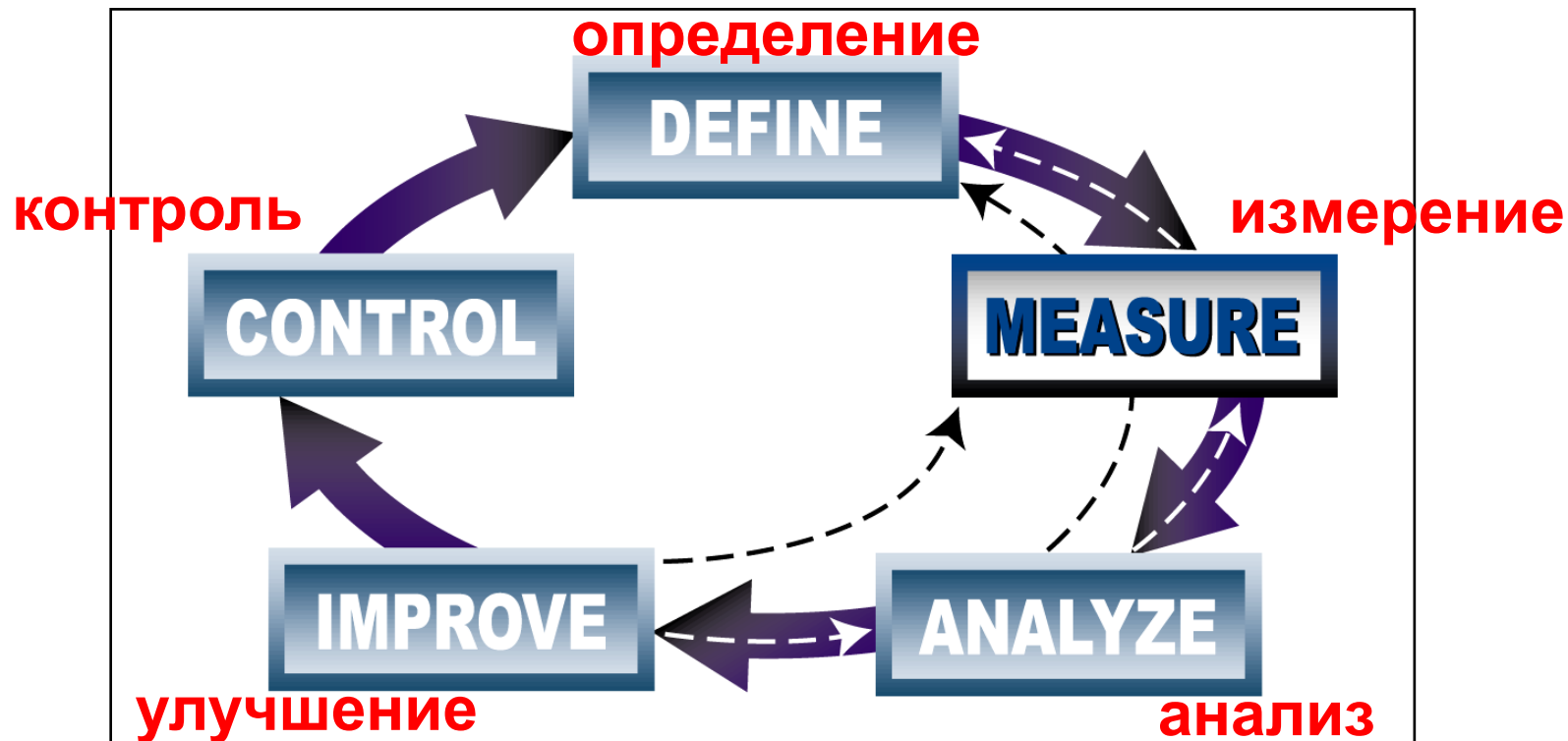
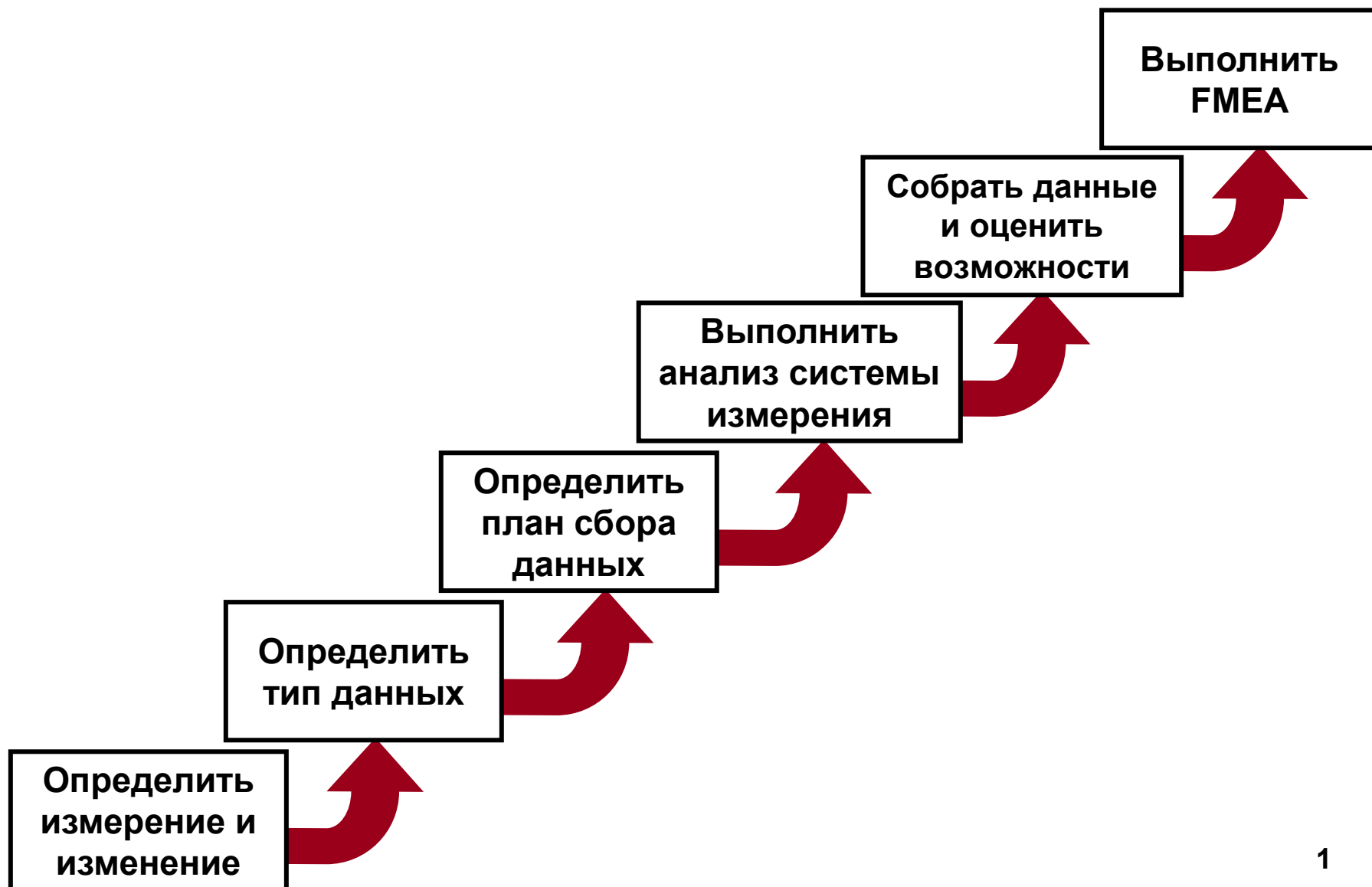


Этап измерения



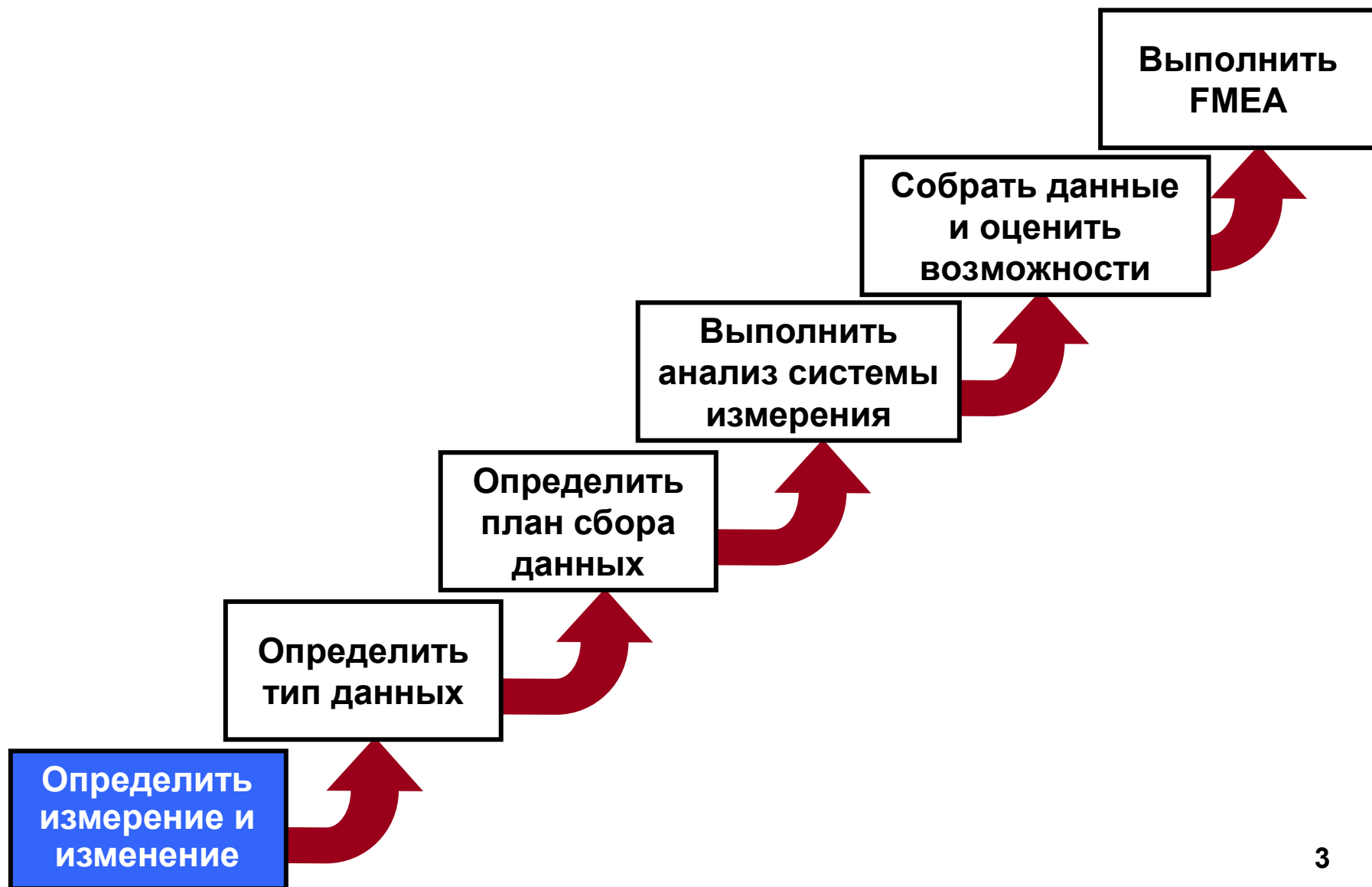
Элементы этапа измерения



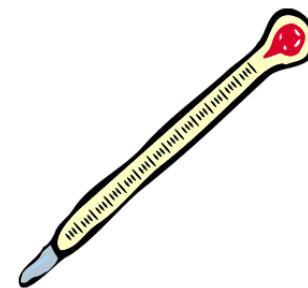
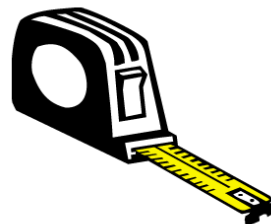
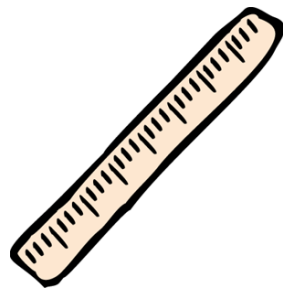
Цели этапа измерения (Measure)

- ◆ Определить измерители процесса
- ◆ Определить типы, источники и причины изменений в процессах
- ◆ Определить требования к данным проектов 6-Sigma
- ◆ Разработать план сбора данных
- ◆ Выполнить анализ системы измерений (MSA)
- ◆ Провести сбор данных
- ◆ Определить базовые возможности значения сигма
- ◆ Завершить анализ характеристик и последствий отказов (FMEA) для текущего процесса

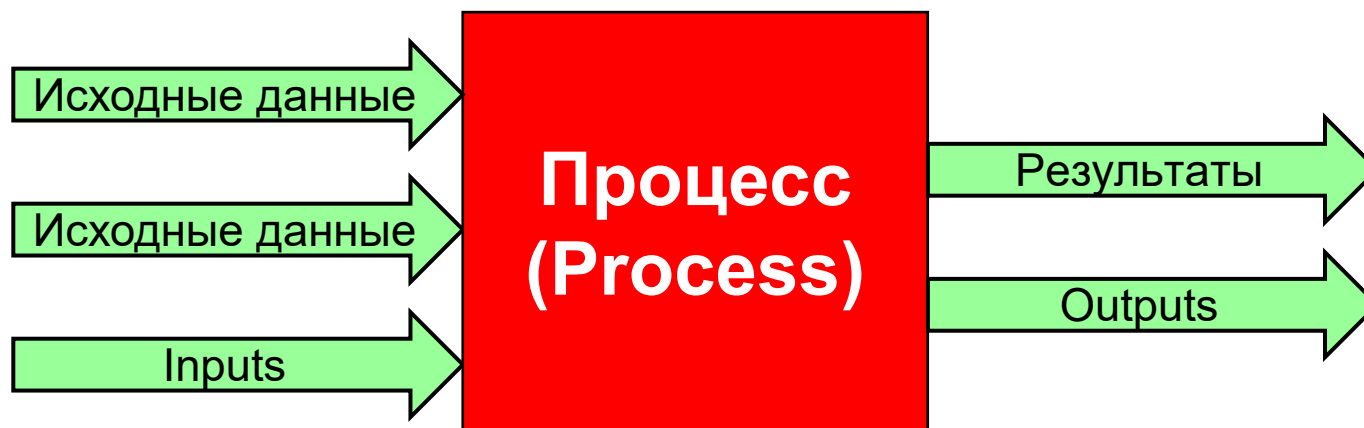
Элементы этапа измерения



Измерение описывает количество, мощность или характеристики продукта, процесса или услуги на основании наблюдаемых данных.



Измерения можно сделать по исходным данным процесса, самому процессу или результатам процесса.

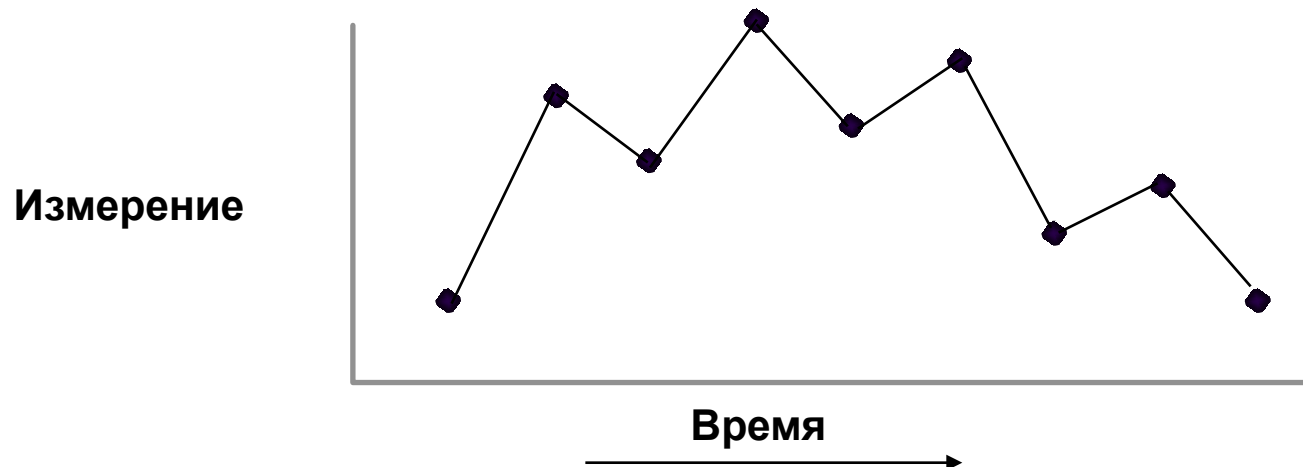


Зачем измерять?

