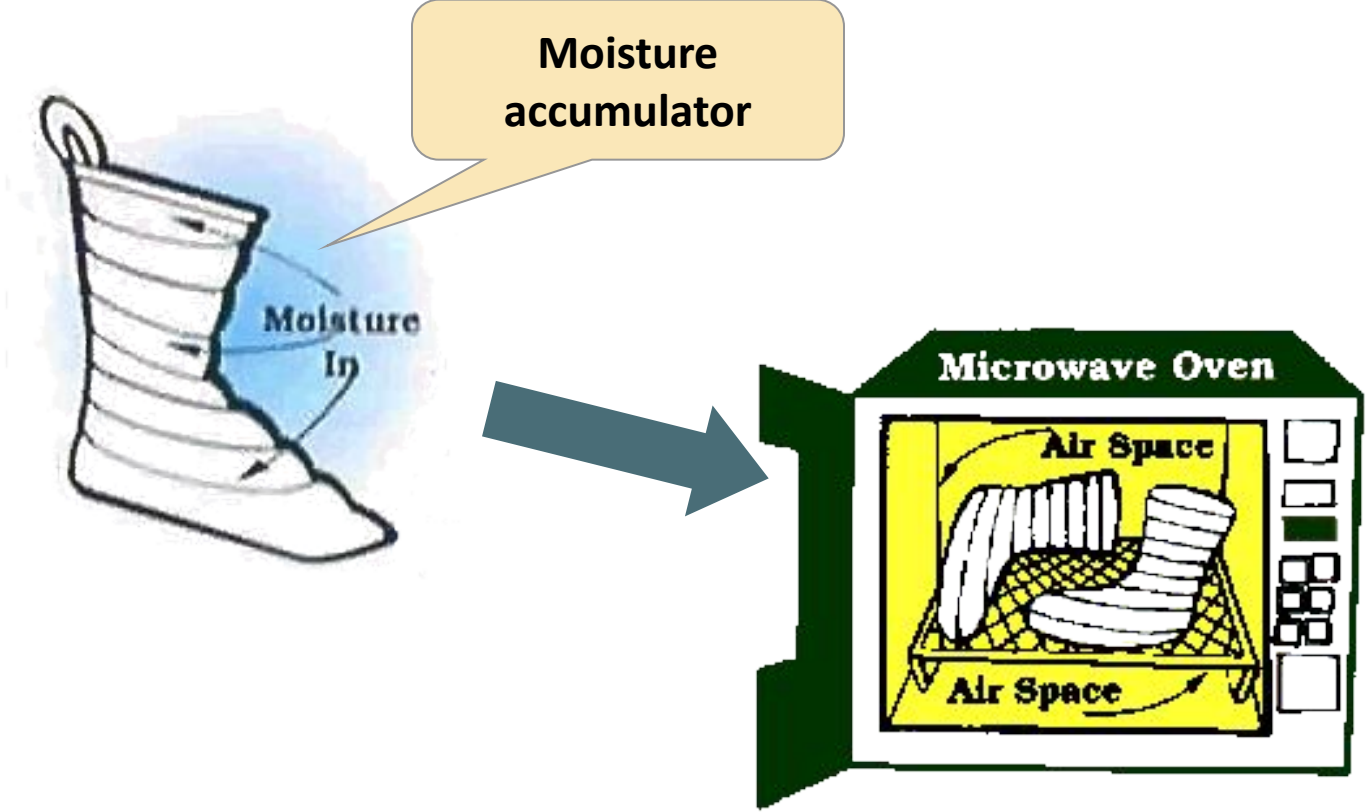
# Example: Competing drying system

Heater with fan

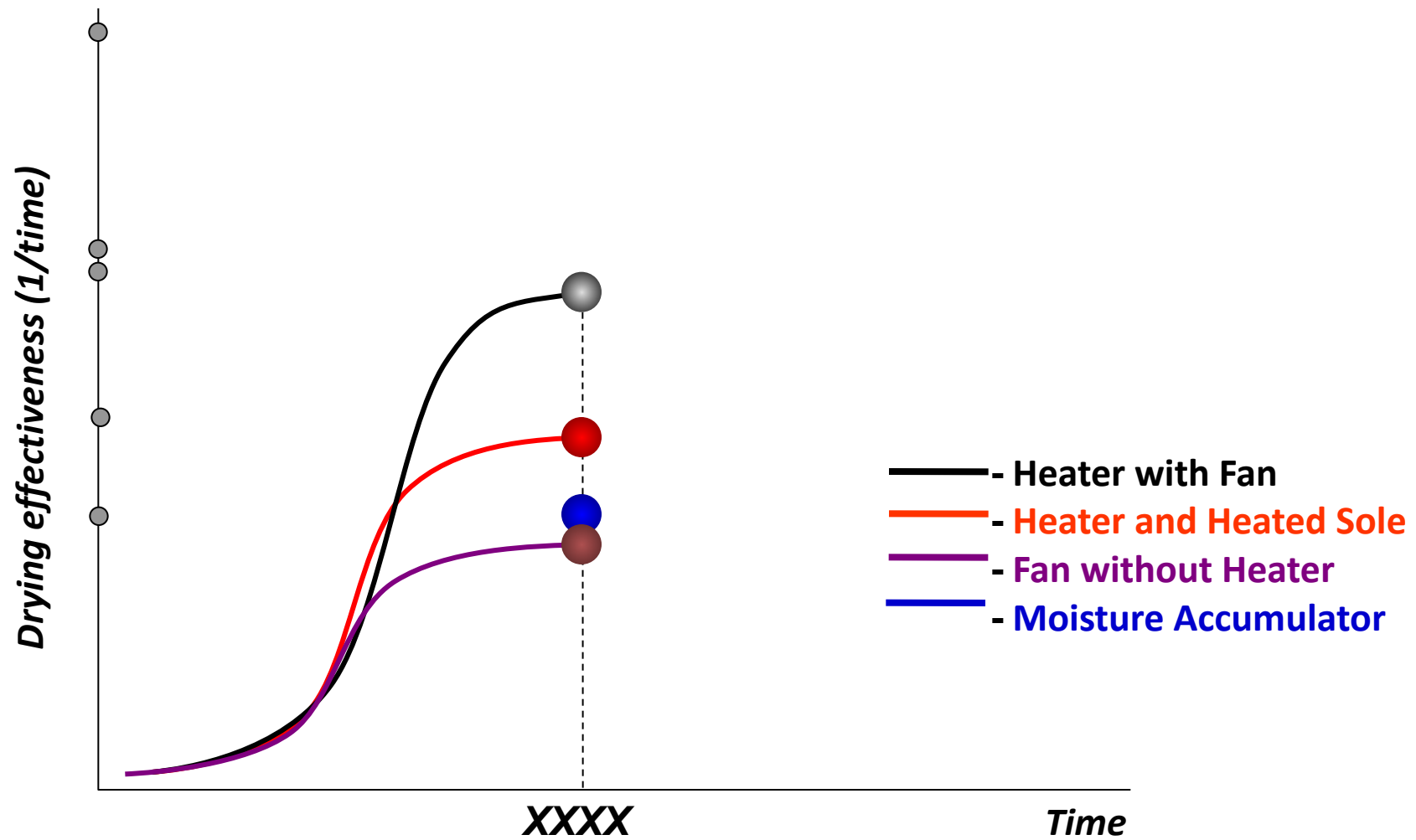




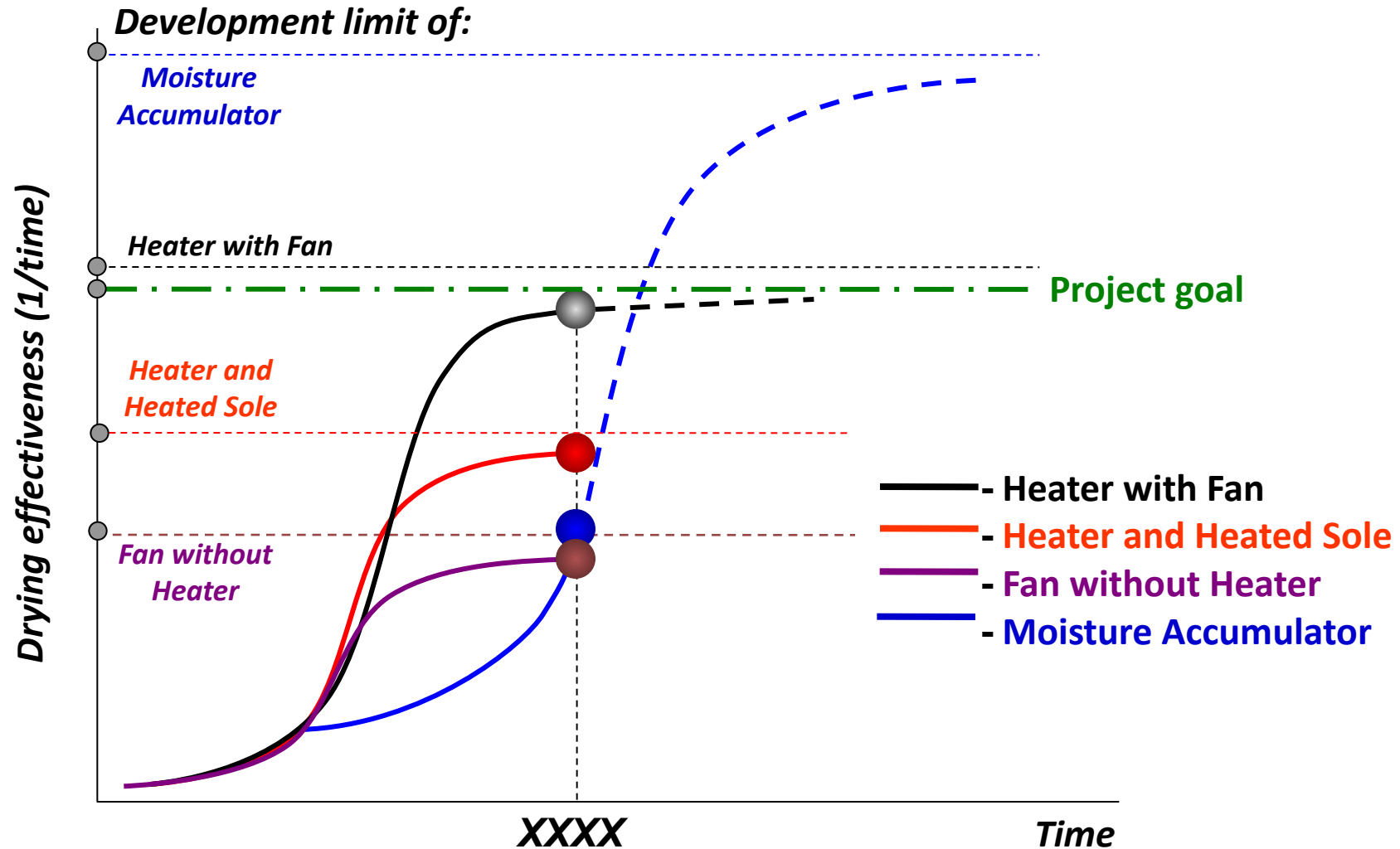
# Example: Competing drying system

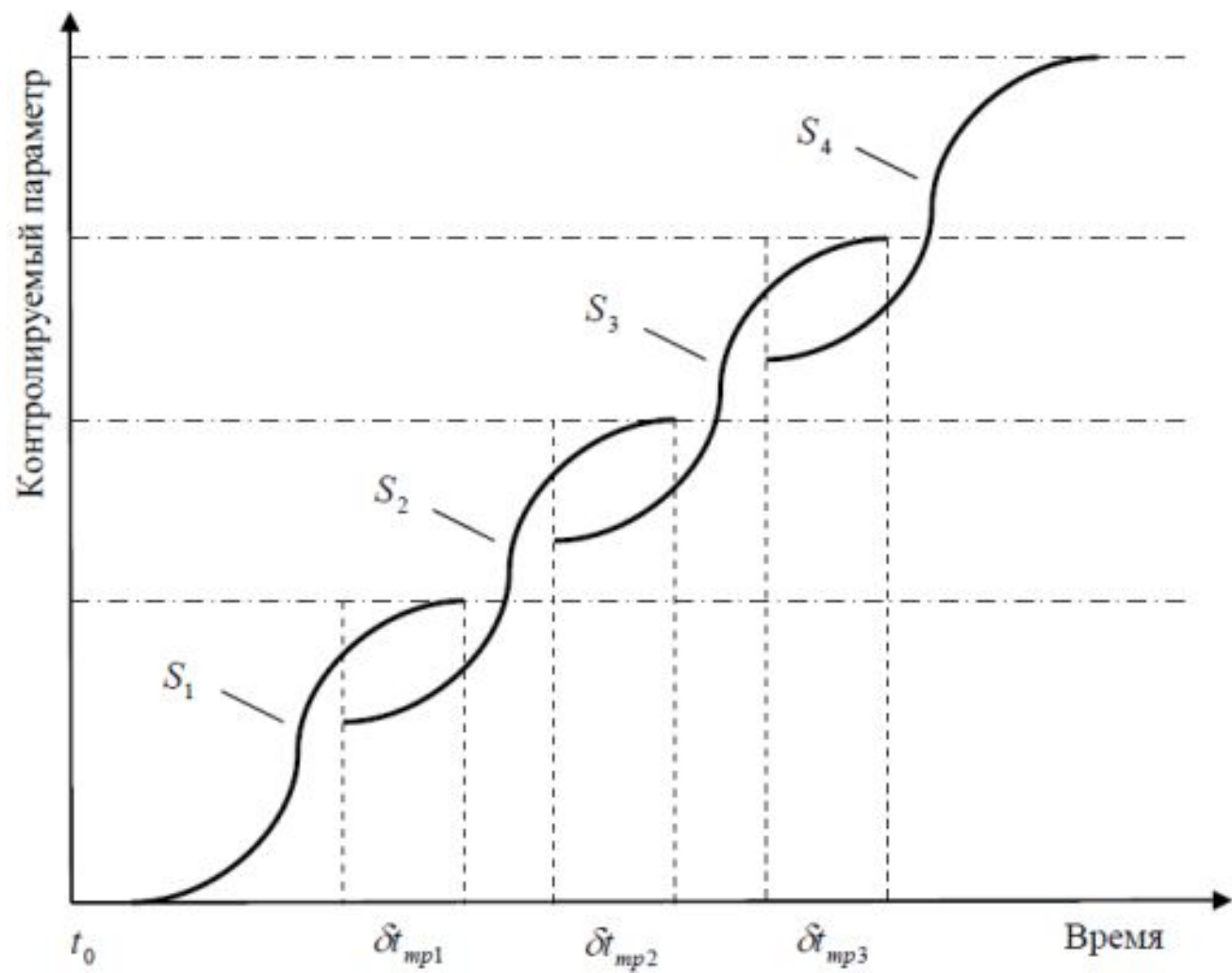


## Достигнутый уровень эффективности удаления влаги



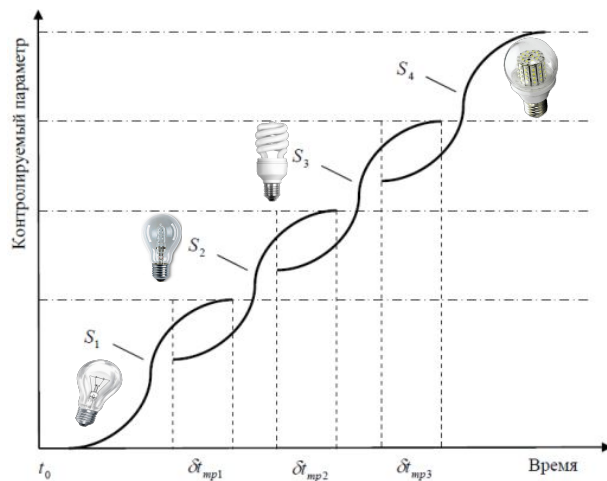
# Достигнутый уровень эффективности и потенциал развития





## Развитие технической системы (электрической лампочки)

Свето-отдача лм/Вт			
15	17	40	190

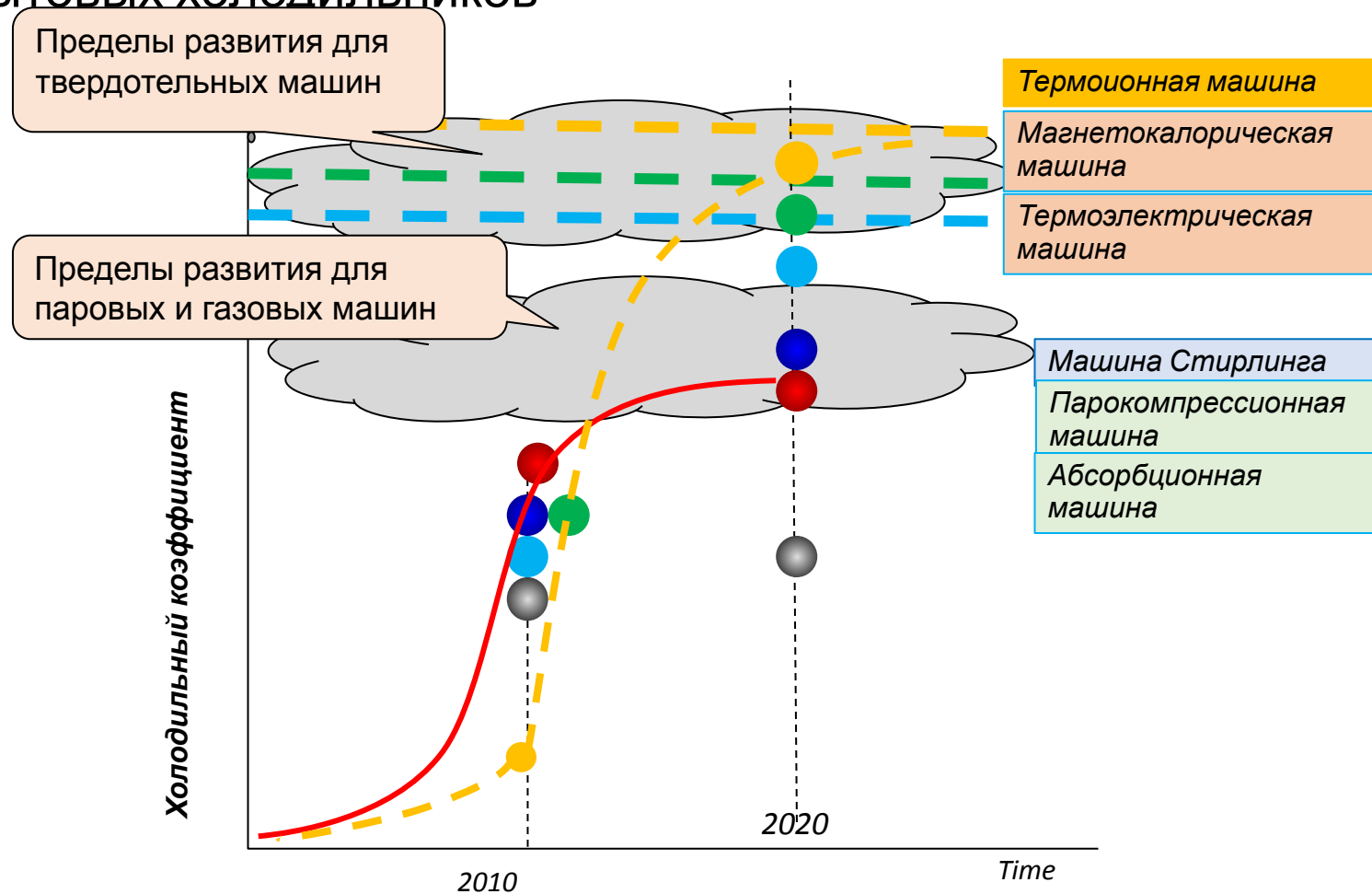


Как осуществлять переход с одной линии развития на другую  
Какой ансамбль характеристик считать окончательным.