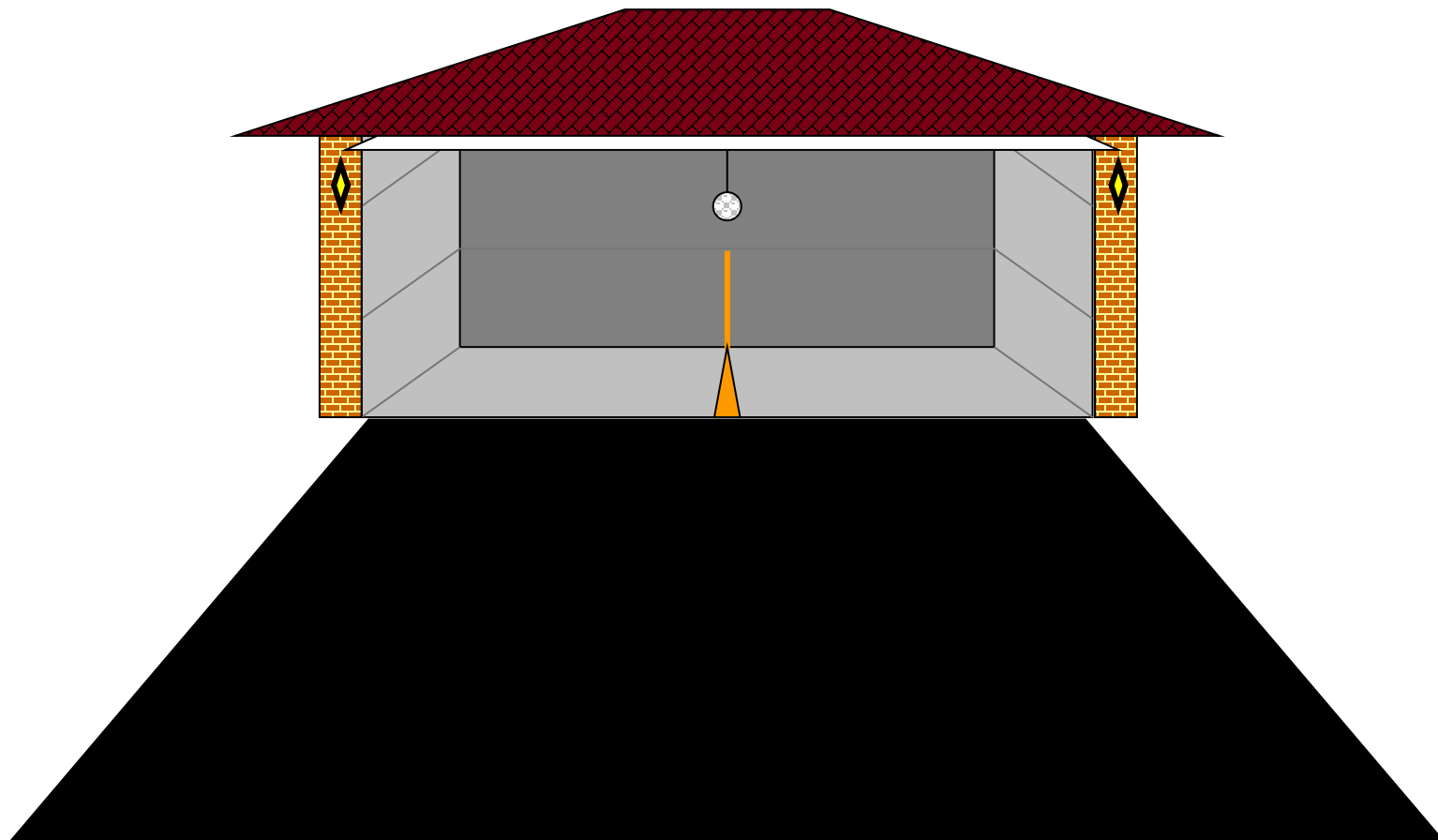
- ◆ Измерения позволяют группам ...
 - Создать базовые характеристики процесса
 - Вычлениить источники изменения (вариации)
 - Определить места, где можно достичь улучшения

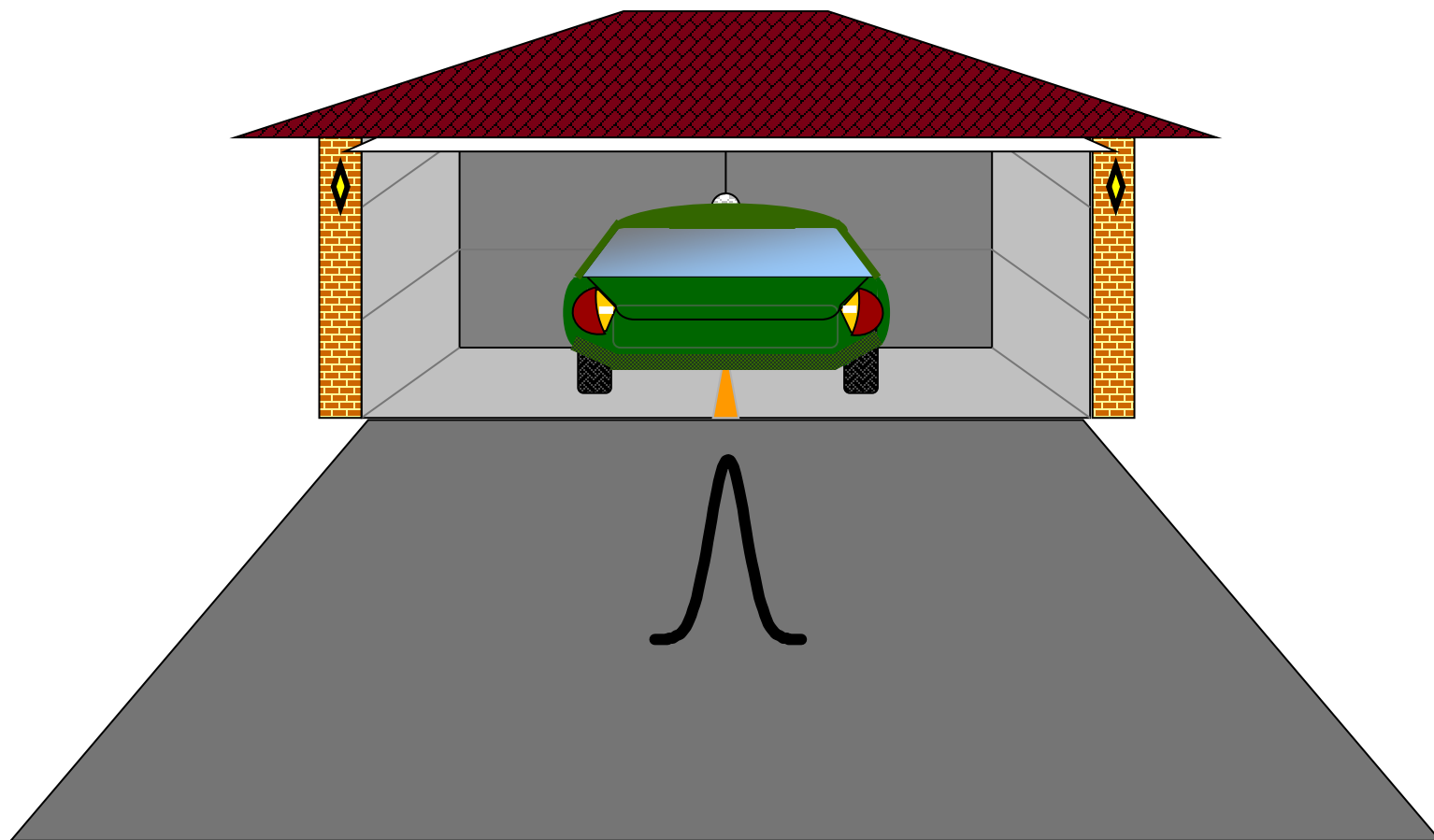
У всех процессов есть изменения (вариации)

- ◆ Все повторяющиеся виды деятельности имеют определенное количество колебаний
- ◆ Исходные данные, процесс и результаты на выходе также колеблются
- ◆ Такое колебание называется изменением (вариацией)

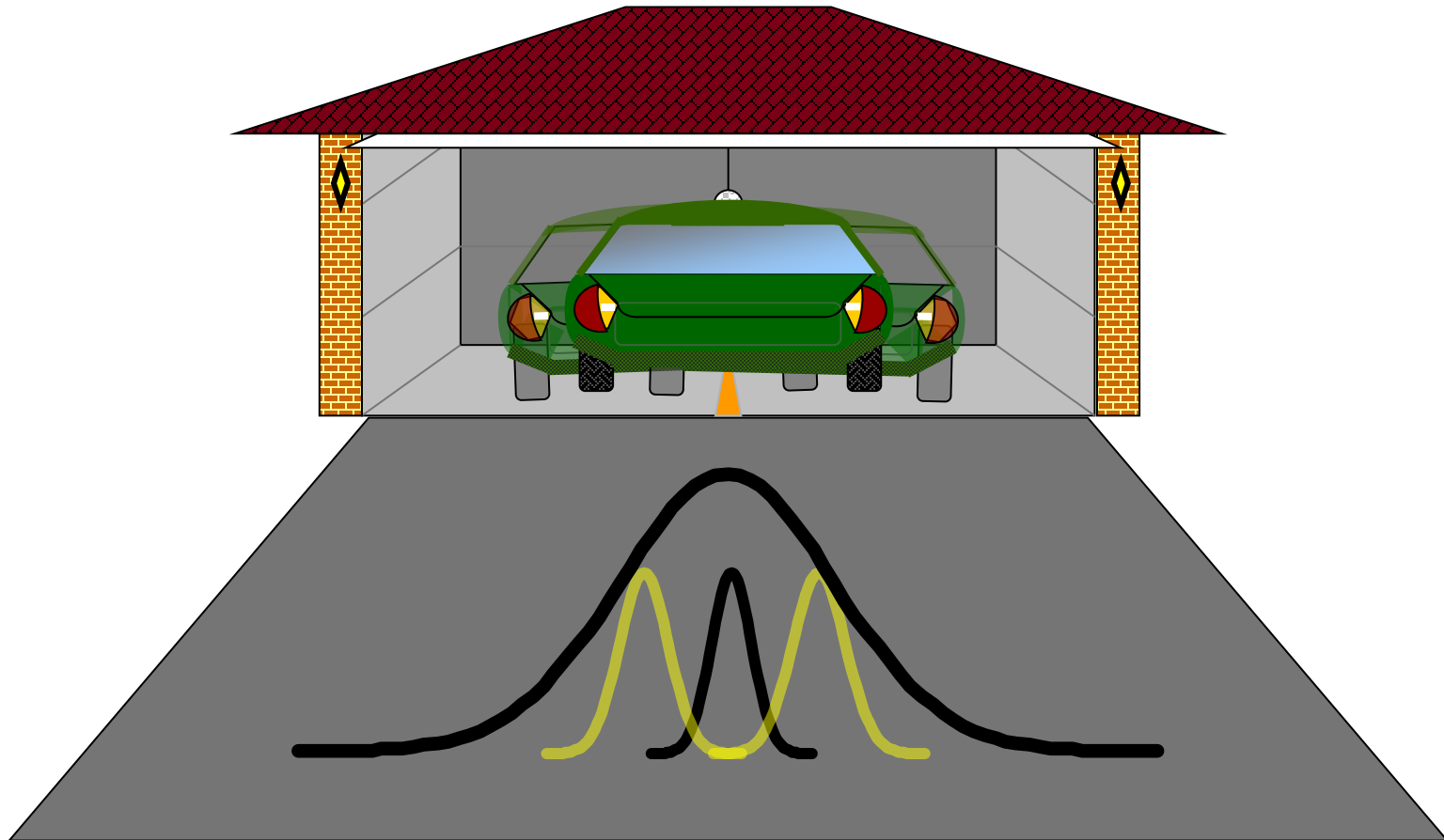


Сдвиг и смещение в процессах





Данные, собранные за короткий период времени, указывают на достаточно эффективный процесс парковки



С течением времени сдвиг и смещение в процессе парковки представляют такие данные, которые указывают на менее эффективный процесс

Машины



Материалы



Методы



Измерение



Природа



Люди

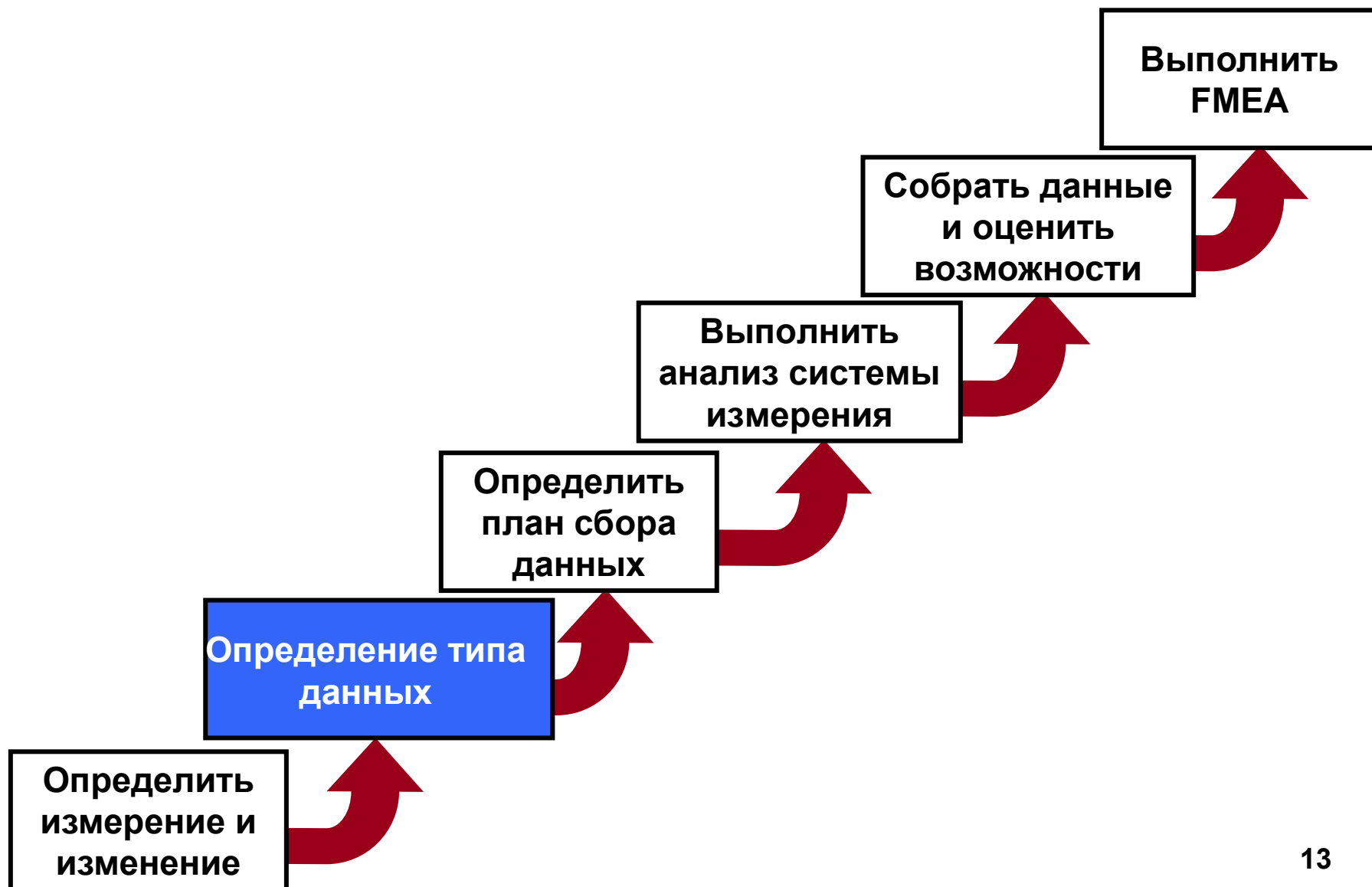


**П
Р
О
Ц
Е
С
С**

Почему мы беспокоимся об источнике вариации?

- ◆ В проектах 6-Sigma вариация – это враг
- ◆ Мы снижаем вариацию, работая с ее источниками
- ◆ Нам необходимо понять первичные источники вариации
- ◆ Мы также хотим оценить, насколько контролируемым является каждый источник вариации:
 - Усилия для контроля
 - Стоимость контроля

Элементы этапа измерения



Определение типа данных

Данные о качестве параметра (attribute)

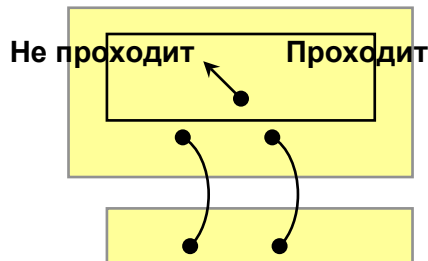


Не подходит

Подходит

SHIPPING ORDER			
QTY	UNIT	DESCRIPTION	TOTAL
1	\$10.00		\$10.00
3	\$1.50		\$4.50
10	\$10.00		\$10.00
2	\$5.00		\$10.00

Ошибка

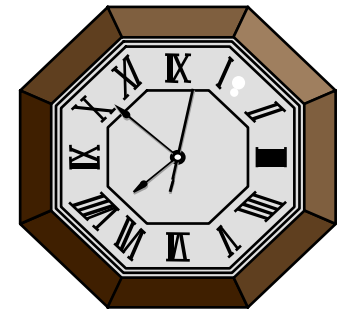


Электрическая цепь

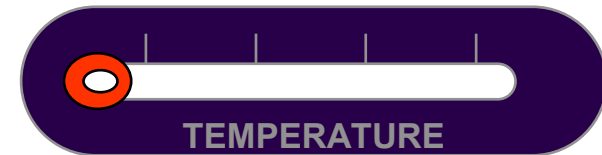
Варьируемые (variable)



Штангенциркуль



Время



Термометр

Зачем использовать два типа данных?

- ◆ Во время измерений собирается ценная информация, потому что она представляет:
 - Произошло что-либо или нет (данные о качестве параметра)
 - Информацию о том, что случилось (варьируемые данные)

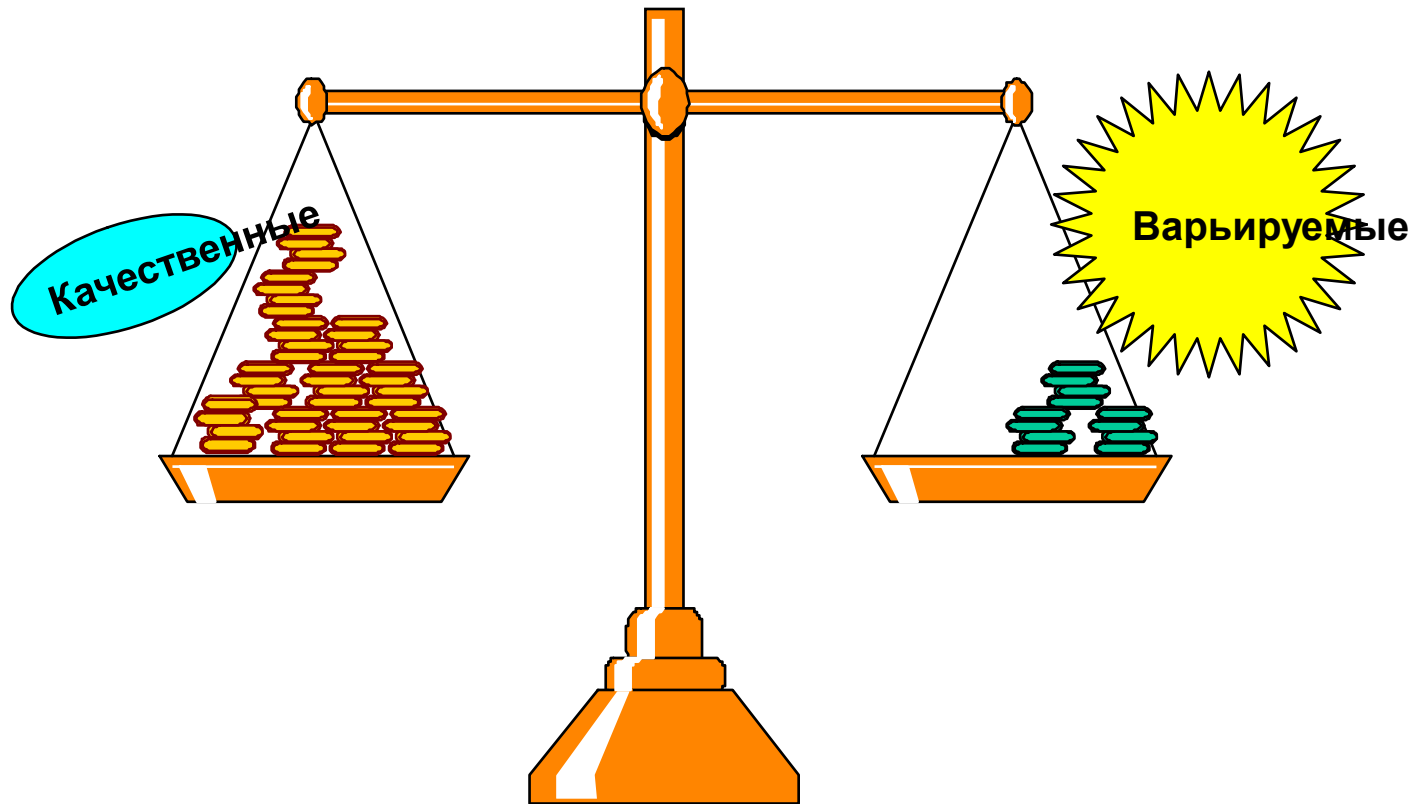
◆ Данные о качестве параметра

- Категории
- Да/Нет
- Подходит/Не подходит
- Проходит/Не проходит
- Качественный/Дефектный

◆ Варьируемые данные

- Непрерывные данные
 - Десятичные знаки показывают абсолютную разницу между числами
- Время
- Финансовые сборы
- Длина
- Ширина

Преимущества варьируемых данных



Общий пример – Типы данных

Качественные	Количественные	
	Данные о качестве параметра	Варьируемые
У этой машины хороший разгон	Ускорение 0-60 миль в час менее чем за 8 сек	Ускорение 0-60 миль 6,2 сек
Эта деталь некачественная	Не соответствует условиям/ сроку изготовления	Деталь шириной 3,75 мм; ТУ указывают 3,8 мм ± 0,02
Он/она очень высокий (ая).	Он/она достаточно высокий (ая), чтобы ездить на «американских горках».	Он/она 5 футов 11 дюймов ростом.

Если возможно, записывайте данные в количественной форме.

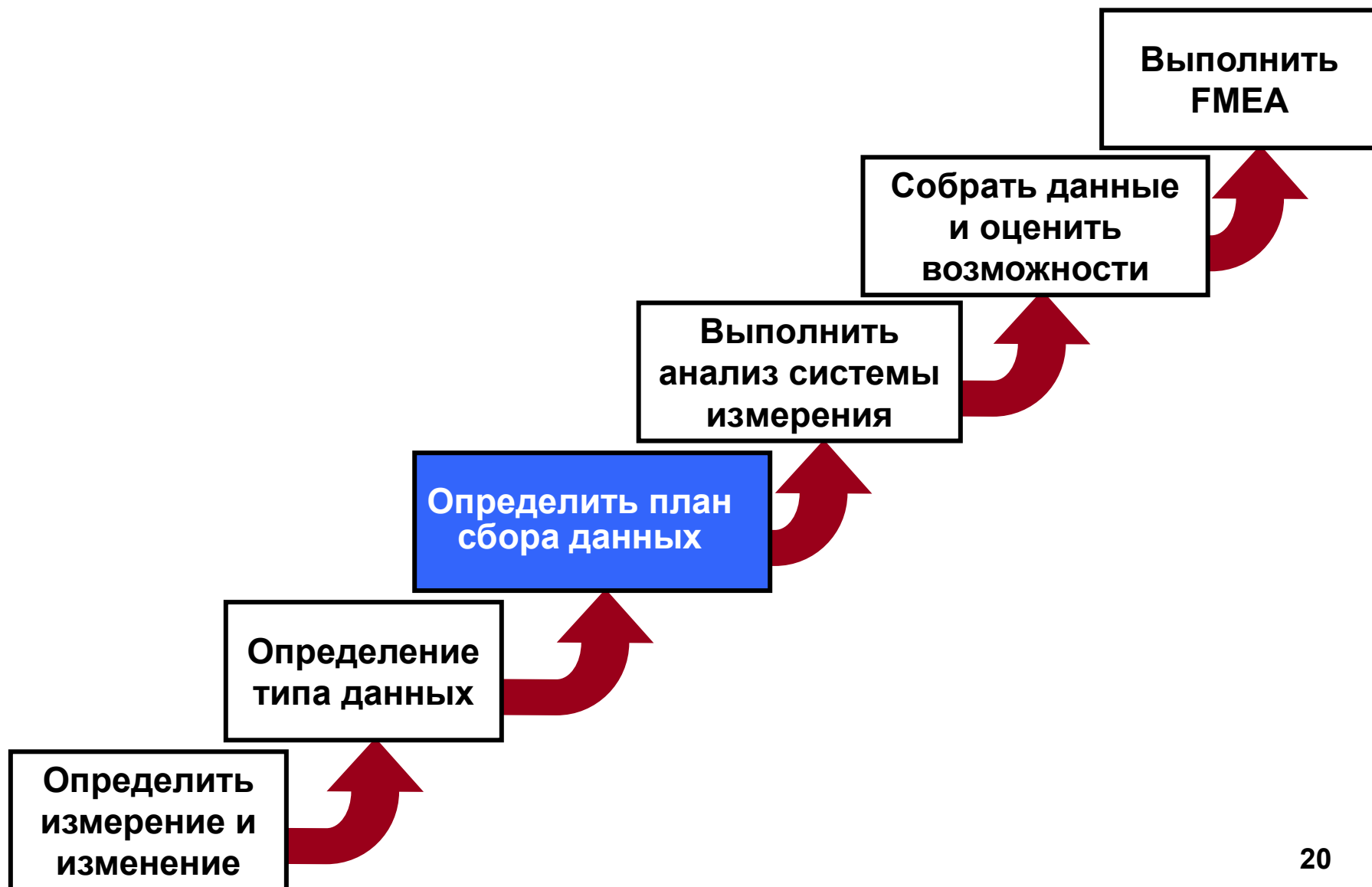
Упражнение по типу данных

Работайте с другими участниками за столом, чтобы придать примеры, связанные с вашим проектом и заполнить таблицу ниже.



Качественные	Количественные	
	Данные о качестве параметра	Варьируемые

Элементы этапа измерения



- ◆ План сбора данных документирует следующее:
 - **Какие** данные будут собираться?
 - **Зачем** это необходимо?
 - **Кто** за это отвечает?
 - **Как** будут собираться данные?
 - **Когда** будут собираться данные?
 - **Где** будут собираться данные?

Хорошо подготовленный план сбора данных обеспечивает успешный анализ проблемы, выполняя сбор полезных данных.

План сбора данных

Задайте следующие вопросы:

- ◆ Какие знания о процессе вы хотите получить?
- ◆ Каковы потенциальные источники изменения процесса? (xs)
- ◆ Есть ли циклы в процессе?
- ◆ Имеются ли данные? Если нет, как вы будете их собирать?
- ◆ Сколько времени нужно для сбора данных, чтобы получить действительную картину?
- ◆ Кто будет собирать данные?
- ◆ Достаточно ли подробностей в рабочих определениях для измерений?
- ◆ Каким образом будет испытана система измерений?
- ◆ Где могут быть сделаны ошибки сбора данных? Как вы будете работать над ошибками сбора данных?
- ◆ Как будут представлены данные?

Существующие данные в сравнении с новыми

Есть/Нужны еще



Пример автомобильной промышленности – Источники данных



	Y	X₁	X₂	X₃	X_n
	Система заказа	Завод	Ж/д перевозчик	Центр логистики	Грузовик
Существующие данные	<ul style="list-style-type: none"> • Записи дилера о доставке • ЭВК 	<ul style="list-style-type: none"> • Данные заказа • Модель Explorer • Двигатель • Трансмиссия • Идентификационный номер продавца 			
Необходимые данные			<ul style="list-style-type: none"> • Ж/д перевозчик • Дата/время погрузки • Дата/время разгрузки 	<ul style="list-style-type: none"> • Содержание станции • Дата/время прибытия • Дата/время отправки 	<ul style="list-style-type: none"> • Перевозчик т/с • Дата/время погрузки • Дата/время разгрузки

Стратификация – данные собраны таким образом, что позволяют нам отсортировать наши данные по различным категориям, чтобы увидеть закономерности и раскрыть различия на этапе анализа.

от лат. *stratum* — настил

Стратификация — расслаивание, часто означает вертикальный градиент под действием силы тяжести

Факторы стратификации включают следующее:

<u>Фактор</u>	<u>Пример</u>
Кто	Организация, отдел, индивидуум
Что	Жалобы, дефекты, модели машин
Когда	Год, месяц, неделя и день
Где	Страна, регион, город, площадка

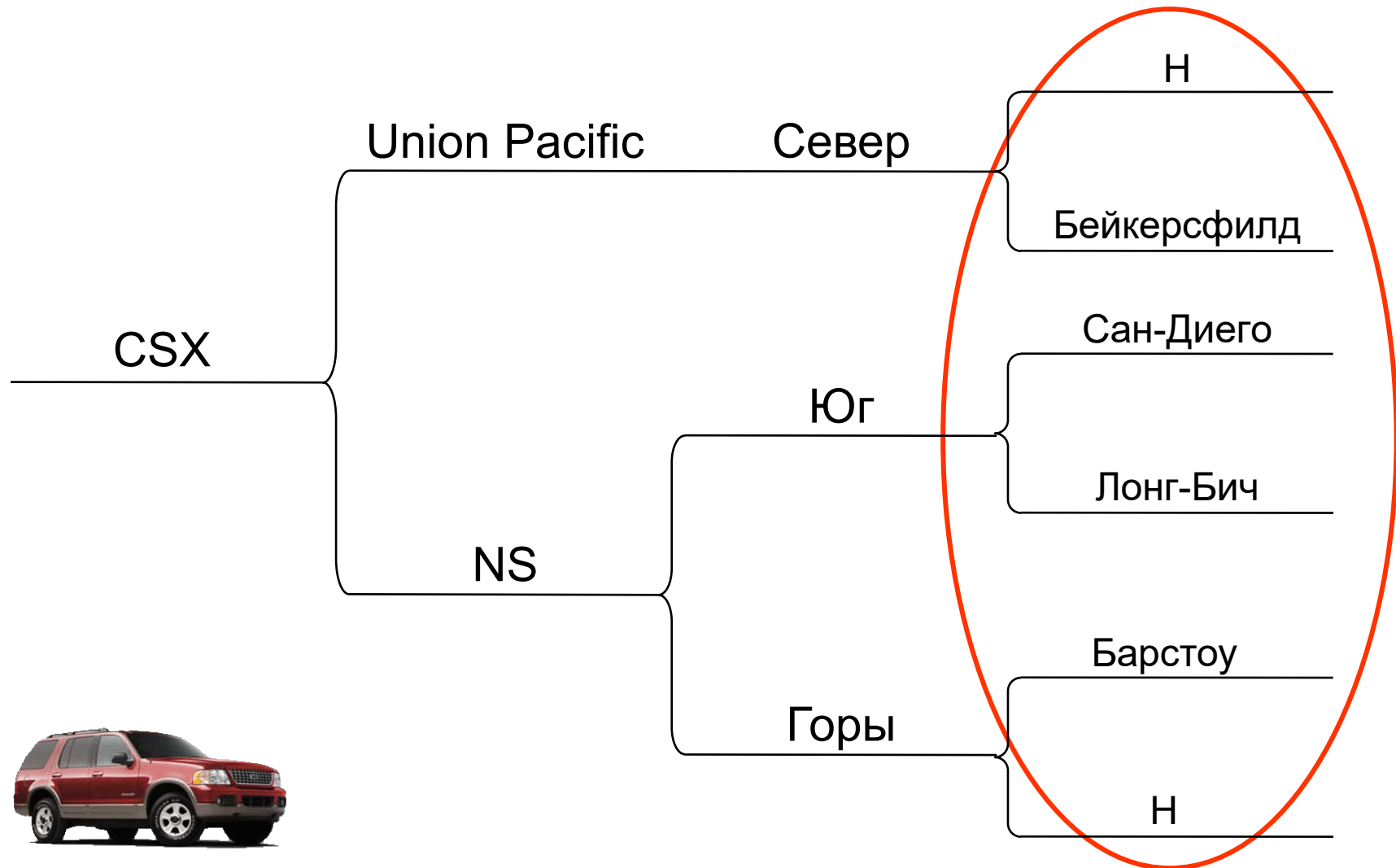
Пример автомобильной промышленности – Стратификация времени доставки

Первый ж/д перевозчик

Второй ж/д перевозчик

Маршрут

Ж/д направление



Сбор данных на этом уровне



Инструменты сбора данных включают бланки, проверочные перечни, контрольные перечни или прочие записывающие устройства, используемые для записи данных.

Зачем разрабатывать инструменты сбора данных?

- ◆ Помогают в организации сбора данных
- ◆ Помогают стандартизировать процесс сбора данных
- ◆ Согласовывают стратификацию
- ◆ Согласовывают выборку
- ◆ Позволяют Проектной группе собрать комментарии и данные-исключения

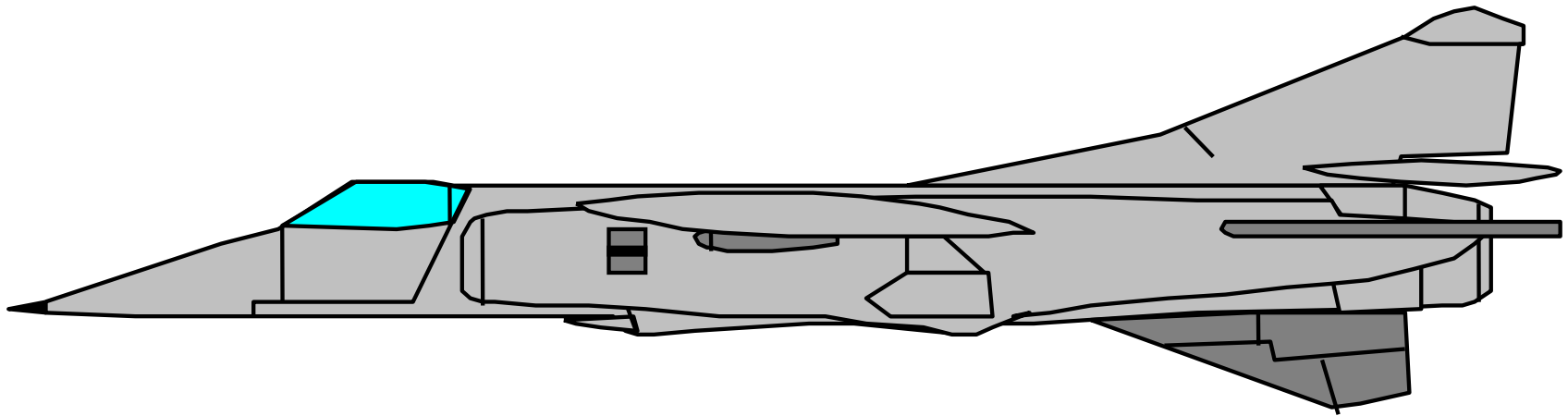
Упрощенный контрольный перечень

Проверка расхождения в ценах		
Кассир		Журнал №
Дата/смена		Склад №
Отдел	Счет	Комментарии
Оборудование		
Бытовые товары		
Пищевые продукты		
Одежда		
Прочее		

Креативный подход может помочь обеспечить сбор данных, например, схемы или иллюстрации, а не текст.

- ◆ Инструменты сбора данных должны быть простыми для использования и понимания
- ◆ Инструмент необходимо испытать до его полномасштабного использования
- ◆ Инструмент должен включать только необходимую информацию
- ◆ Инструмент должен включать инструкции о том, как записывать данные – используя примеры, по возможности
- ◆ Инструмент должен предоставлять место для записи комментариев и исключений

Использование иллюстрации/схемы для сбора данных



Используется для проверки самолетов на предмет повреждения после миссии.

(Примечание: Самолеты, вернувшиеся назад, были оценены...что это предполагает?)