# Выявление пределов может быть полезно для следующих целей:

- Показ возможностей и ограничений развития для различных принципов выполнения функции
- Наглядное сравнение с конкурентами
- Фиксация границ возможного развития продукта по всем направлениям
- Выявление абсолютного предела развития

# Стадии развития холодильных машин различных типов для бытовых холодильников

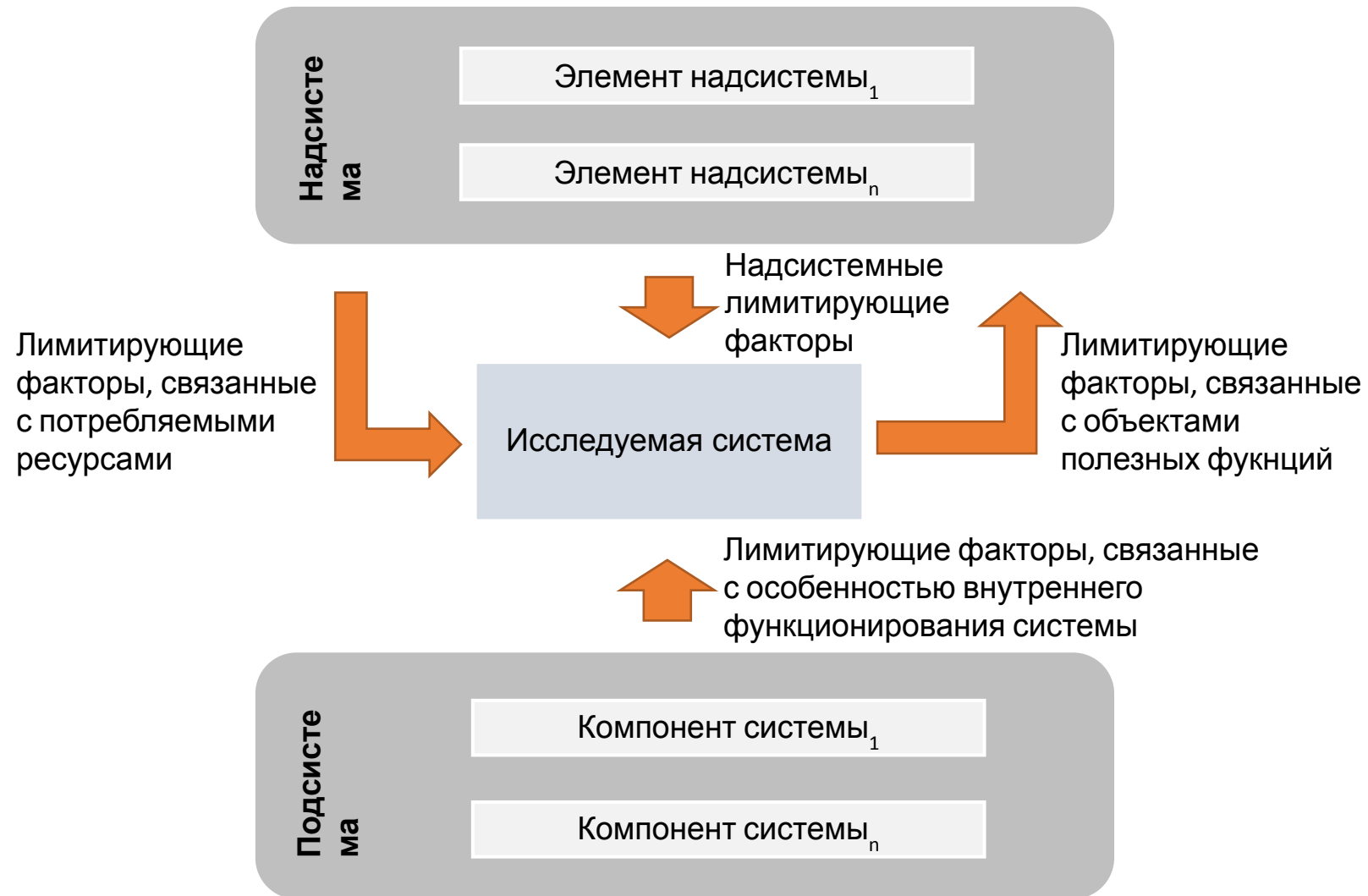


**Почему ПКХМ находится на третьем этапе и предел его развития ниже предела развития твердотельных ХМ**

- Плотность твердотельных охладителей как минимум в 7 раз выше и это позволяет получать те же характеристики охладителя при меньших объемах
- Невозможность уменьшить тепловые потери в ПКХМ из-за фиксированной температуры кипения хладагента так же технологично, как в твердотельных охладителях, за счет уменьшения перепада температур между охладителем и охлаждаемым телом (сейчас они более 50% от всех тепловых потерь)
- Даже в случае разработки идеального компрессора с КПД равным 1 (КПД действительного компрессора сейчас 0.7-0.8), тепловые потери в ПКХМ уменьшатся лишь на 20%. Это эффективно в ближней перспективе, но не дает возможность ПКХМ достигнуть уровня твердотельных охладителей в дальней перспективе.



# Лимитирующие факторы развития



### Внешние лимитирующие факторы

- Сырьевые (комплектующие);
- Коммерческие;
- Экономические;
- Экологические;
- Правовые;
- Инфраструктурные.

Способы оценки внутренних пределов развития системы по выбранному параметру;

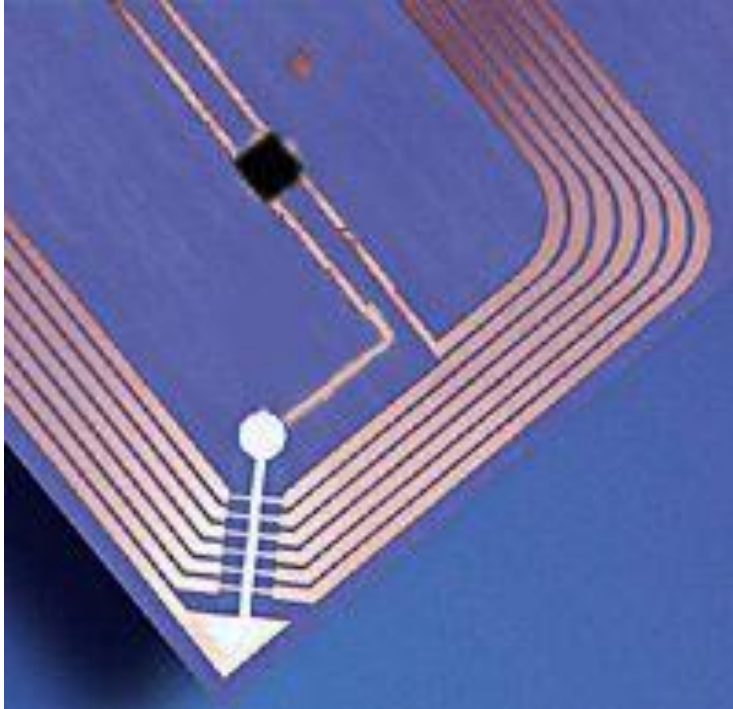
- выявление пределов на основе анализа модели принципа действия;
- выявление пределов на основе приблизительной оценки (различных способов декомпозиции системы);
- сравнительные способы определения предела.

Выбор конкретного способа оценки зависит от наличия или отсутствия ресурсов, времени и глубины понимания реализуемых системой процессов.

# Способы определения пределов



# Решательные механизмы ТРИЗ: проект «СМ-2»



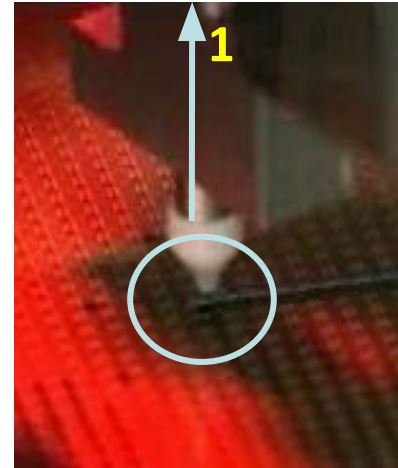
**Необходимо в 50 раз повысить количество собираемой продукции на тех же площадях.**



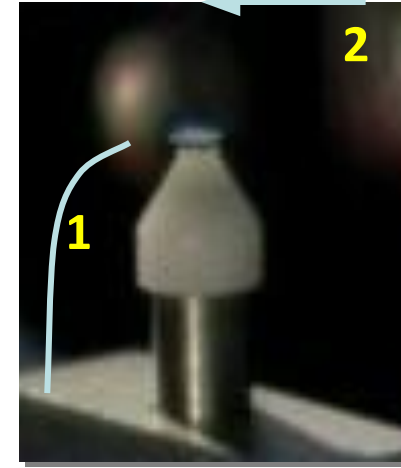
1. Кремниевая пластина с чипами помещается на горизонтальный столик. Захват-1 опускается на пластину



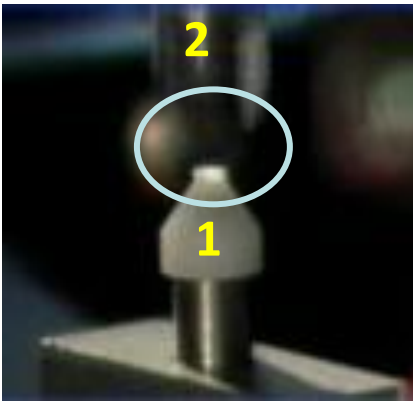
2. Захват-1 прикрепляется к чипу на пластине (вакуумным присосом)



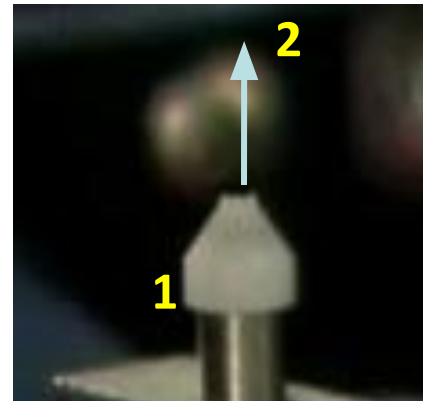
3. Захват-1 с чипом поднимается и чип отделяется от пластины



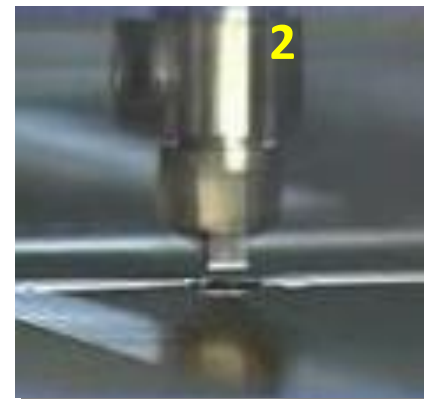
4. Захват-1 разворачивается на 180°. Захват-2 подходит к захвату-1 и опускается на него



5. Захват-2 присасывается к чипу (с помощью вакуума)



6. Захват-2 с чипом поднимается, при этом захват-1 отпускает чип

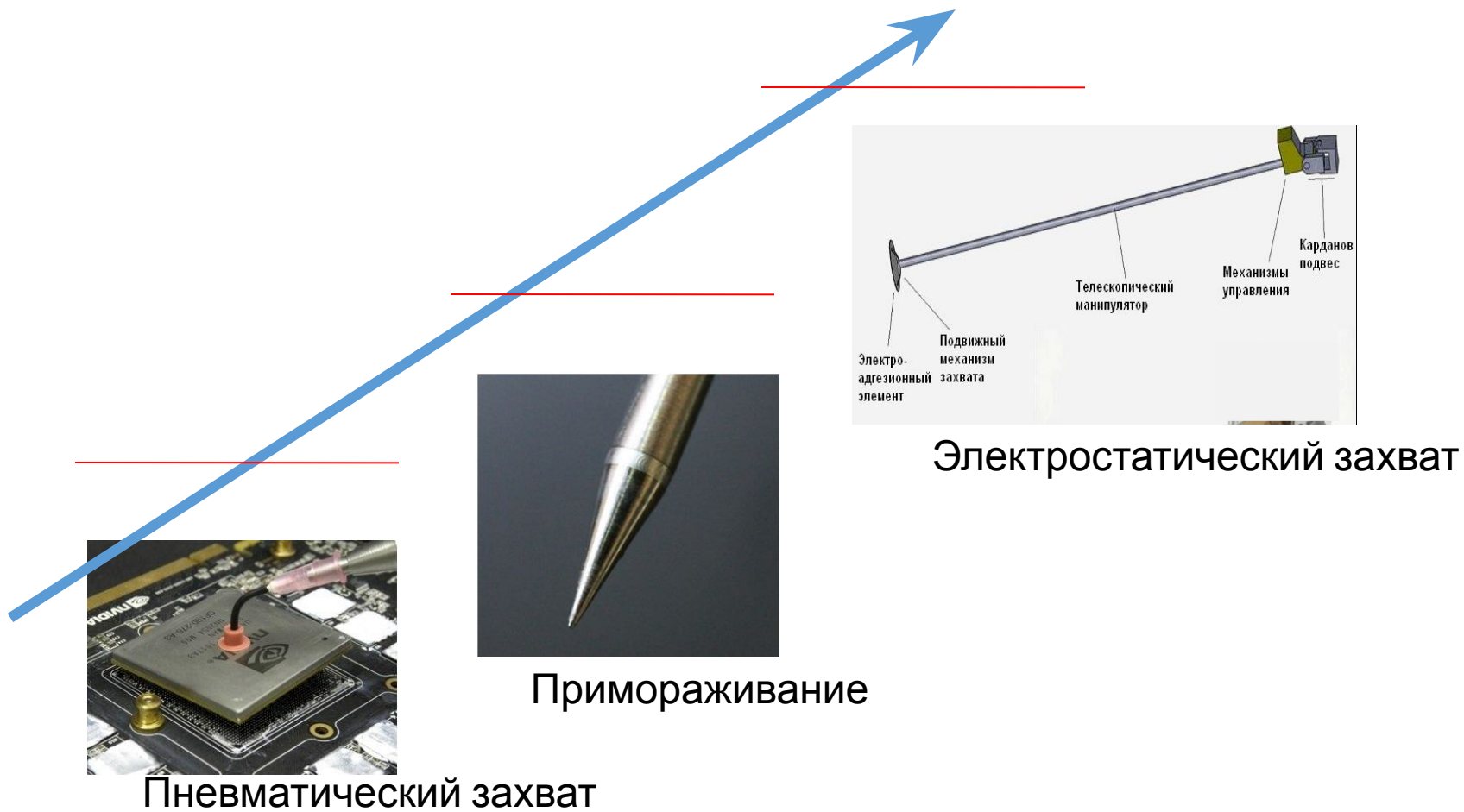


7. Захват-2 движется к ленте с антеннами и устанавливает чип на контактные



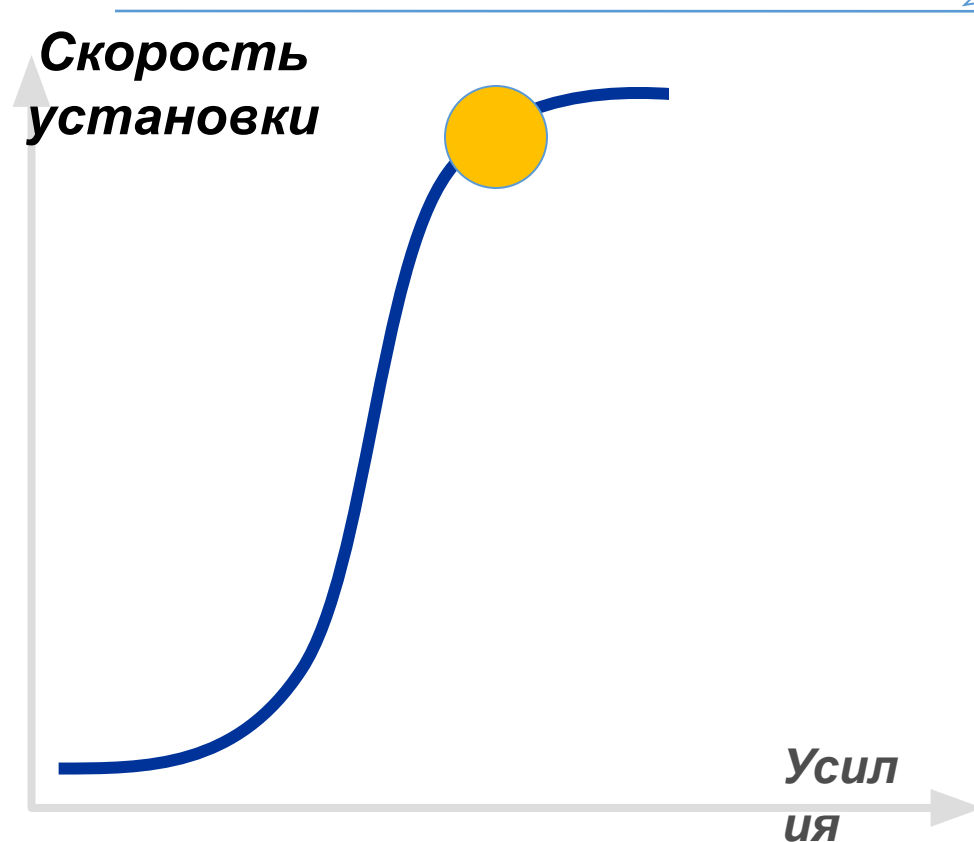
8. Захват-2 отпускает чип и возвращается к захвату-1. Антенна удерживает чип, образуя с ним электрический контакт