Общий инструмент сбора данных: Контрольные перечни

- ◆ Элементы контрольных перечней:
 - Описание собираемых данных
 - Место для указания данных
 - Место для комментариев
 - Место для отслеживания факторов стратификации

- ◆ Пункты, которые необходимо помнить в отношении контрольных перечней:
 - Бланк должен быть простым для использования и понимания
 - Включайте только информацию, предназначенную для использования
 - Испытайте форму перед ее использованием, внесите изменения, если необходимо

Пример автомобильной промышленности – Начальный бланк сбора данных о времени доставки

VIN _____

Receiving dealership _____

Первый ж/д перевозчик _____ Второй ж/д перевозчик _____ Ж/д станция _____	Delivery Stage <input type="checkbox"/> Order submitted <input type="checkbox"/> Leaves plant <input type="checkbox"/> Loaded on railcar en route to Mix Center <input type="checkbox"/> Unloaded at Mix Center <input type="checkbox"/> Loaded on Carrier en route to dealership <input type="checkbox"/> Unloaded at dealership	<small>(Data to be retrieved from vehicle order system)</small> System date _____ Date _____ Time _____ Date _____ Time _____ Date _____ Time _____ Date _____ Time _____
---	--	--

AWD
 Control-Trac

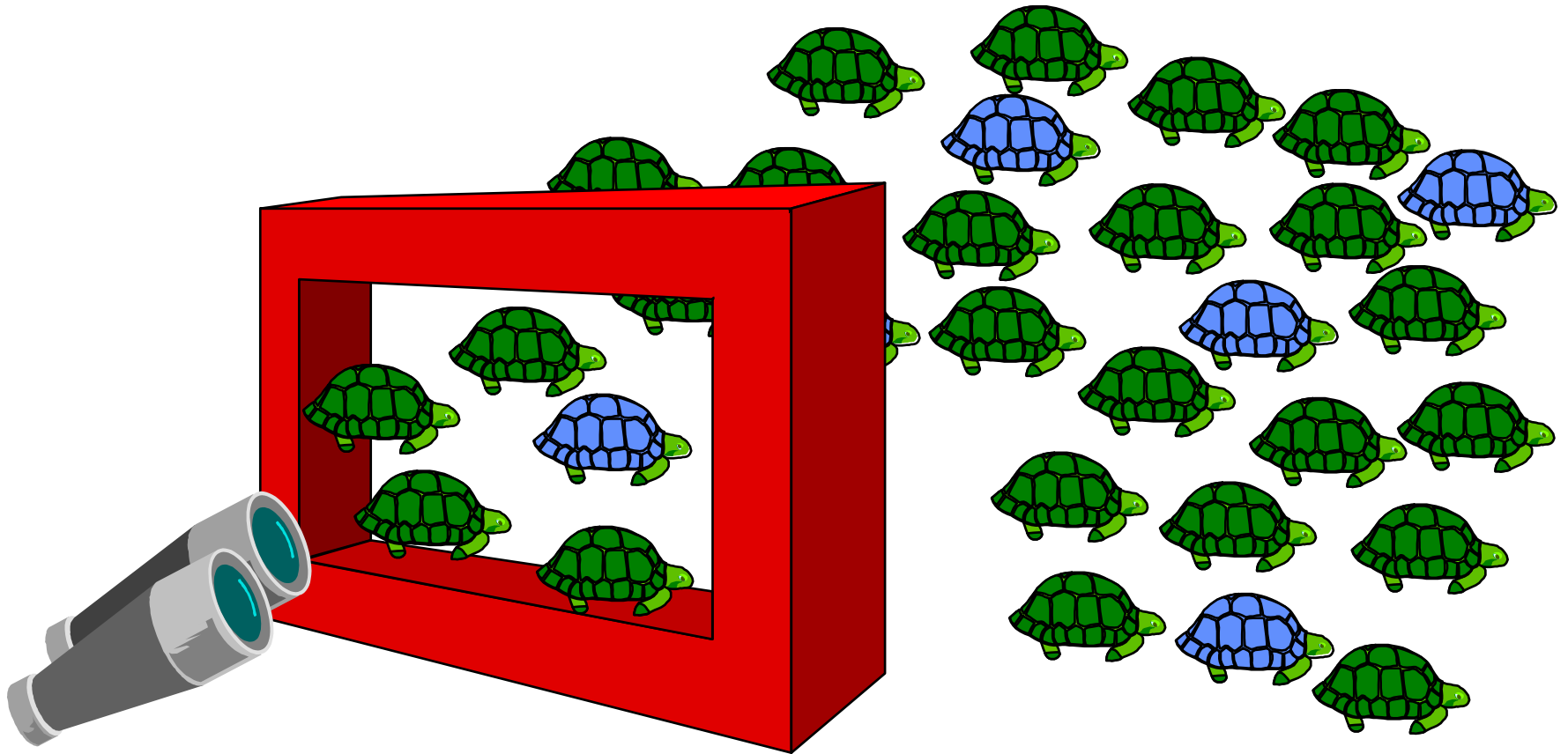
NOTE: Comments: _____

- Use the follow format to express dates: MM/DD/YYYY (e.g., 07/23/2000)
- Indicate times using the 24-hour clock and note time zone (e.g., 1730 CDT)



Выборка данных

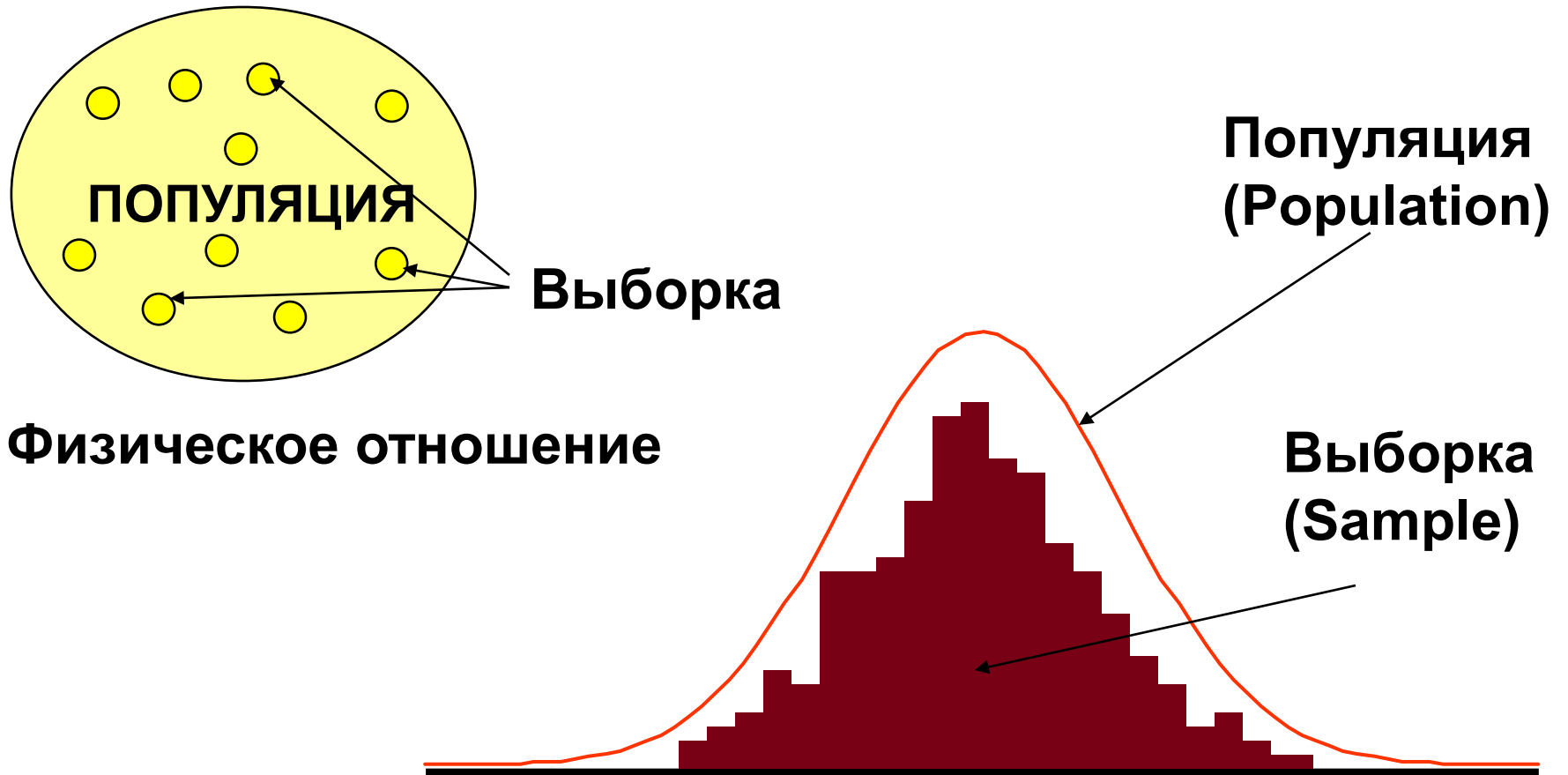
(Sampling)



Причины использования выборки:

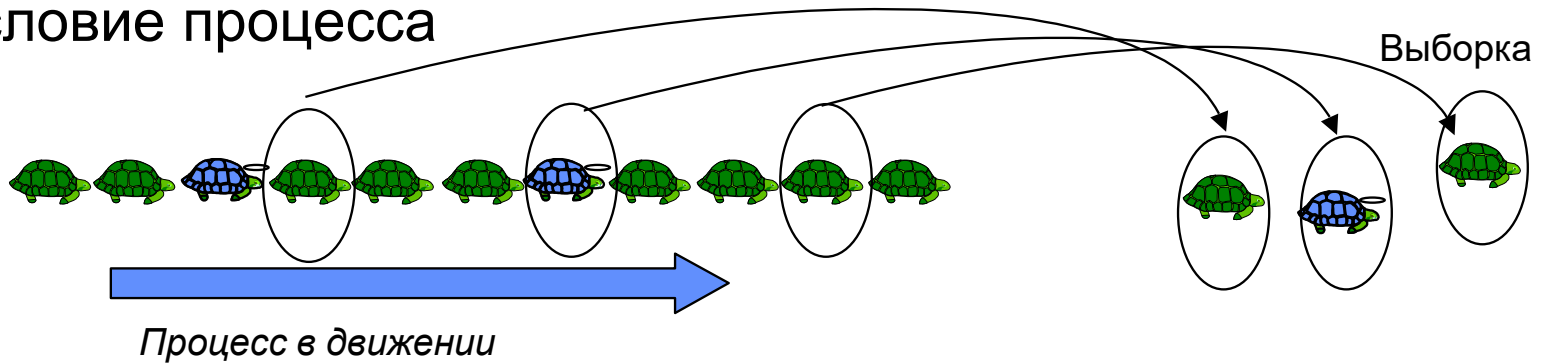
- ◆ Зачастую сбор всех данных невозможен или очень затратен
- ◆ Иногда сбор данных – разрушительный процесс
- ◆ Здоровые заключения часто можно сделать на относительно небольшом количестве данных

Популяция в сравнении с выборкой

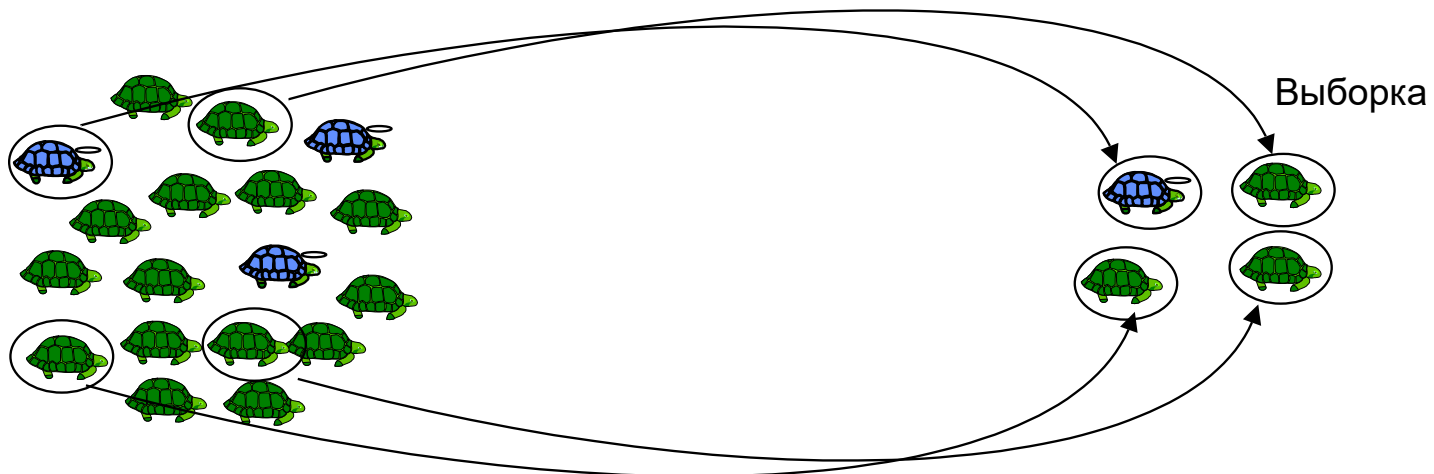


Типы и методы выборки

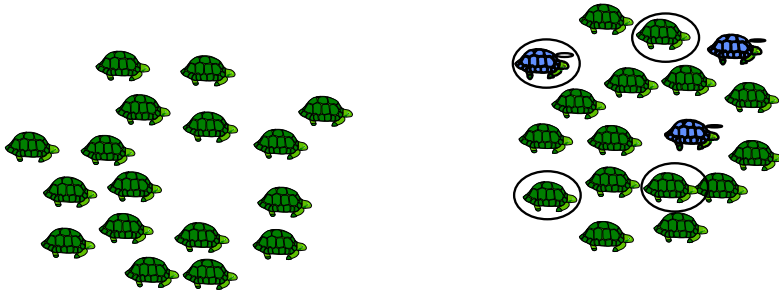
- ◆ Выборка из процесса: Помогает нам понять природу и условие процесса



- ◆ Выборка популяции: Определяет характеристики популяции

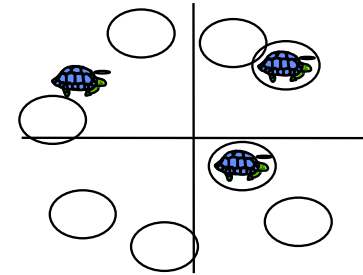


Случайная выборка



Каждый объект имеет равную вероятность быть выбранным.

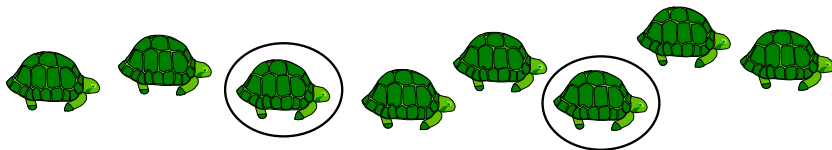
Типичическая произвольная выборка



Популяция “подразделяется” на группы; случайная выборка имеет место в каждой группе

Систематическая выборка

Выбирается каждый n-ный объект



Систематическая выборка в подгруппе



- ◆ **Как часто** необходимо делать выборки?
- ◆ **Сколько** их необходимо посмотреть, чтобы увидеть тренд в проблеме?
- ◆ **Какого типа** образцы необходимо брать?
- ◆ **Насколько уверенными** мы можем быть в том, что увидели достаточно?

План выборки должен обеспечить следующее:

- ◆ **Обнаружение дефектов в процессе** производства продукта, как можно быстрее и экономичнее, с учетом риска заказчика
- ◆ **Предоставление разумных данных как основу решений** для принятия действий в ходе процесса
- ◆ **Предоставление данных, которые позволяют анализировать и отвечать на нужные вопросы**

- ◆ **Рекомендации по размеру выборки ...**
 - Размер выборки должен быть **достаточно небольшим**
 - Чтобы процесс получения данных стоил **\$\$** из **\$\$**,
которые мы можем на это позволить
 - Размер выборки должен быть **достаточно большим**
 - Чтобы получить **точную оценку характеристик процесса**

Как мы это делаем?

Типичный размер выборки **данных о качестве параметра (Attribute data)**:

- Приблизительная оценка: 100
- Более точная оценка: около 1000

Типичный размер выборки **варьируемых данных (Variable data)**:

- Приблизительная оценка: 30
- Более точная оценка: около 200

Пример автомобильной промышленности – Законченный план сборки данных по времени доставки

Рабочее определение

- ◆ Транспортные средства, заказанные по запросу заказчика, или как часть стандартного пополнения запаса, будут получены на склад дилерского агентства через 45 дней или раньше со дня регистрации заказа в режиме «он-лайн».

Стратегия сбора

◆ Что:

- Информация о времени и дате, начиная с каждого отрезка процесса доставки
- Какая модель т/с (поставьте галочку напротив модели)
- Какое дилерское агентство получило т/с
- Какой перевозчик работал на каждом отрезке пути доставки
- Идентификационный номер транспортного средства (VIN)
- Исключения из процесса



◆ Как:

- Карта времени доставки будет сопровождать каждую модель, отправляемую в Н, произведенную в течение 2-недельного периода, со случайной выборкой. Данные о времени и дате будут собираться каждый раз, когда т/с начинает основной этап процесса.
- Данные о времени и дате будут собираться владельцем процесса на данном этапе.

Инструмент для сборки данных

- ◆ Карта времени доставки будет сопровождать каждую модель т/с, выпущенного на заводе в С с пунктом назначения Н.

Упражнение по плану сбора данных

Начните разрабатывать план сбора данных для вашего проекта 6-Sigma:

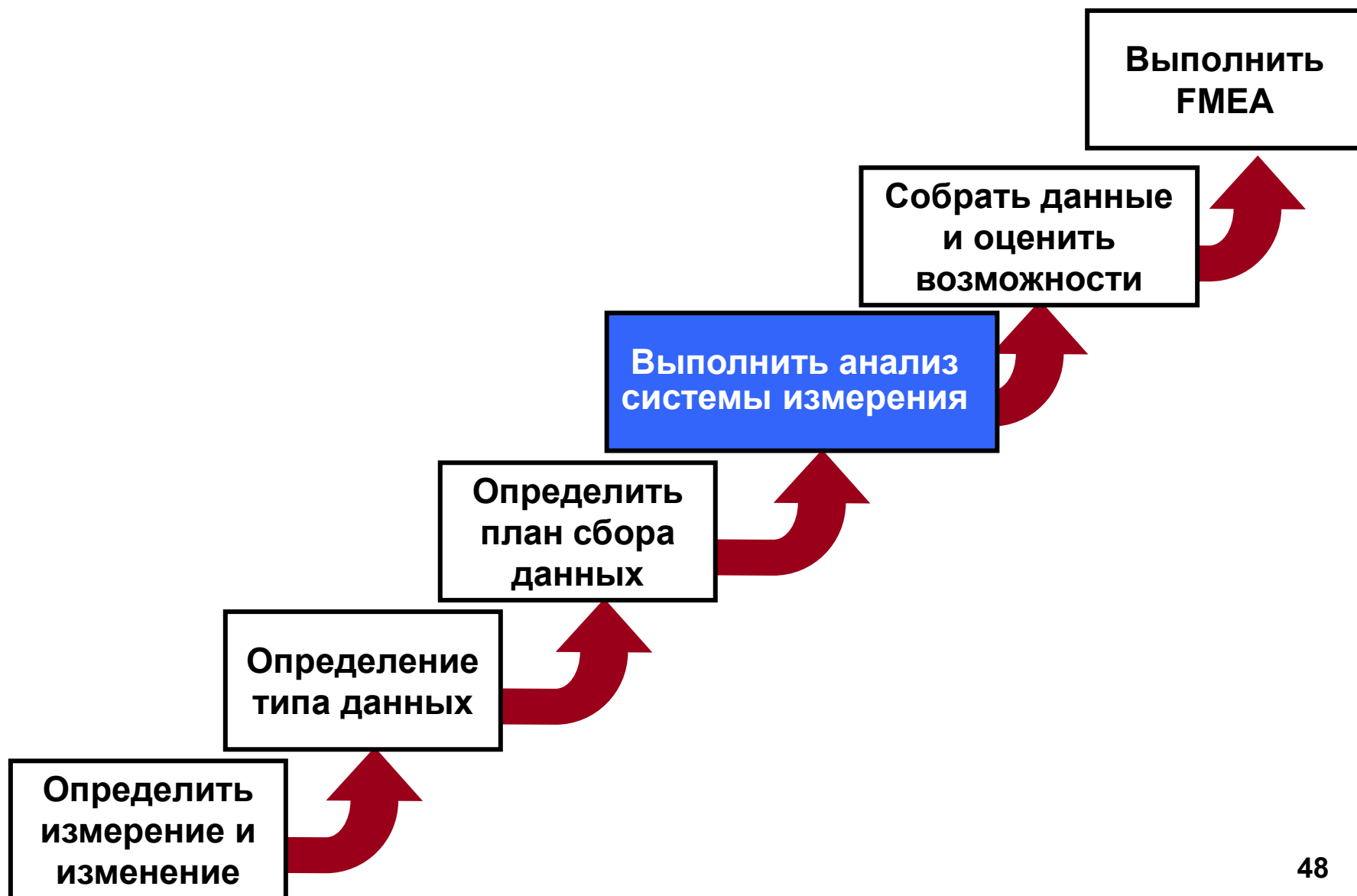


- **Какие** данные будут собираться?
- **Зачем** это нужно?
- **Кто** ответственный?
- **Как** данные будут собираться?
- **Когда** данные будут собираться?
- **Где** данные будут собираться?