# Требуемая скорость соединения



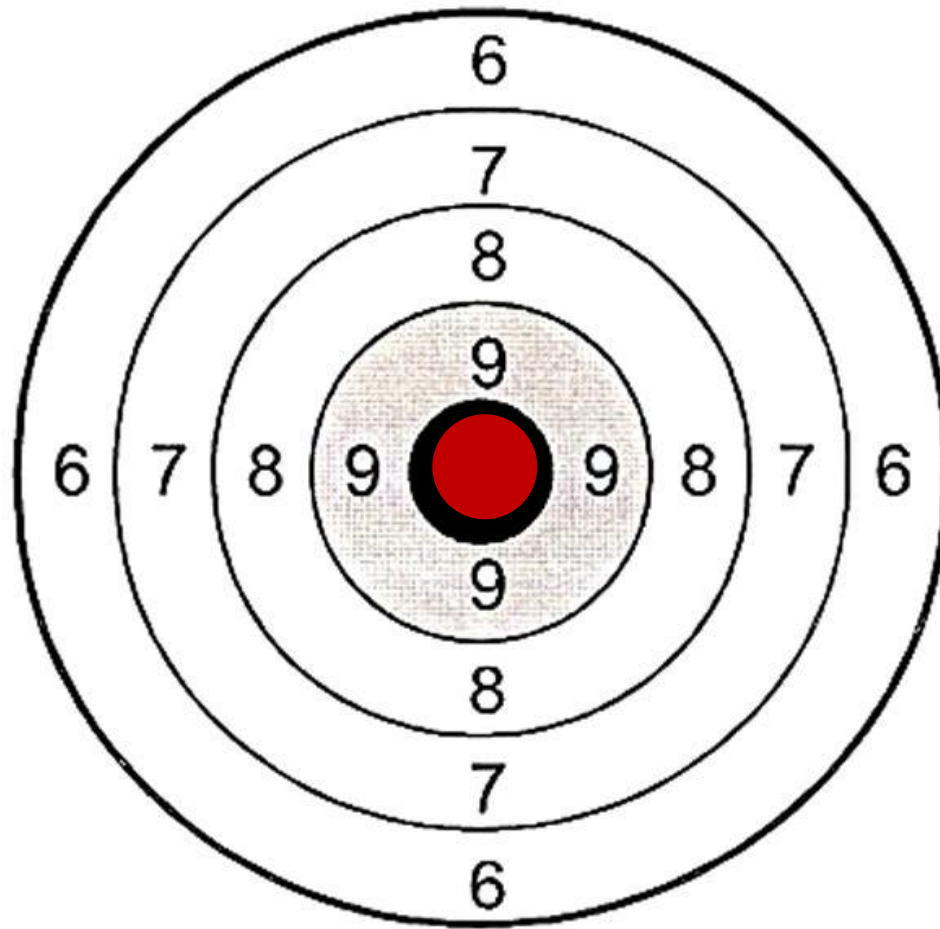
Ускорению сборки мешает медленное прицеливание при посадке чипа на контакты.

Предел развития для используемой технологии «прицеливание»



Чтобы попасть в центр мишени, нужно прицелиться. На это уходит время. Как мгновенно попасть в центр?

Предложено создавать антенну, то есть «мишень» во время установки чипа на поверхность.



Новая концепция сборки позволила выполнить задачи проекта.





«Эти парни понимают наши цели, но подходят к заданиям с совсем иным набором предположений и допущений. Они помогают нам разрабатывать совершенно новые концепции и конструкции, а также учитывать детали, о которых мы ранее даже не подозревали. Они научили нас новому и исключительно ценному мышлению»

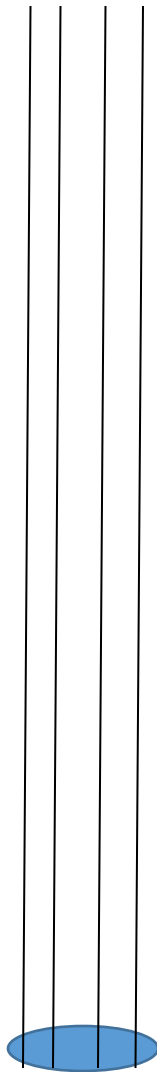
Тэд Гудвин, топ менеджер компании Appleton  
Papers

.

# Этапы развития

## Построение S-образной кривой развития

«Ключевые потребительские ценности»,  
или «контролируемые параметры»



Нам нужно понимать всю  
совокупность контролируемых  
параметров

## Парусная яхта

Ключевые потребительские ценности

Скорость хода

Остойчивость

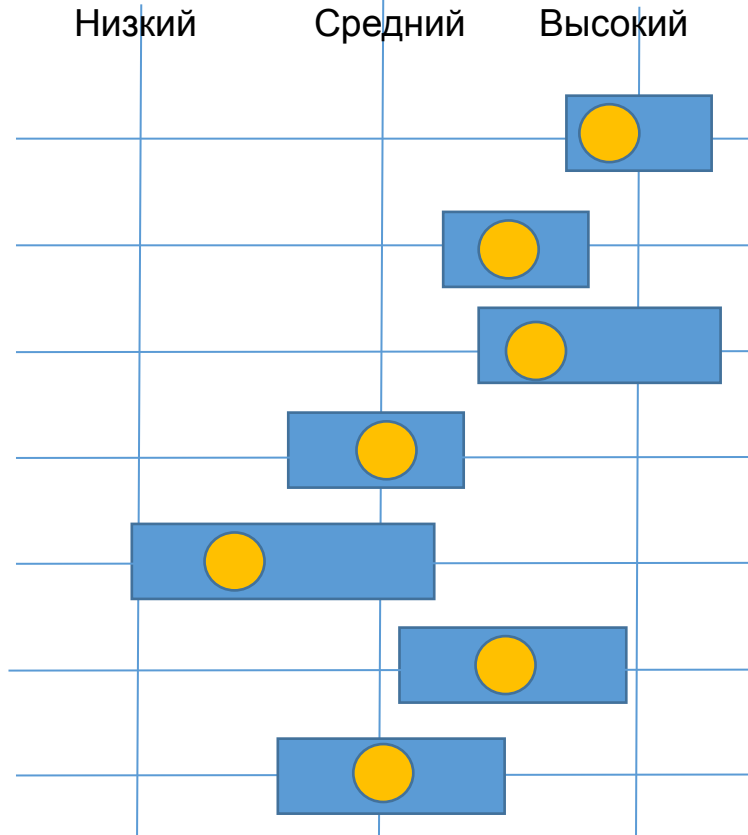
Комфортность

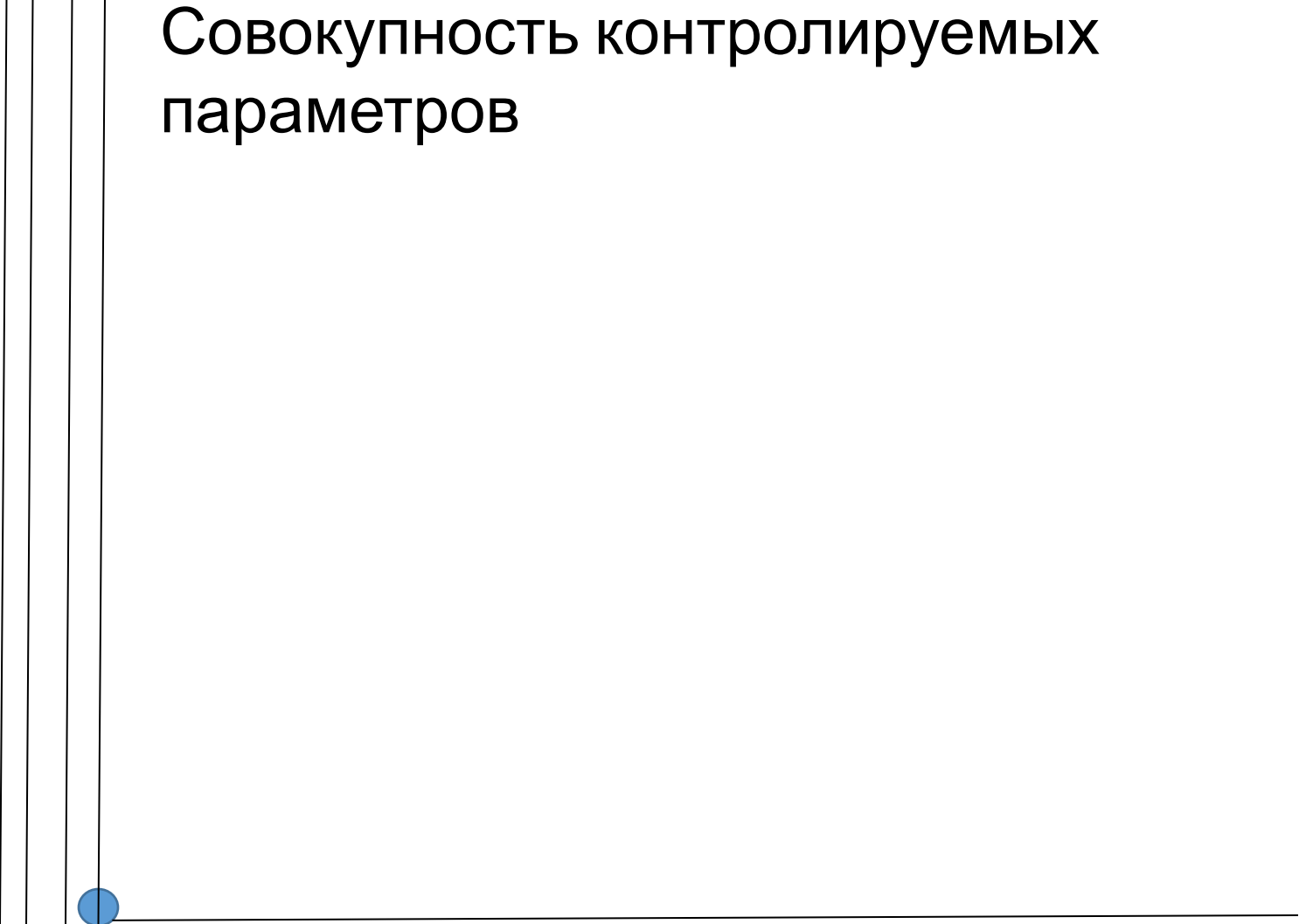
Живучесть при  
повреждениях

Простота управления

Экономичность  
обслуживания

Автономность





Совокупность контролируемых параметров

Определим, что откладываем по оси абсцисс

Совокупность контролируемых  
параметров

Время;  
Время системы;  
Усилия по развитию.