План сбора данных документирует:

- **Какие** данные будут собираться?
- **Зачем** это нужно?
- **Кто** ответственный?
- **Как** данные будут собираться?
- **Когда** данные будут собираться?
- **Где** данные будут собираться?

Элементы этапа измерения



**Анализ системы измерений (MSA)
является количественной оценкой
инструментов и процесса,
используемых для наблюдения
данных.**

Зачем нам нужен MSA?

- ◆ Попросите участников записать свой рост
- ◆ Используйте данные для расчета двух средних значений:
 - Одно – рост для мужчин, другое – рост для женщин



Целью выполнения MSA является обеспечение того, чтобы собранная информация была фактической репрезентацией происходящего в процессе.

Информация, полученная при выполнении MSA

- ◆ Подходит ли система измерений для этого исследования?
- ◆ Насколько велика ошибка измерений? Сколько недостоверности в измерении при его интерпретации?
- ◆ Выполнены ли измерения при помощи единиц измерения, достаточно малых, чтобы отобразить присутствующее изменение?
- ◆ Каковы источники ошибки измерения?
- ◆ Сможем ли мы обнаружить улучшение процесса, если и когда оно произойдет?
- ◆ Стабильна ли система измерений во времени?

Типы анализа системы измерений

- ◆ Рабочие определения (Operational definitions-)
- ◆ “Прохождение процесса” („Walking the Process“)
- ◆ Измерение повторяемости и воспроизводимости (Gage R&R)
 - Варьируемые данные
 - Данные о качестве параметра

Система измерений будет подготовлена с использованием рабочих определений, созданных Проектной группой для обеспечения того, чтобы все лица, занимающиеся измерениями, полностью понимали, чего следует ожидать на этапе сбора данных.

Общий пример – Рабочие определения

- ◆ Примеры рабочих определений для сбора данных:
 - Запишите дату, когда письменное извещение компании о выпуске прибывает в дилерское агентство, используя формат ДД/ММ/ГГ.
 - Запишите вес каждой упаковки кофе в унциях, засыпав кофе в фильтр и разместив фильтр и кофе на чаше весов.
 - Запишите длительность времени пребывания кофе в кофейнике, записав фактическое время нажатия кнопки Brew, чтобы слить кофе из кофейника. Используйте часы в 24-часовом формате и округляйте время до ближайшей минуты.

“Прохождение процесса” необходимо при разработке нового процесса сбора данных, чтобы обеспечить понимание лицами, выполняющими измерения, как правильно оценивать интересующие характеристики.

Как “проходить процесс”

- ◆ Обучите лиц, собирающих данные, до начала сбора данных
- ◆ Повторите процесс сбора данных с начала до конца, обеспечивая правильный процесс их сбора
- ◆ Продолжайте “проходить процесс” до тех пор, пока лица, собирающие данные не начнут действительно понимать новый процесс измерения
- ◆ Оцените точность (если новый процесс измерения не включает требование по калибровке)
- ◆ Оценить вариативность из-за системы измерений

Пример автомобильной промышленности – Прохождение процесса

- ◆ До начала процесса члены Проектной группы будут обучать лиц, выполняющих измерения, использованию инструмента для сбора данных и формату записи информации о времени и дате
- ◆ Лица, выполняющие измерения, также должны получить инструкцию о записи исключений из процесса
- ◆ Лица, выполняющие измерения, также примут участие в оценке системы измерений с использованием методов, таких как измерение повторяемости и воспроизводимости



Упражнение по MSA данных о качестве параметра

- ◆ Создайте перечень потенциальных дефектов
- ◆ Дайте рабочее определение каждому дефекту
- ◆ Создайте бланк сбора данных (смотрите следующую страницу в качестве примера)
- ◆ Запишите (и храните) основной счет



**Сколько
дефектных
леденцов в
мешке?**



Бланк MSA – Данные о качестве параметра

№ образца	Качество	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Оценка	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
результате испытания оп														
Оценка оператора														
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2							
		Оператор А		Оператор В		Оператор С								

MSA – Количественные аспекты

- ◆ Точность – насколько близко указанное значение находится к действительному значению.
- ◆ Стабильность – способность производить те же самые результаты с течением времени
- ◆ Линейность – различие в точности в ряду измерений
- ◆ Повторяемость* (Repeatability)– изменчивость значений, когда все остальное постоянно
- ◆ Воспроизводимость* (Reproducibility) – изменчивость значений, связанная с различными людьми, проводящими измерения одних и тех же элементов в одних и тех же условиях

** Во время этого занятия мы сфокусируемся на повторяемости и воспроизводимости (R&R).*

- ◆ Измерение повторяемости и воспроизводимости (Gage R&R)
 - это метод для определения:
 - Повторяемости системы измерений
 - Воспроизводимости системы измерений

Повторяемость (Repeatability) – это вариация в измерениях, полученных замерщиком с использованием одного измерительного инструмента несколько раз при измерении идентичной характеристики одной и той же детали.

Термин **повторяемость** относится к:

- ◆ Естественной изменчивости системы измерений
- ◆ Изменение происходит, когда повторяемые измерения выполняются для одного и того же изделия при абсолютно одних и тех же условиях
 - Тот же оператор
 - Та же среда
 - Те же изделия
 - Те же условия окружающей среды

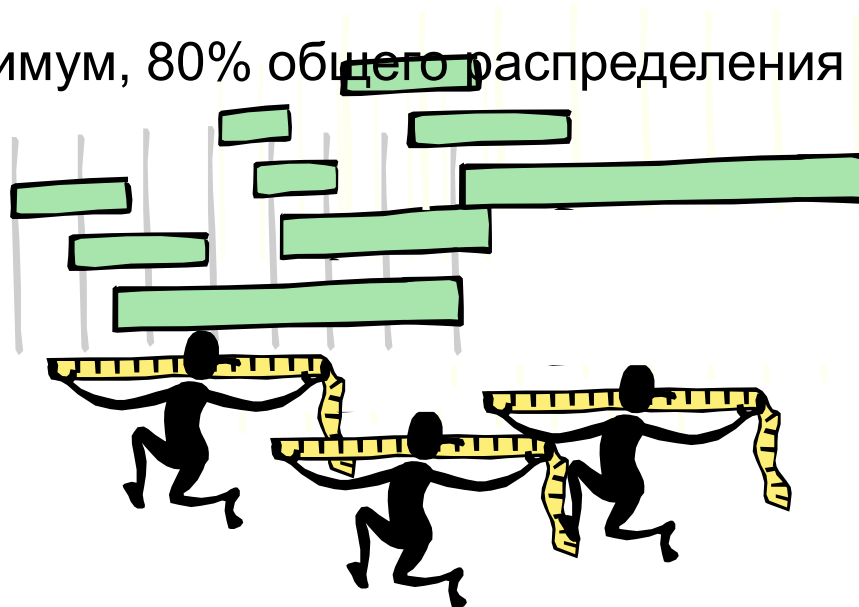
**Воспроизводимость
(Reproducibility)** – это вариация
среднего значения измерений,
полученная различными
замерщиками одним
измерительным инструментом при
измерении идентичной
характеристики одной и той же
детали.

- ◆ Изменение воспроизводимости происходит, когда измерения выполняются различными людьми:
 - Различными операторами
 - В той же среде
 - Тех же изделий
 - В тех же условиях окружающей среды

Этот термин иногда используется при сравнении данных из двух различных источников (как поставщики и завод по сборке).

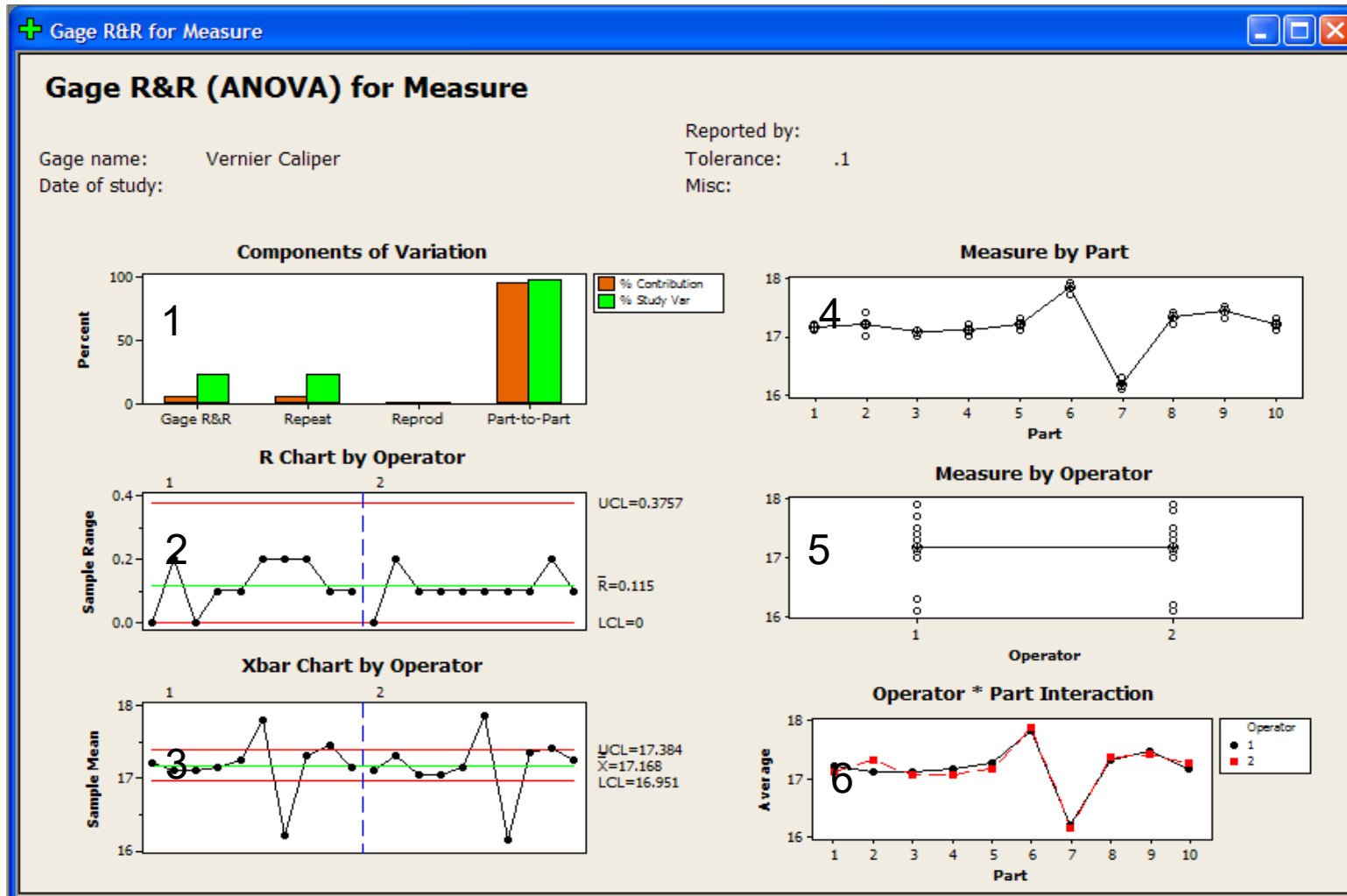
Типичный анализ системы измерений

- ◆ 2 - 3 замерщика
- ◆ 10 результатов процесса (единицы/образцы)
- ◆ 2 или 3 измерения каждой единицы/образца каждым замерщиком
- ◆ Образцы, выбранные для представления типичного результата процесса
 - Как минимум, 80% общего распределения вашей популяции



MSA варьируемых данных

Пример желаемых результатов системы измерений из мини-таблицы:



MSA варьируемых данных

◆ % вклада

- Вариация системы измерений как процентное значение от общей наблюдаемой вариации процесса (с использованием вариации)

◆ % вариативности исследования

- Стандартное отклонение системы измерений как процентное значение от общего наблюдаемого стандартного отклонения процесса (используя стандартное отклонение)

◆ % допуска

- Погрешность измерения как процентное значение допуска

◆ количество отдельных категорий

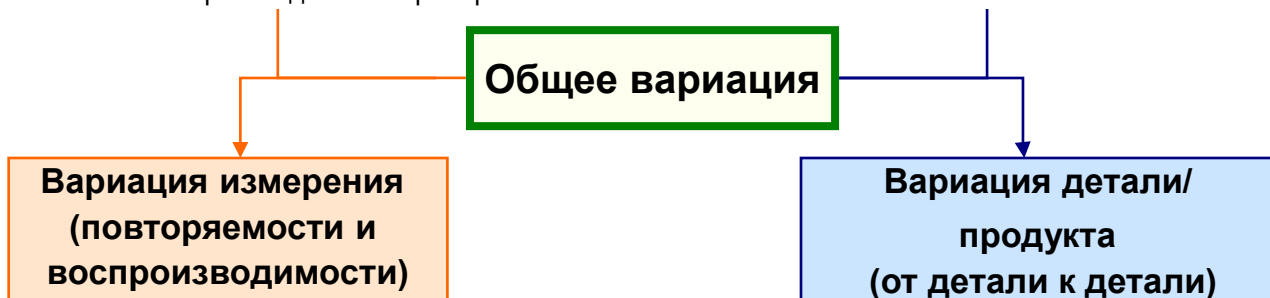
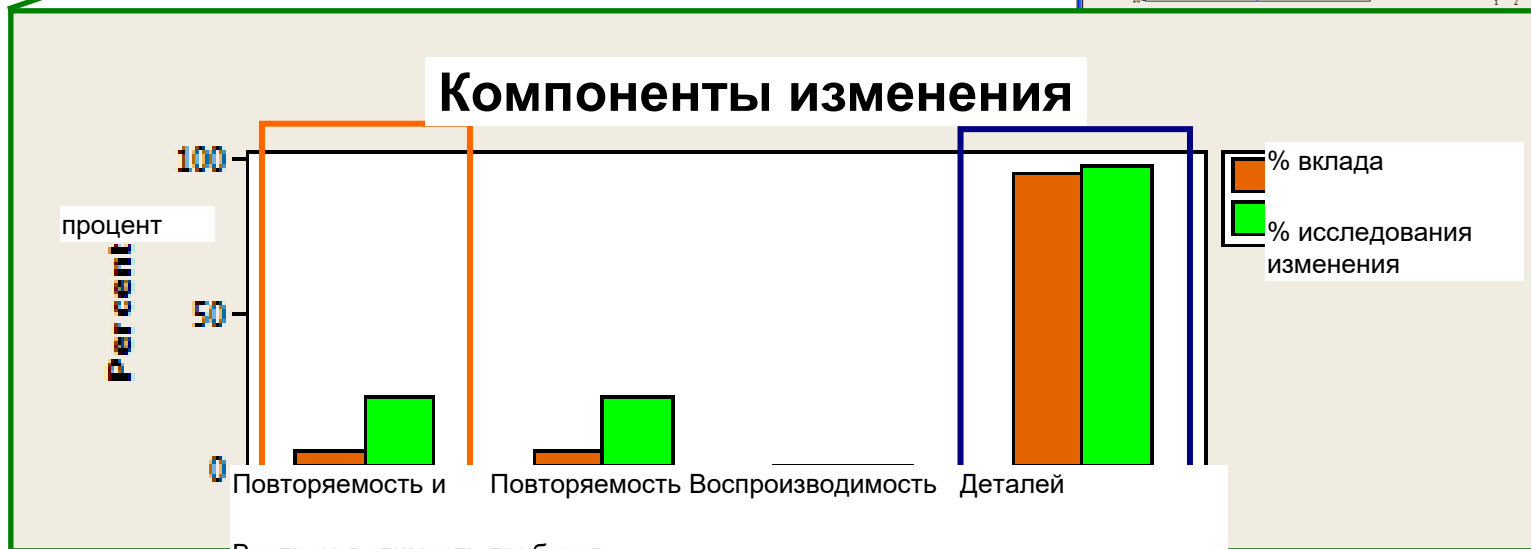
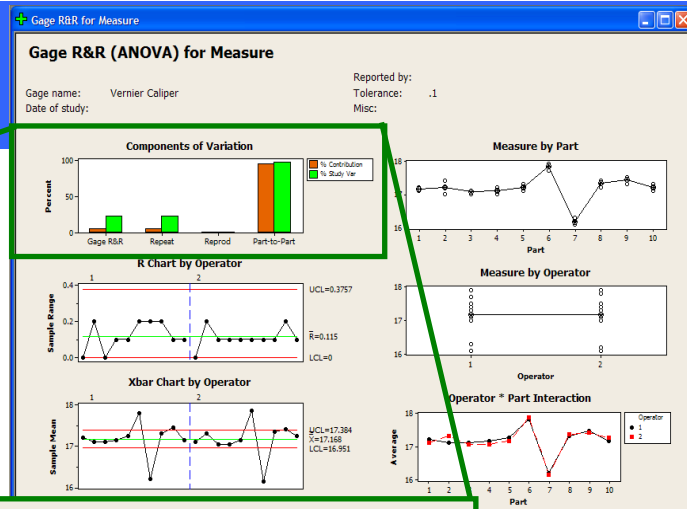
- Менее 5 указывает качественные условия

<u>% вклада</u>	<u>% вариативности исследования</u> (Контроль процесса)	<u>% допуска</u> (Product Control)	<u>Кол-во отдельных категорий</u>
R > 9% неприемлемо	R > 30% неприемлемо	R > 30% неприемлемо	R < 5 неприемлемо
Y 2-9% приемлемо	Y 11-30% приемлемо	Y 11-30% приемлемо	Y 5-10 приемлемо
G < 1% хорошо	G < 10% хорошо	G < 10% хорошо	G > 10 хорошо