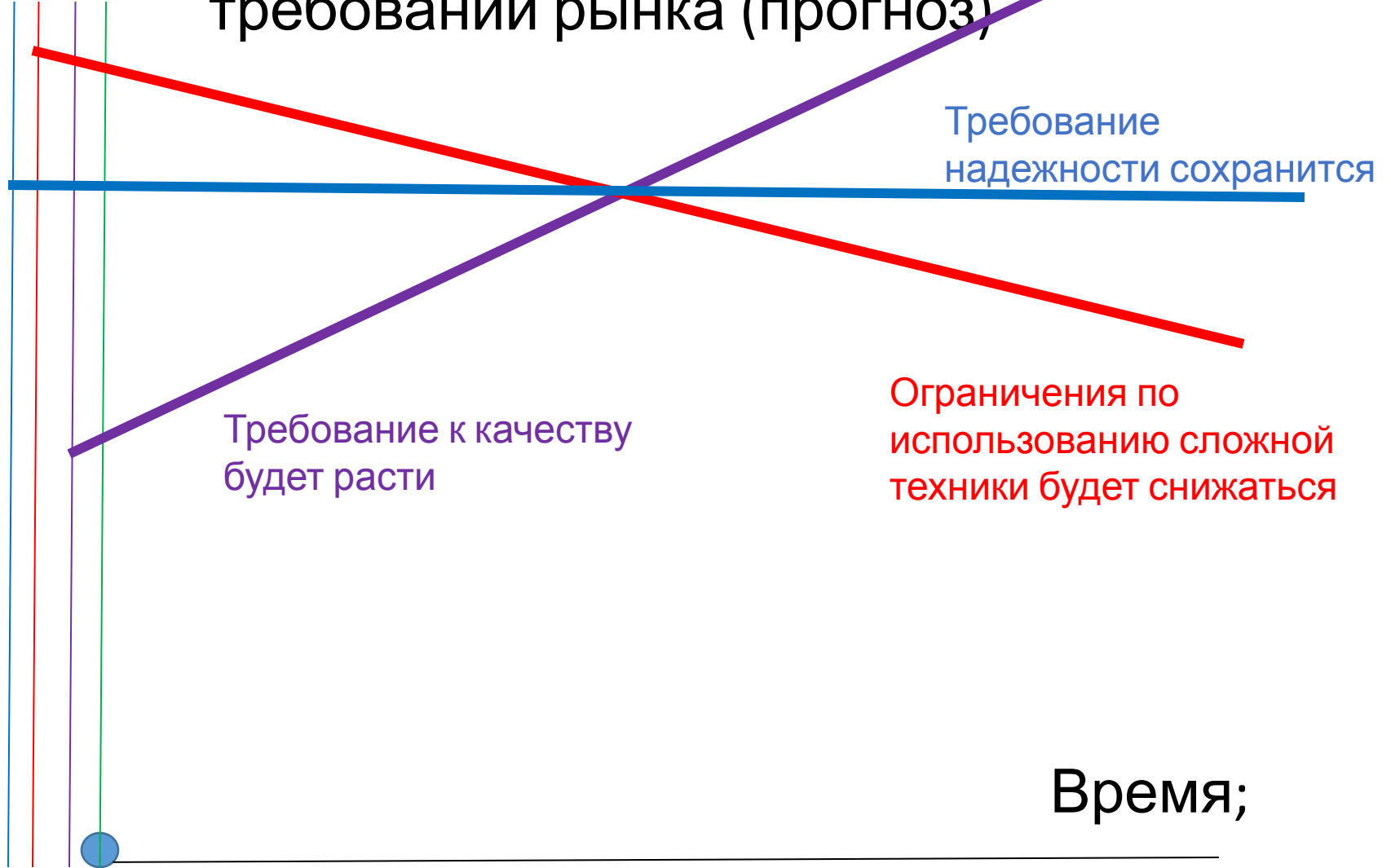
Время – при оценке конкурирующих систем.

Время системы ;  
Усилия по развитию.

при оценке  
возможностей  
развития своей  
системы.

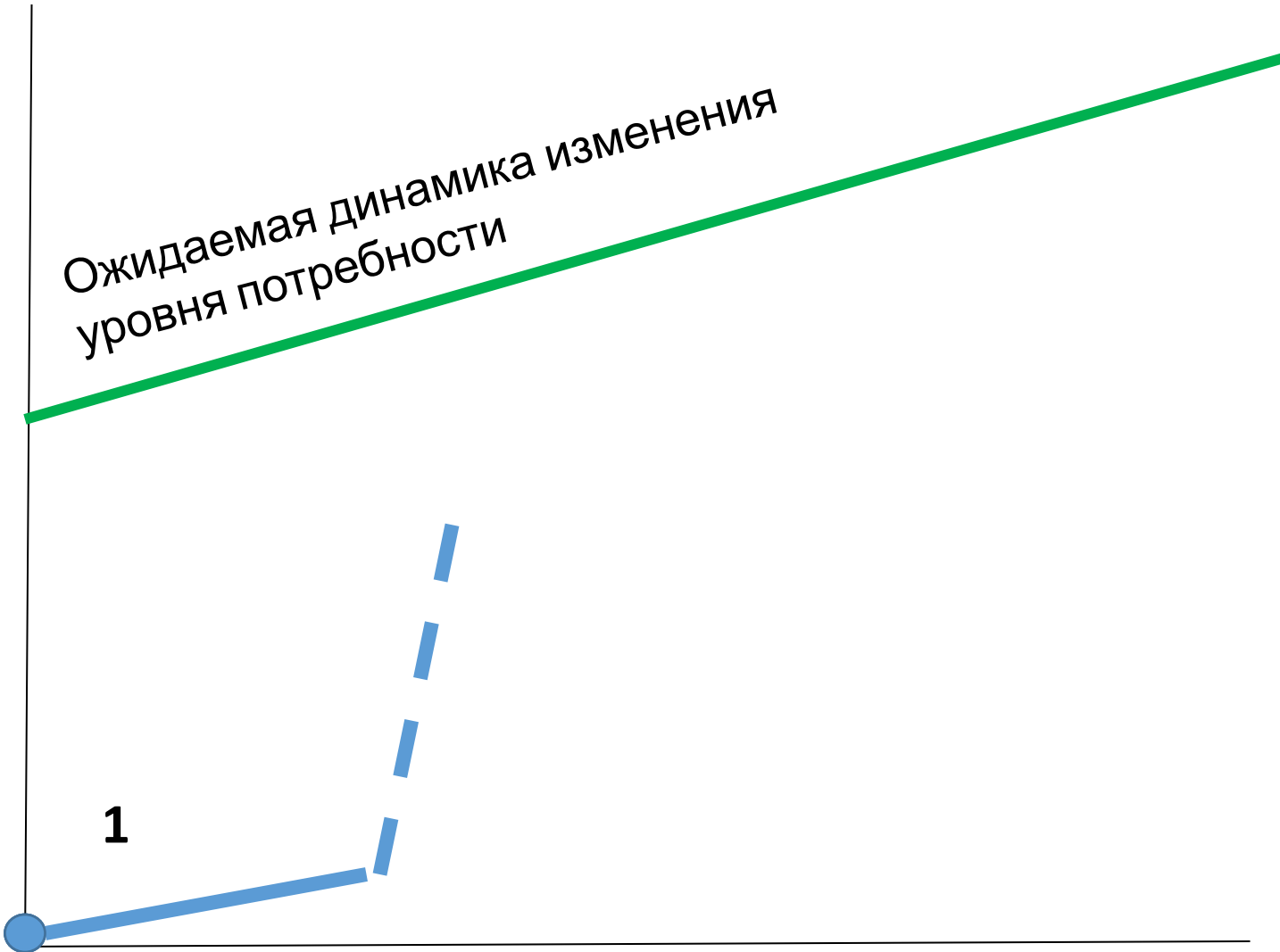
# Ожидаемая динамика развития требований рынка (прогноз)