Желательно, чтобы **ВСЕ** значения были в **ЗЕЛеной Зоне**

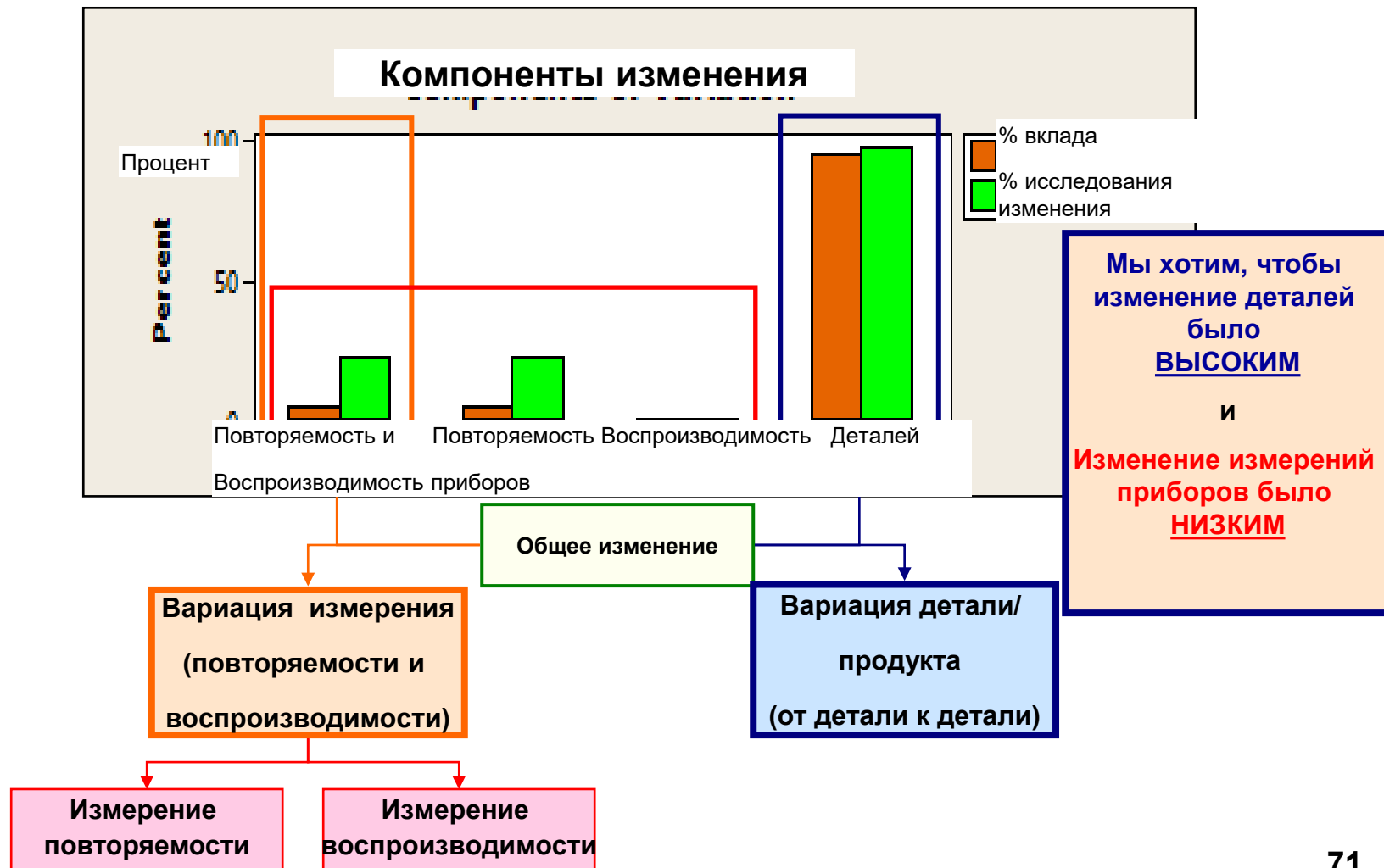
MSA – Компоненты изменения

Схема № 1 из мини-таблицы:



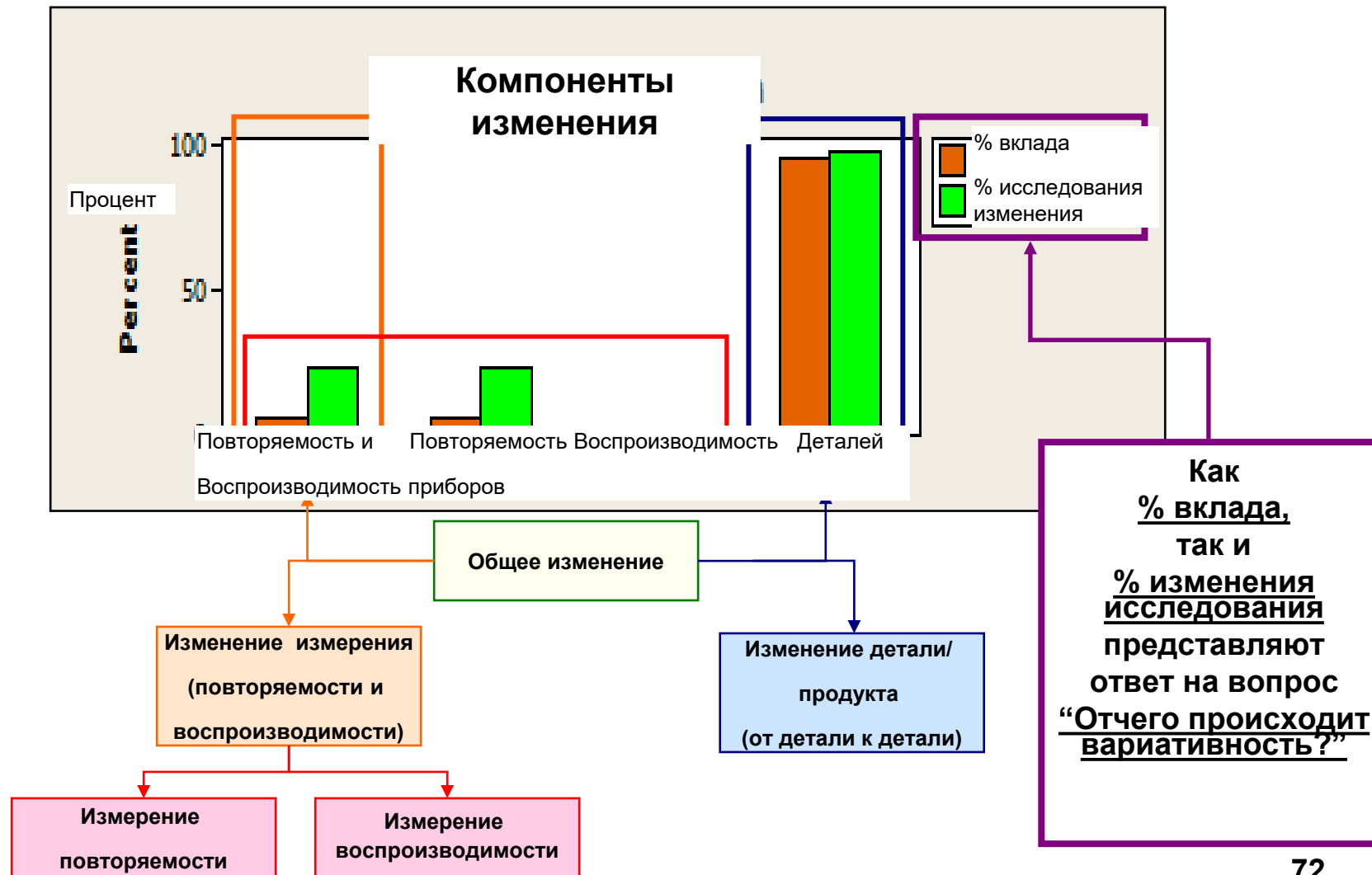
MSA – Изменение повторяемости и воспроизводимости в сравнении с изменением деталей

Схема № 1 из мини-таблицы:



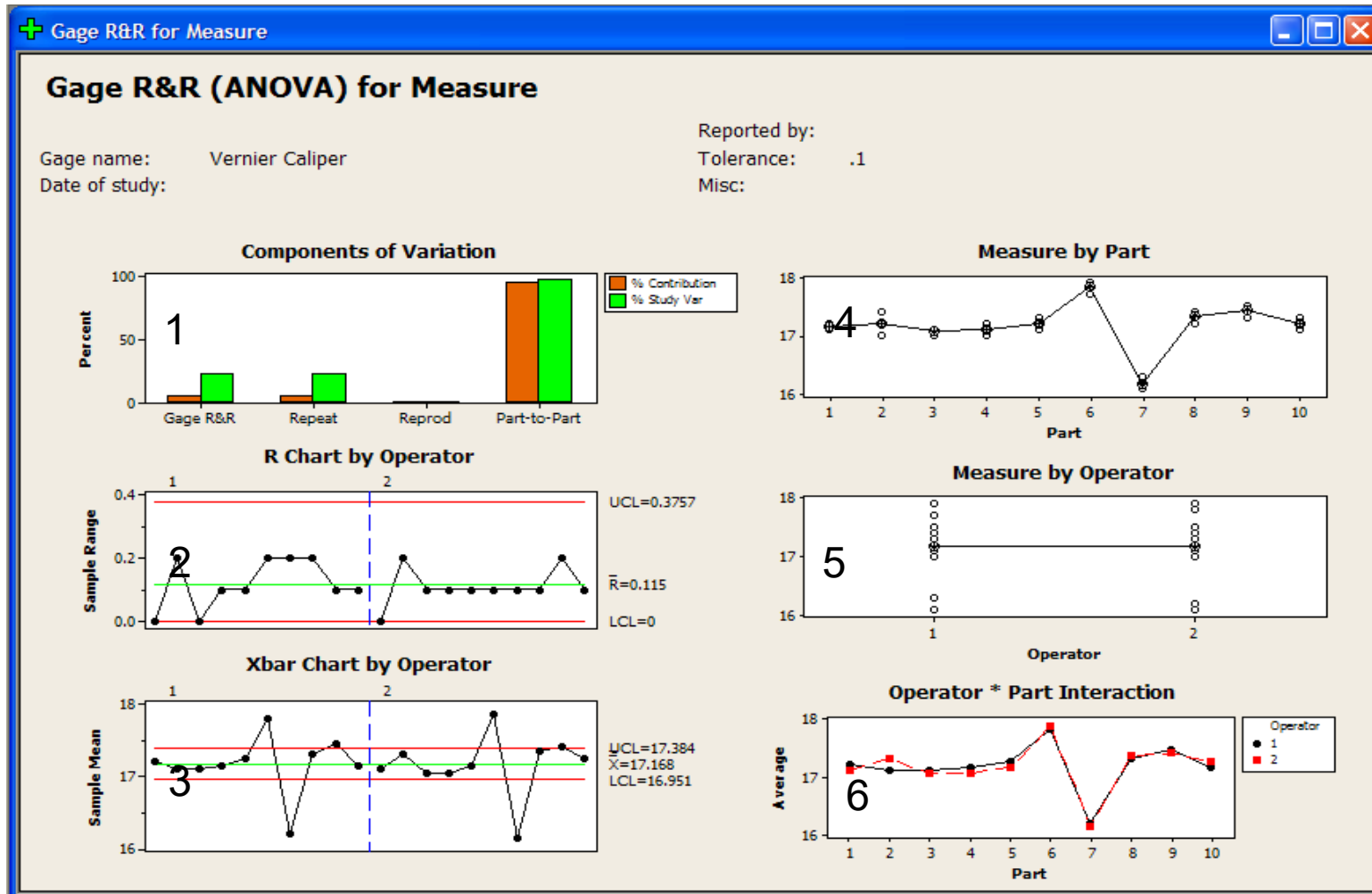
MSA - % вклада в сравнении с % изменения исследования

Схема № 1 из мини-таблицы:



MSA варьируемых данных

Пример желаемых результатов системы измерений из мини-таблицы:

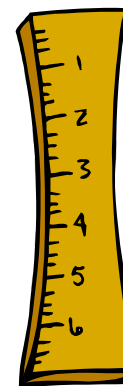
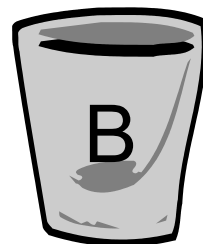
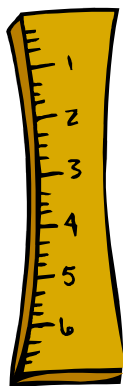


LCL=26.31

Упражнение по переменной изменения повторяемости и воспроизводимости



Используя измерительные приборы, определите глубину воды в каждой чашке.



Если система измерений дефектна, вы можете:

- Улучшить измерительные приборы
- Улучшить процесс измерения
- Обучить замерщиков

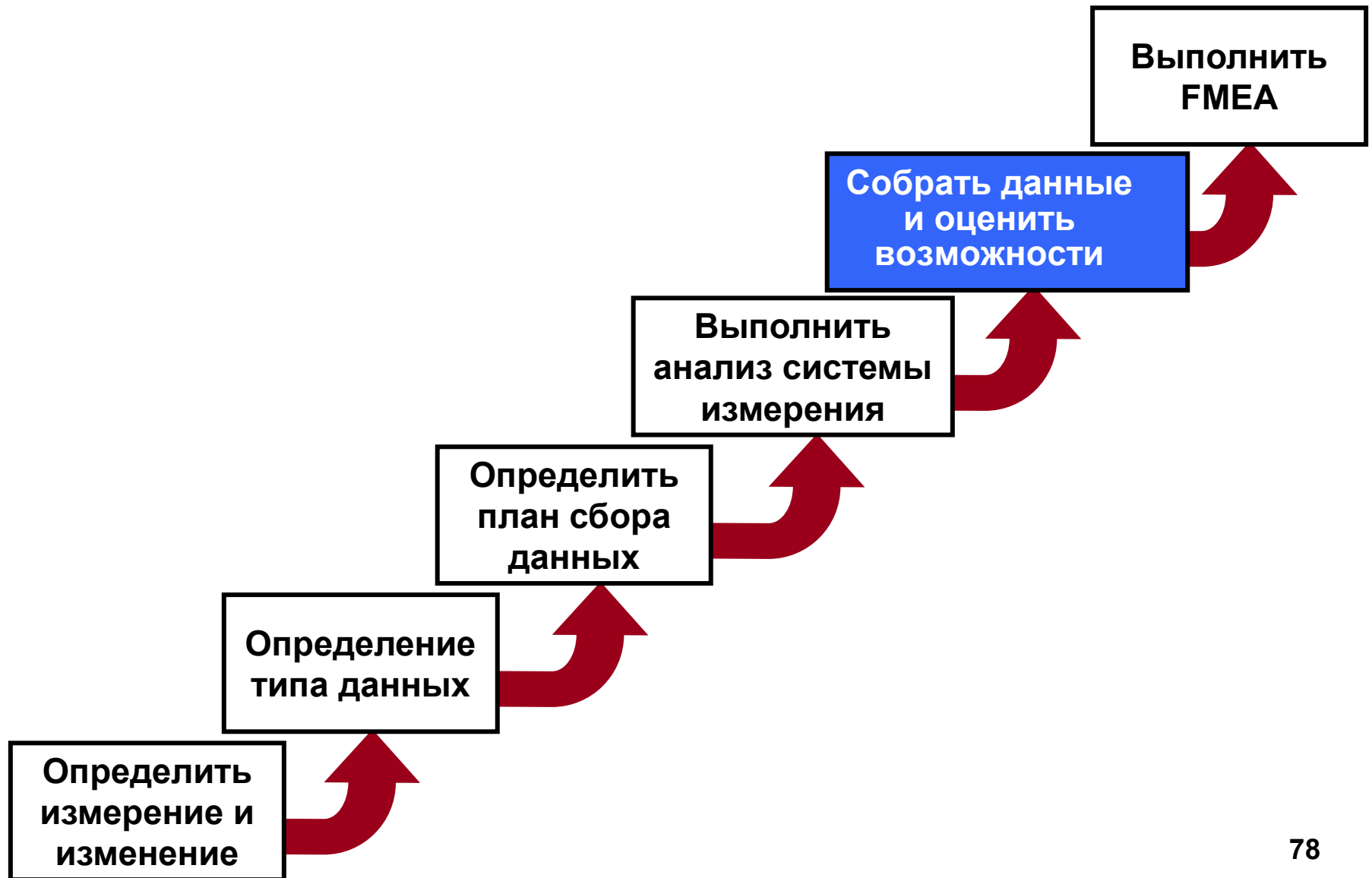
Измерение повторяемости и воспроизводимости – Причинно-следственная схема



В заключение анализа системы измерений Проектная группа должна знать, что:

- ◆ Система измерений может собрать данные, которые точно отражают изменение процесса.
- ◆ Если есть погрешность измерения, нужно знать, насколько она велика, и нужен метод ее учета.
- ◆ Интервалы измерений достаточно малы, чтобы представить изменение.
- ◆ Были определены источники погрешности измерения.

Элементы этапа измерения



Сбор данных – это процесс, в ходе которого аккумулируется достаточное количество информации для расчета возможностей (базиса) текущего процесса и определения потенциальных причин проблемы.

Для обеспечения наилучшего качества данных:

- ◆ Правильно обучайте лиц, собирающих данные
- ◆ Часто контролируйте процесс сбора данных
- ◆ Проверьте, выглядят ли собираемые данные разумными, и проверьте результаты данных, если нет
- ◆ Делайте несколько небольших выборок за несколько раз, чем одну большую выборку в одной точке за один раз
- ◆ Обеспечьте, чтобы измерения оставались стабильными и последовательными

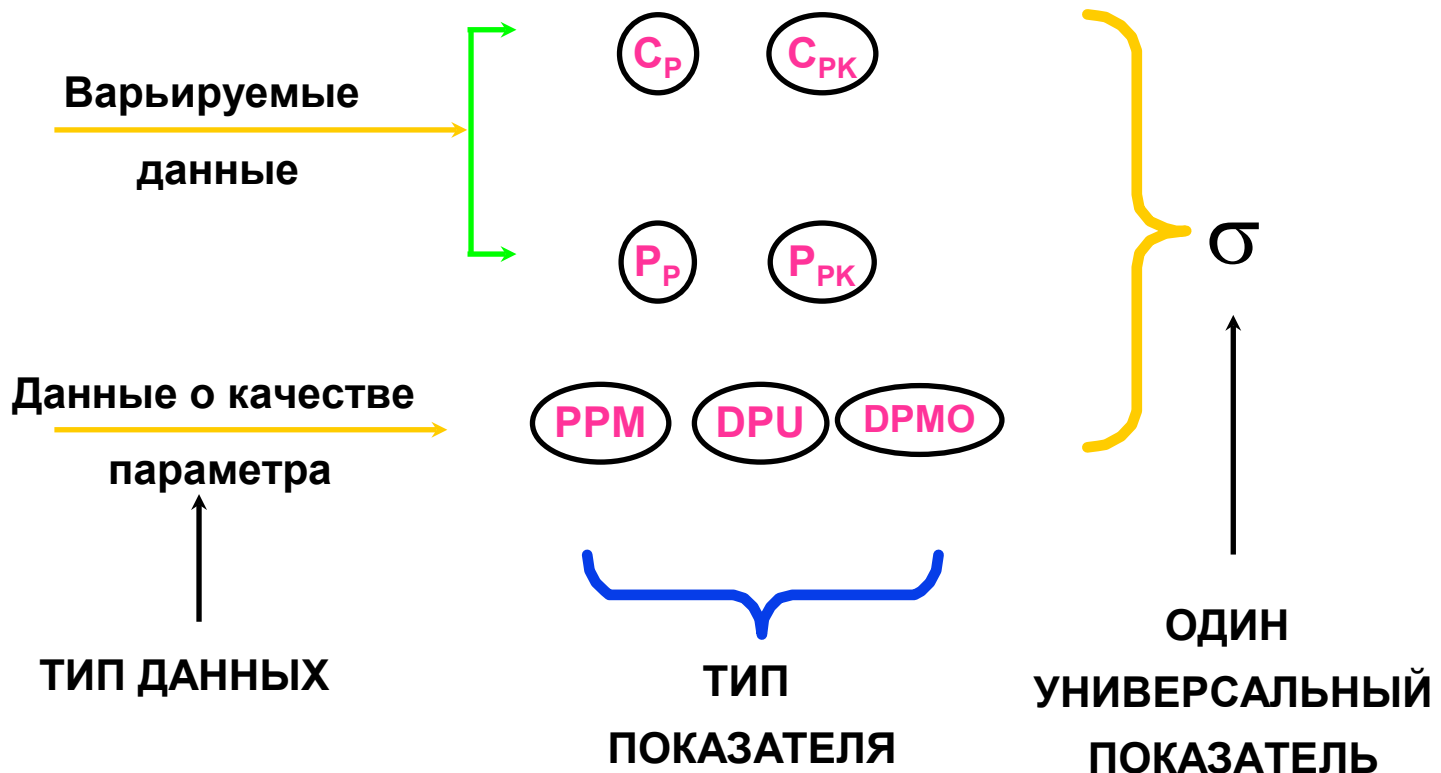


Используя информацию из вашего проекта 6-Sigma, работайте с другими участниками за вашим столом, чтобы заполнить план сбора данных. Убедитесь, что указали метод MSA и стратегию взятия образцов.

Анализ возможностей – это исследование того, как хорошо выполняются в процессе ожидания заказчика (СТQ).

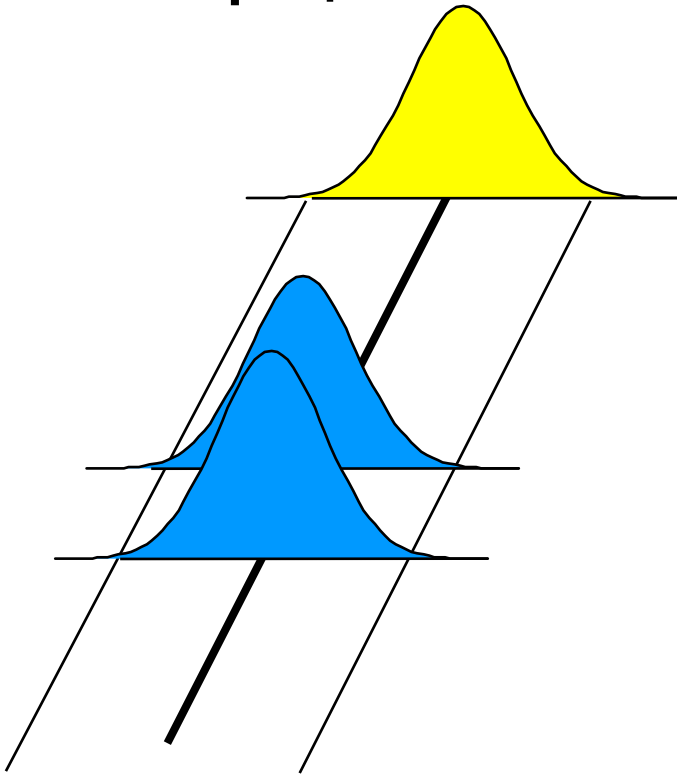
Отношения показателей выполнения процесса

В проектах 6-Sigma, ориентированных на заказчика, отчет о выполнении процесса представляется с использованием универсального показателя значения сигма.

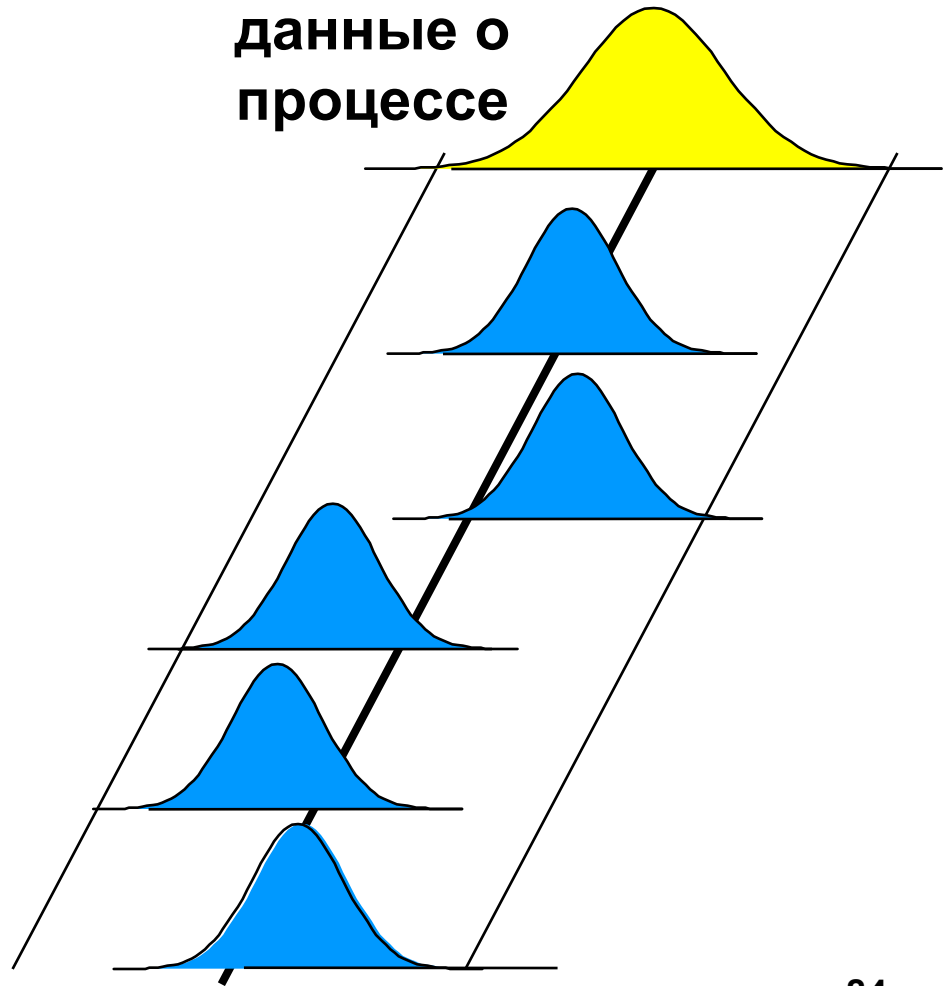


Различия в возможностях процессов во времени

**Краткосрочные
данные о
процессе**



**Долгосрочные
данные о
процессе**



Перед тем как научиться, как рассчитывать возможности процесса, важно понять несколько ключевых терминов:

- ◆ Единица (N)
- ◆ Дефект (D)
- ◆ Возможности дефекта для каждой единицы (O)
- ◆ Количество дефектов на один миллион возможностей (DPMO-Defects Per Million Opportunities)

Расчет возможностей процесса с использованием данных о качестве параметра

Чтобы рассчитать DPMO, используйте формулу:

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Общее кол-во дефектов}}{\text{Общее кол-во единиц} \times \text{Возможности на единицу}} \times 1\,000\,000$$

или

$$\text{DPMO} = \frac{D}{N \times O} \times 1\,000\,000$$

Окончательное преобразование DPMO в значение сигма выполняется с использованием значения Z в таблице пересчета.

Общий пример – Расчет возможностей процесса с использованием данных о качестве параметра

Пример: Данные, собранные по заказам деталей представлены ниже:

500 Заказов деталей (N)

3 Возможности (O)

◆ Поставка с опозданием

◆ Неправильная деталь

◆ Неправильный адрес

57 Сделано ошибок (D)

12 выявлено до отправки Заказчику

45 дефектов выявлены заказчиком

Общий пример – Расчет возможностей процесса с использованием данных о качестве параметра

1. Кол-во обработанных единиц

$$N = 500$$

2. Общее количество сделанных дефектов (включая дефекты, сделанные и исправленные позднее)

$$D = 57$$

3. Количество возможностей дефектов на единицу

$$O = 3$$

4. Определение дефектов на миллион возможностей

$$DPMO = \frac{D}{N \times O} \times 1\,000\,000$$

$$DPMO = \frac{57}{500 \times 3} \times 1\,000\,000$$

$$DPMO = 38\,000$$

5. Посмотрите значение Z (примерное значение Sigma)

$$Z = 1,77$$

В предыдущем расчете почему **57** было использовано как количество дефектов?

57 дефектов – это выполнение “с первого раза”.

Упражнение по расчету возможностей процесса

Используя следующие критерии данных о времени доставки, рассчитайте возможности процесса:



- ◆ Кол-во доставленных транспортных средств: 40
- ◆ Кол-во возможностей на транспортное средство: 1
- ◆ Кол-во транспортных средств, не доставленных в течение 45 дней: 16

Пример автомобильной промышленности – Расчет возможностей процесса с использованием данных о качестве параметра

1. Кол-во обработанных единиц

N =

2. Общее количество сделанных дефектов (включая дефекты, сделанные и исправленные позднее)

D =

3. Количество возможностей дефектов на единицу

O =

4. Определение дефектов на миллион возможностей

$$DPMO = \frac{D}{N \times O} \times 1\,000\,000$$

$$DPMO = \quad \times 1\,000\,000$$

$$DPMO =$$

5. Посмотрите значение Z (примерное значение Sigma)

Z =



- ◆ Возможности должны быть **важными** для заказчика
- ◆ Возможности на единицу **остаются постоянными** до и после улучшения
- ◆ Количество возможностей на единицу можно использовать до **уровня** поля процессов и результатов различных осложнений
- ◆ Учитываются только возможности, при которых дефекты могут **действительно** произойти

Анализ возможностей – Варьируемые данные

Перед определением возможностей процесса с использованием варьируемых данных важно рассмотреть несколько новых терминов и символов с уже определенными ранее терминами:

- ◆ Целевое значение
- ◆ Установленные пределы
- ◆ Распределение данных
- ◆ Нормальное распределение
- ◆ Среднее значение
- ◆ Центрирование
- ◆ Отклонение
- ◆ Стандартное отклонение
- ◆ Вероятность выполнения дефекта
- ◆ Выход
 - Суммируемый выход

Целевое значение

- ◆ Для многих измеряемых характеристик существует желаемый уровень исполнения, именуемый целевым значением.
- ◆ Примеры:
 - Температура тела: 98,6°F
 - Доставка за ночь: 10 утра следующего дня
 - Ограничение скорости на сельских дорогах: 70 миль в час

Установленные пределы (Верхний/Нижний)

- ◆ Установленные пределы представляют границы приемлемого выполнения выше или ниже целевого значения
 - Нижний установленный предел (LSL): Самое низкое приемлемое значение
 - Верхний установленный предел (USL): Самое высокое приемлемое значение

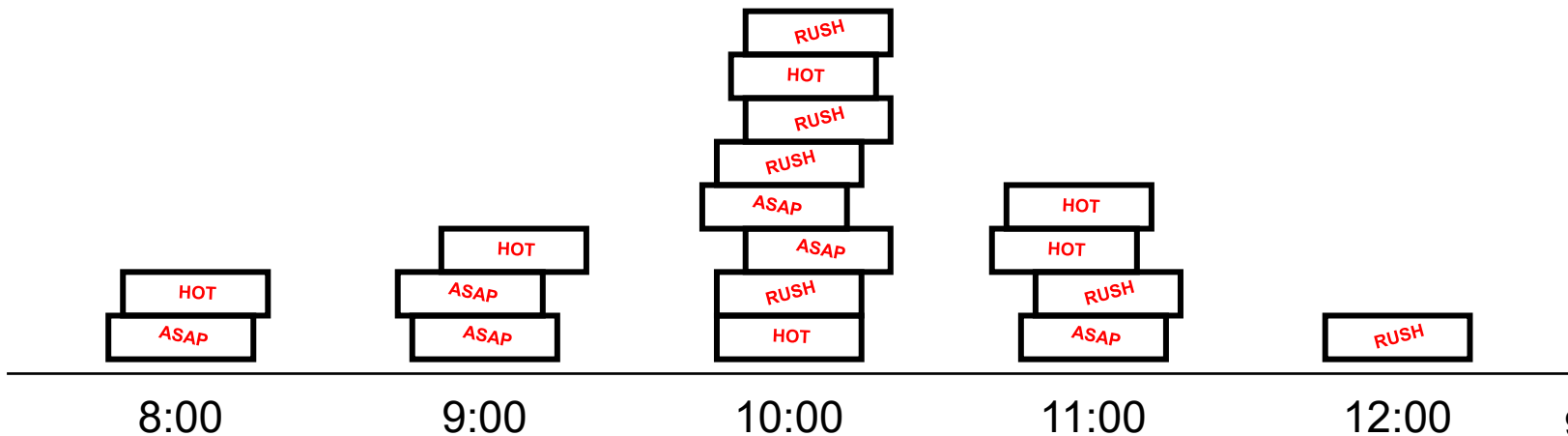
◆ Примеры:

	НУП	Целевое	ВУП
– Температура тела:	98,3°	98,6°	99,1°
– Доставка за ночь:	8:00	10:00	12:00
– Ограничение скорости:	45		70

Распределение данных это

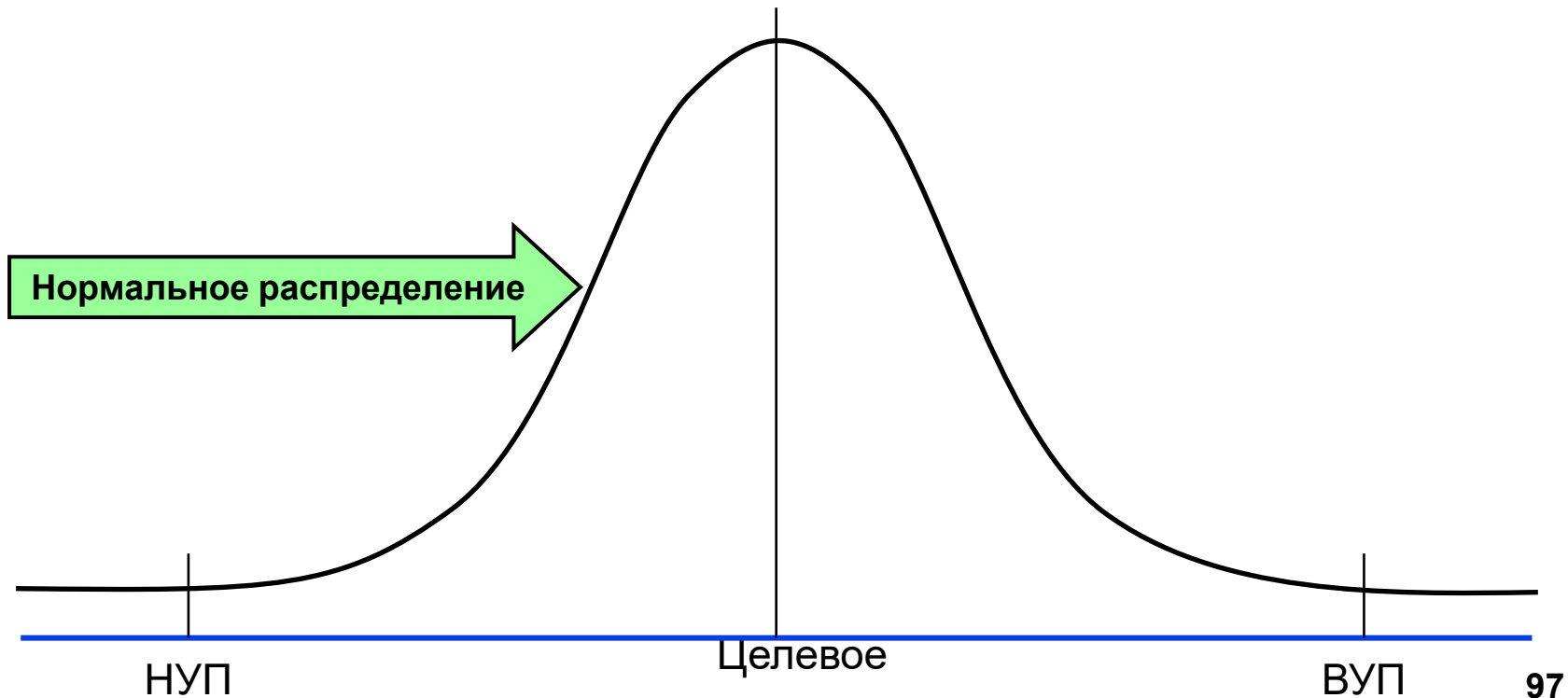
◆ Комбинации измеренных данных

- Например (Доставка за ночь):
Измерение = кол-во доставленных упаковок



Нормальное распределение

- ◆ Нормальное распределение данных характеризуется ровной, колоколообразной кривой



Среднее значение (\bar{x})