Совокупность контролируемых параметров





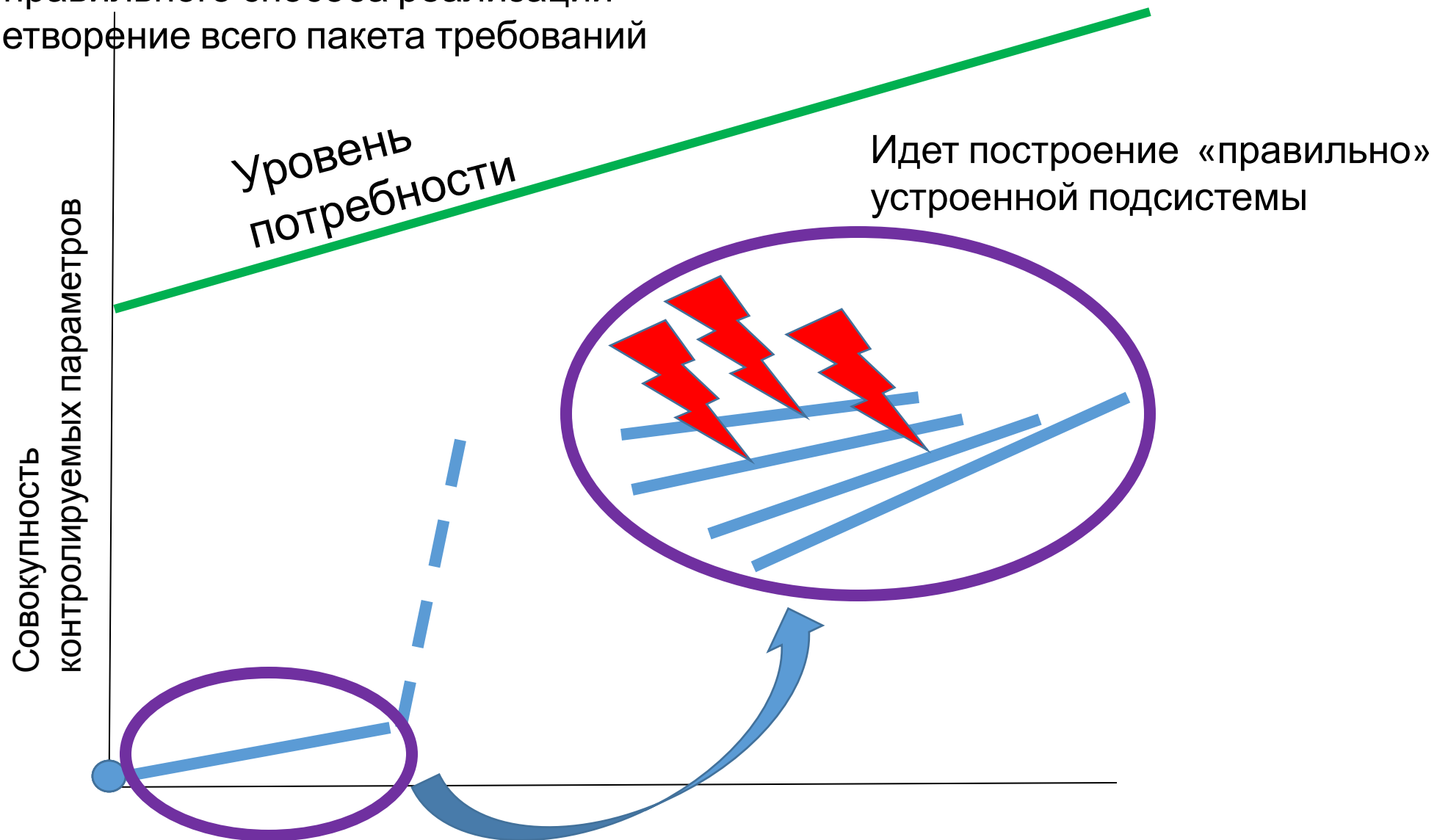
Совокупность  
контролируемых  
параметров



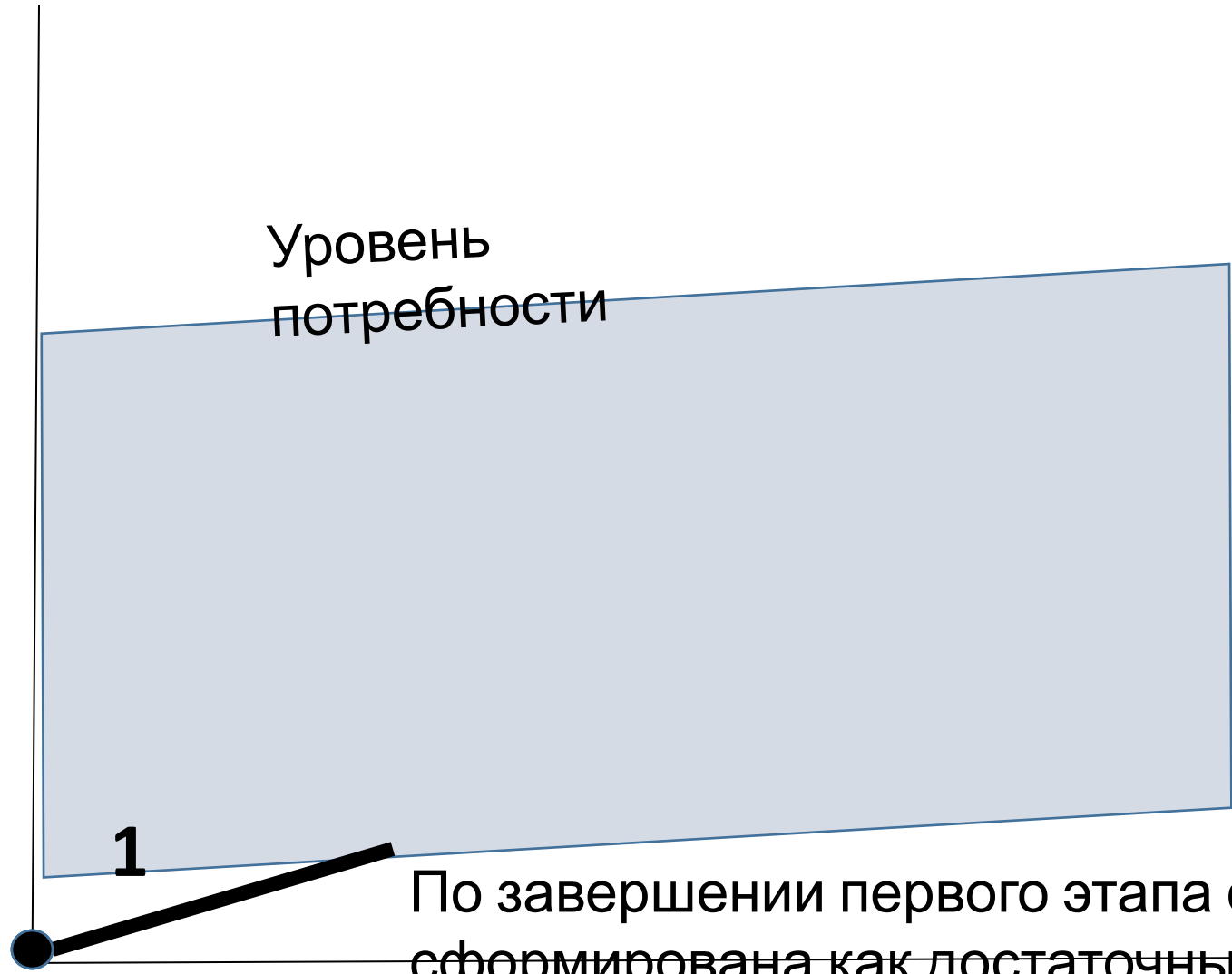
На первом этапе параметры растут довольно медленно.

Причины:

- поиск правильного способа реализации
- Удовлетворение всего пакета требований



Совокупность  
контролируемых  
параметров



Уровень  
потребности

1

По завершении первого этапа система сформирована как достаточный ансамбль правильно работающих подсистем.

# Пищевые 3D принтеры



# Дроны для доставки посылок




Грузоподъемность: 400 кг



Грузоподъемность: 5 кг  
Дальность полета: 10 км  
Стоимость: 300 000 руб.

# Экзоскелеты

## World Exoskeleton Research




 **Japan**




 **USA**



 **Russia**



 **Poland**

pikabu.ru



Internet and cell phone access, infrared and ultraviolet vision, audio-visual entertainment system

**Solar power collector**

Color and camo-design system, displays various fashion designs on demand

**Body-washing system**

**Waste disposal & incinerator**

**Kinetic power collector**

**Whole body air-bags**

Price: \$7,480

**EXOSKELETON FUTURE SUIT**  
Basic model 1.0



**Near collision warning sonar**

**Cooling system**

**Heating system**

**Food & drink containers**

**Long life batteries**

Hardened body armor, prevents knife and small injuries (army version bullet proof)

**Power plug-in**

Ankle structural support, prevents twisting and breaking

**СТАНДАРТНОЕ ИЗДЕЛИЕ : 2020**

Экзоскелет России должен обеспечить, чтобы человек выполнял работу.

Августин и он разработали экзоскелет, который позволяет увеличить скорость и выносливость оператора, а также снизить нагрузку на его организм, что особенно важно для военных.

Экзоскелет 2100

Создан в рамках проекта «Искусственный интеллект» в рамках программы «Искусственный интеллект».



Экзоскелет России должен обеспечить, чтобы человек выполнял работу.

Августин и он разработали экзоскелет, который позволяет увеличить скорость и выносливость оператора, а также снизить нагрузку на его организм, что особенно важно для военных.

Экзоскелет 2100

Создан в рамках проекта «Искусственный интеллект» в рамках программы «Искусственный интеллект».

# Робот-носильщик (DARPA)



# Система вышла на рынок





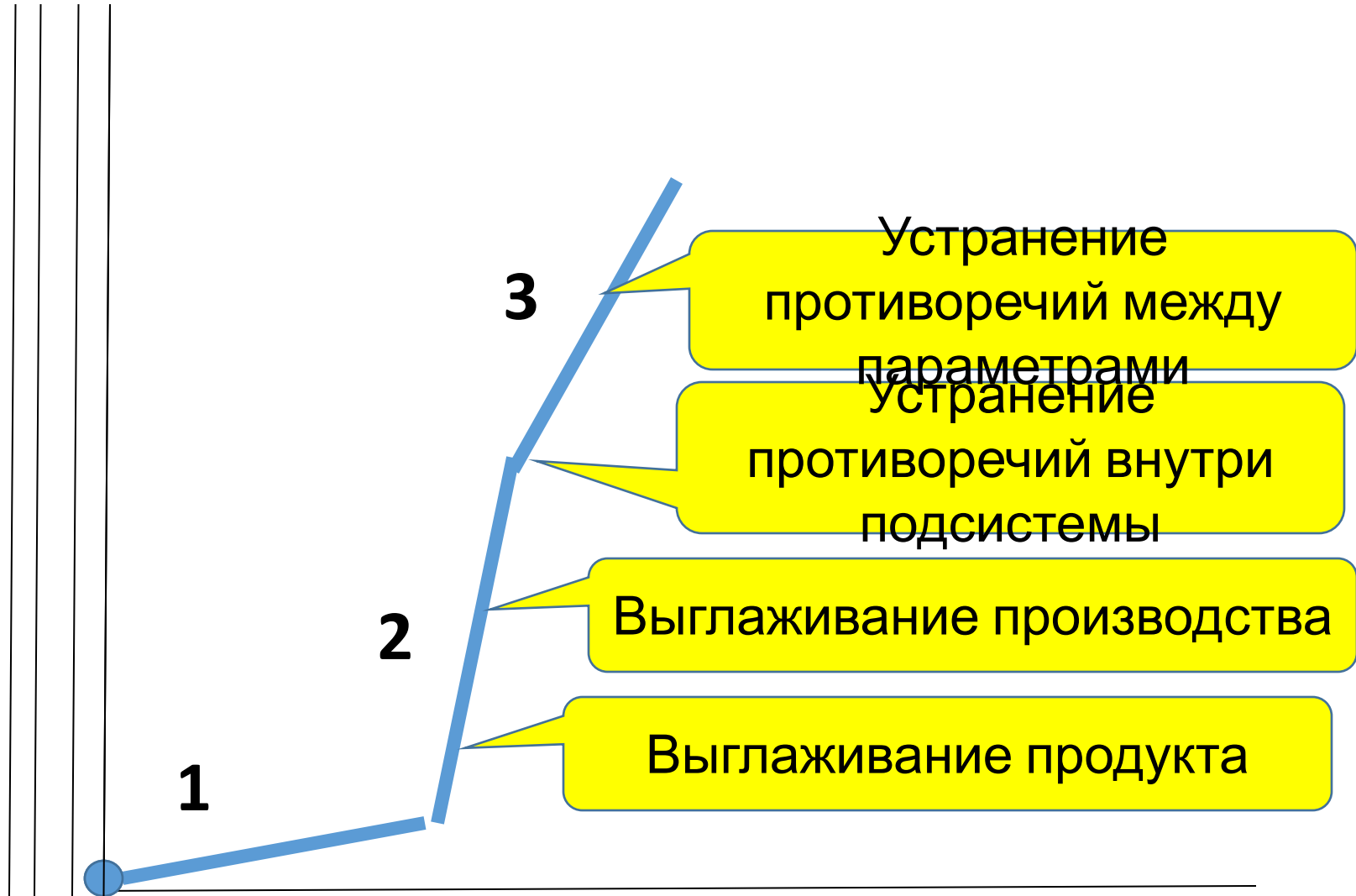
## «Выглаживание» продукта

На начальном этапе объект вынуждено использует компоненты, материалы, энергетику, не приспособленные для него, заимствованные с других систем.

Сейчас появляется возможность провести грамотный инженерный и организационный анализ, заказать требуемые компоненты, провести выявление и устранение лишних затрат.

## «Выглаживание» производства

Переход на массовое производство дает возможность использовать передовые и экономные технологии, выполнять оптовые закупки комплектующих, экономить на логистике и при продаже.



# Устранение противоречий внутри подсистемы

При развитии подсистемы ее компоненты активизируют свою деятельность и начинают мешать друг другу.



Для увеличения скорости парусной лодки изменили форму паруса, увеличили его «пузатость» .

Но увеличенную нагрузку перестали выдерживать люверсы.



## Устранение противоречий между параметрами

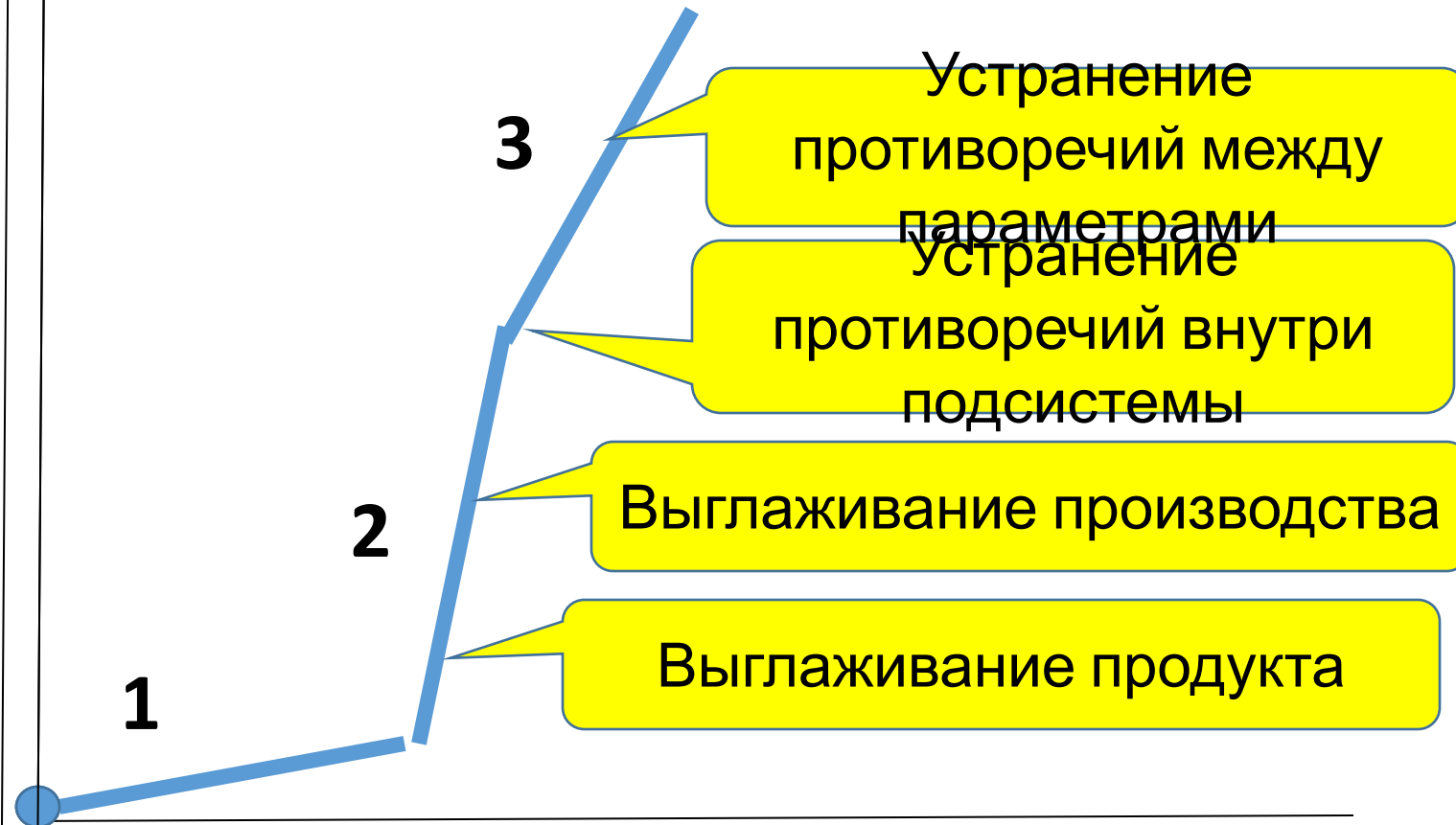
При дальнейшем развитии подсистемы, ее элементы начинают негативно влиять на работоспособность других подсистем, ухудшать иные параметры.

Для увеличения скорости парусной лодки увеличили парус, что привело к снижению ее остойчивости

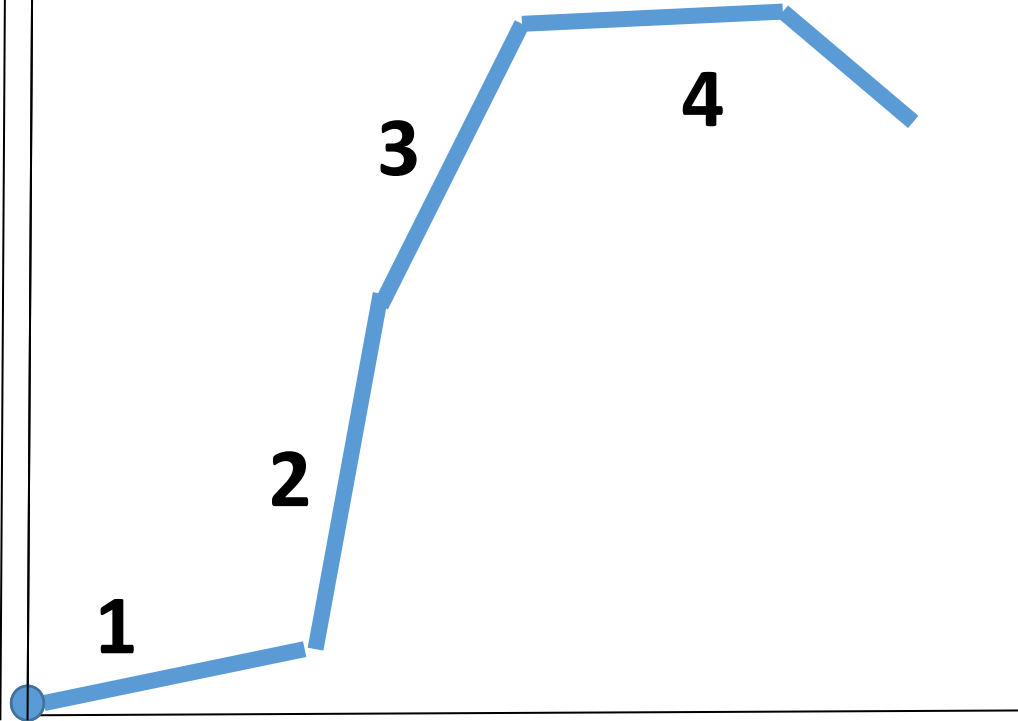


Возможная причина торможения – достижение верхней границы потребности.

---



Причина торможения - достижение теоретически возможного предела развития для заданного принципа действия.



Исследуйте выбранные вами области деятельности.

- Какие важные требования они удовлетворяют?
- На каких принципах основано их функционирование?
- Где пределы развития этого функционирования?
  
- Что может помешать дальнейшему развитию?
- Каким образом можно бороться с этими будущими трудностями?