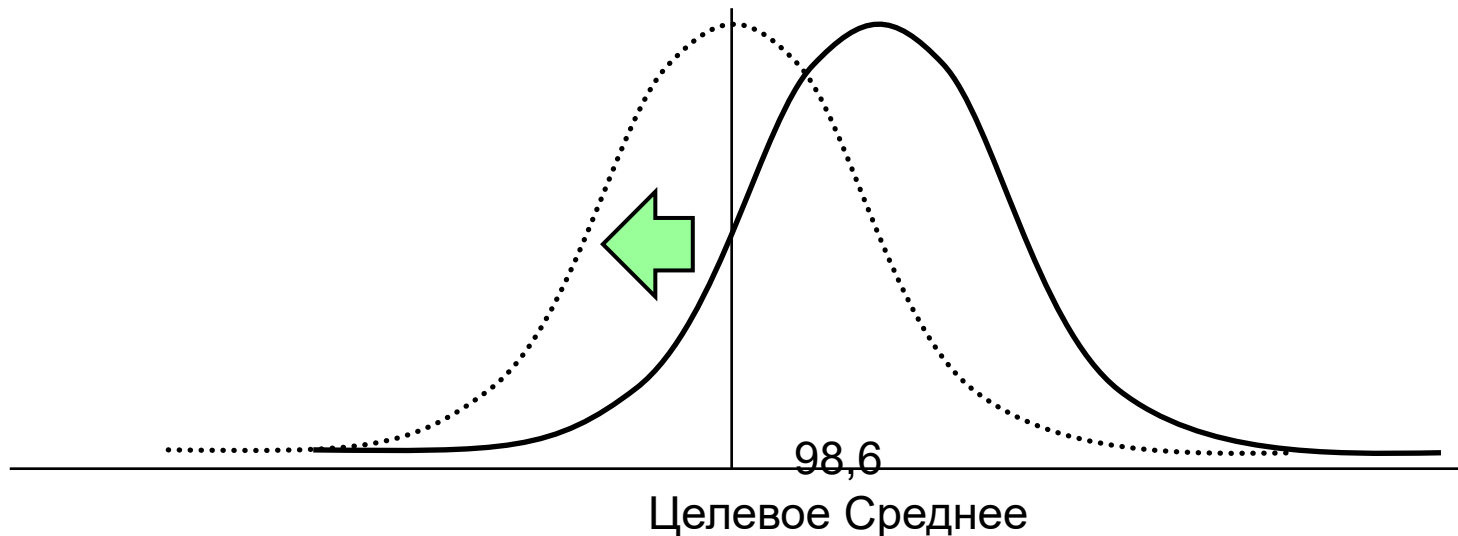
- ◆ Среднее значение в группе значений, обычно представляется символом \bar{x} (ось X)
- ◆ Например (температура тела):

98,3
99,0
98,6
98,9
99,1
100,5
99,3

$\bar{x} = 99,1$

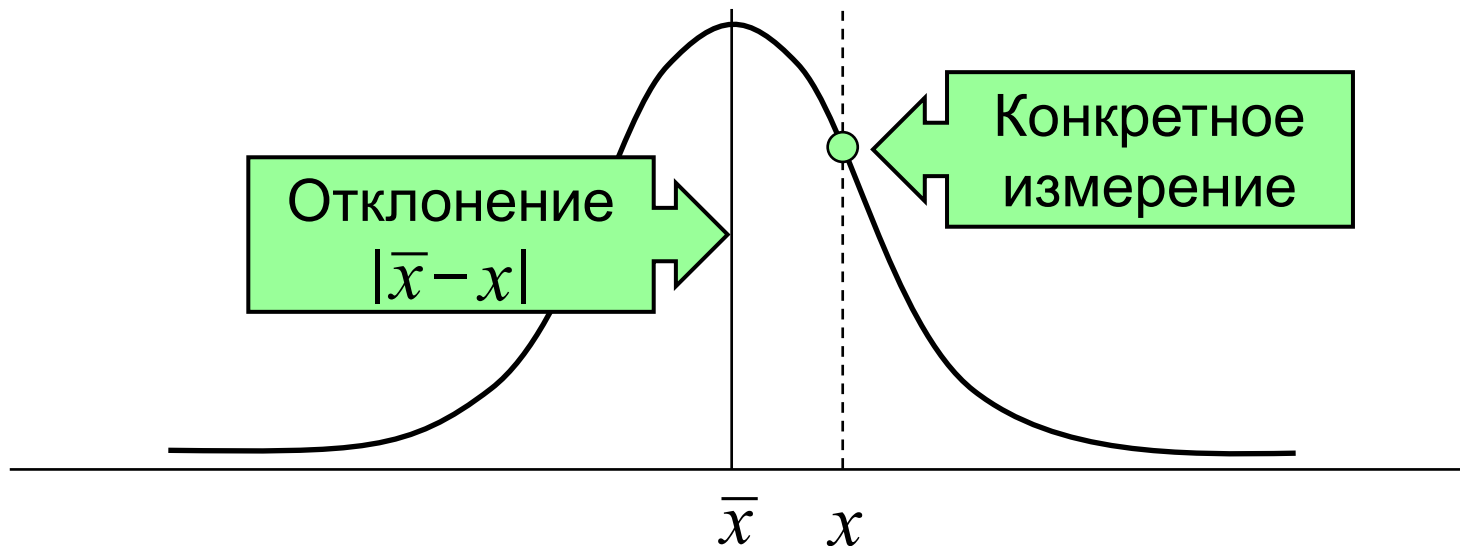
Центрирование

- ◆ Основываясь на отношении среднего значения (среднее значение данных) к целевому значению, центрирование – это процесс соотнесения среднего значения с целевым.
- ◆ Например (температура тела):



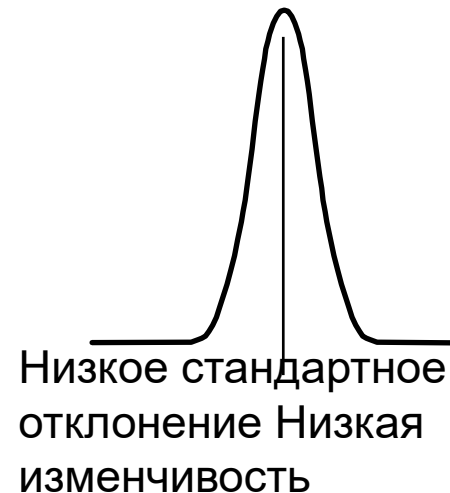
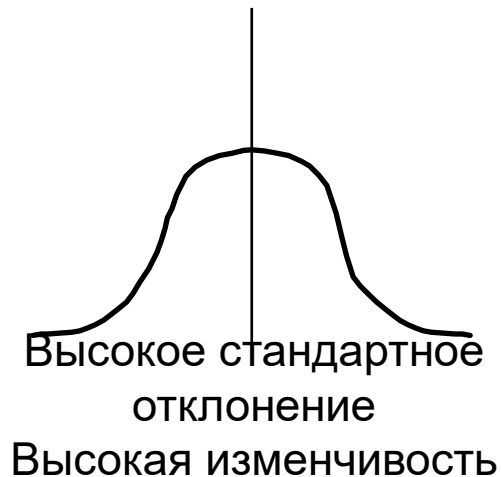
Отклонение

- ◆ “Отклонение” – это расстояние между конкретным измерением и средним значением всех измерений в группе данных.

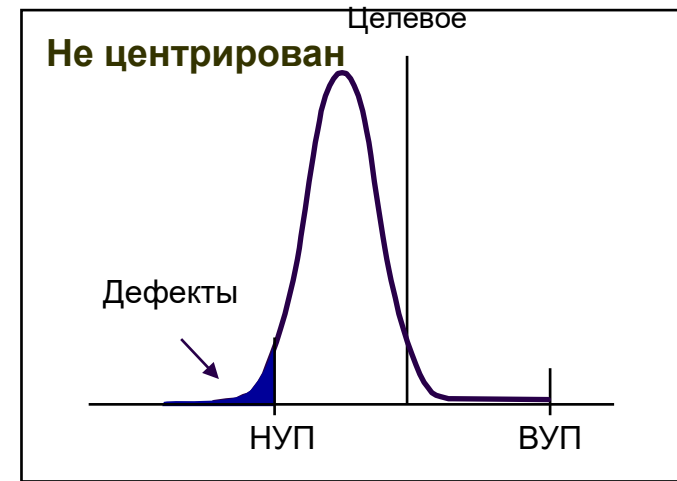
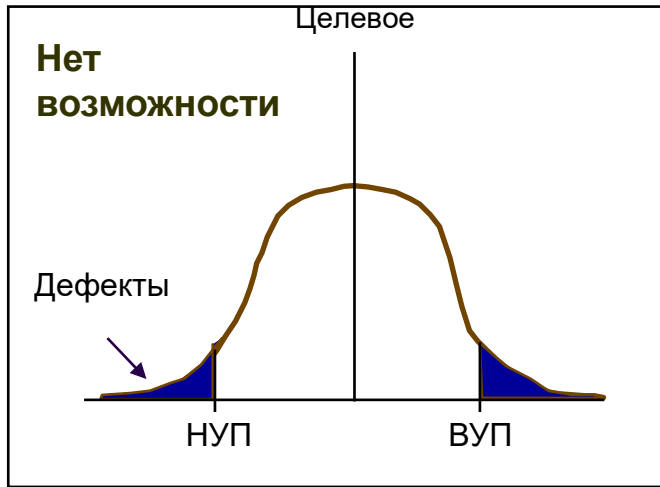


Стандартное отклонение

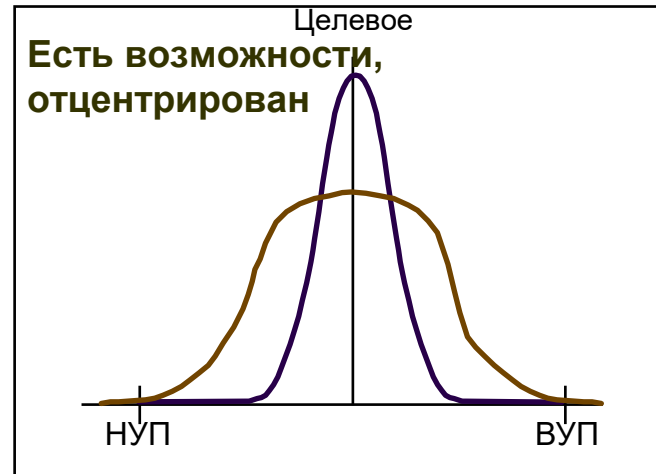
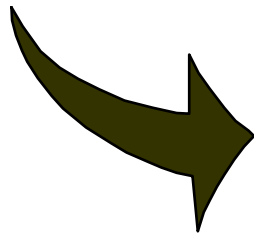
- ◆ Стандартное отклонение относится к совокупному отклонению всей группы данных.
- ◆ Например:



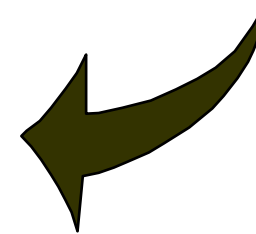
Отношение между вариацией и возможностями процесса



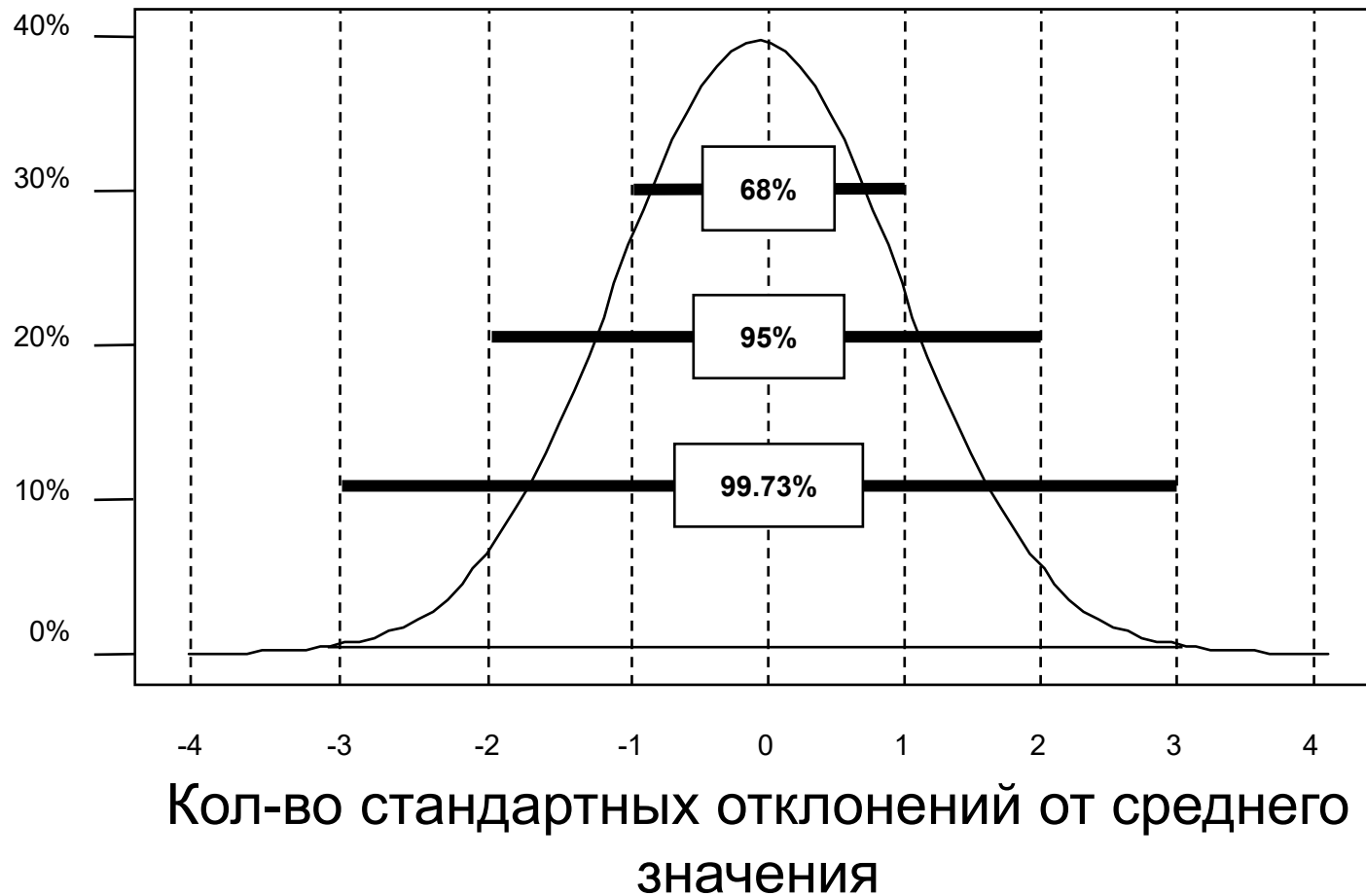
Снижение размаха



Процесс центрирования



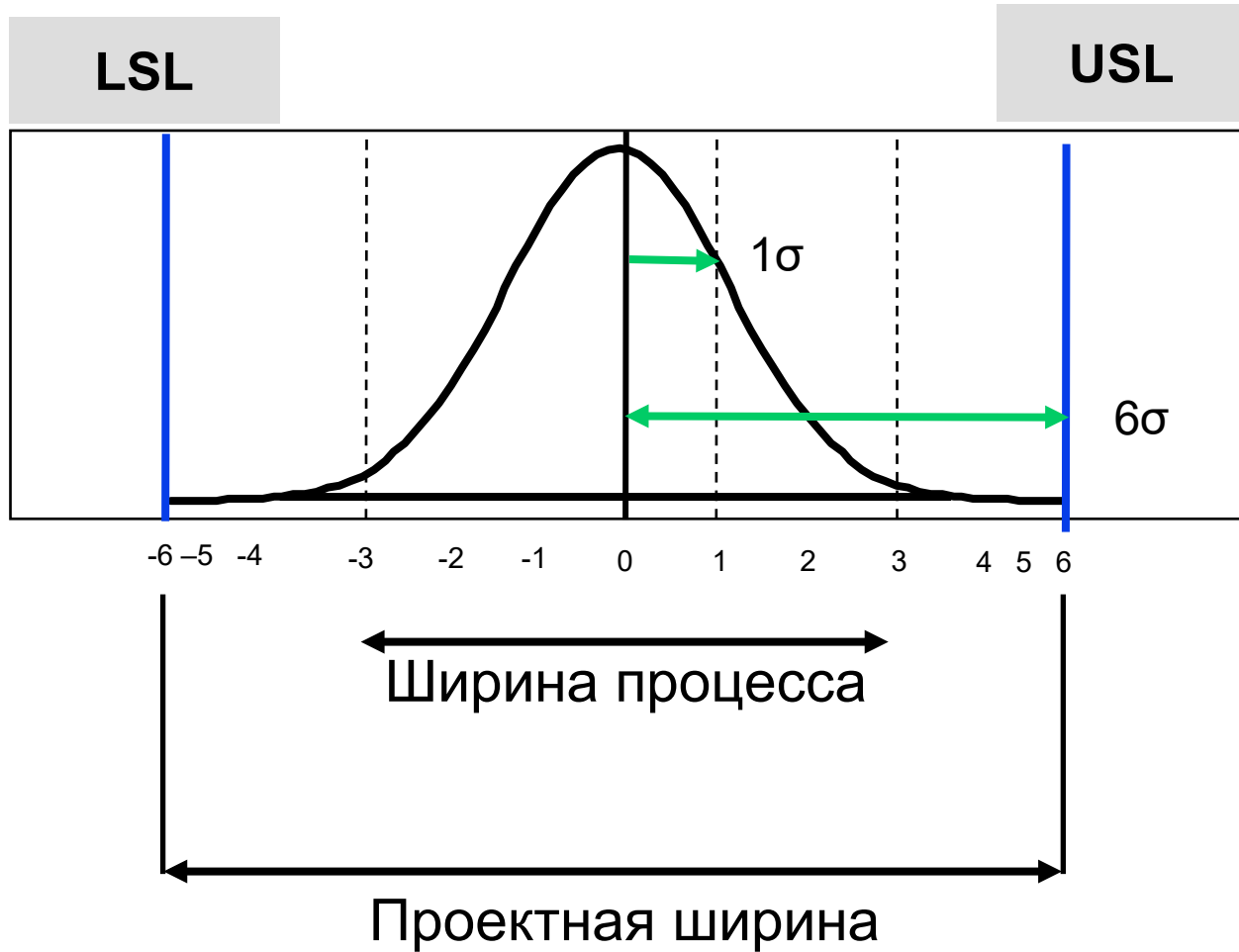
Нормальная кривая и области вероятности



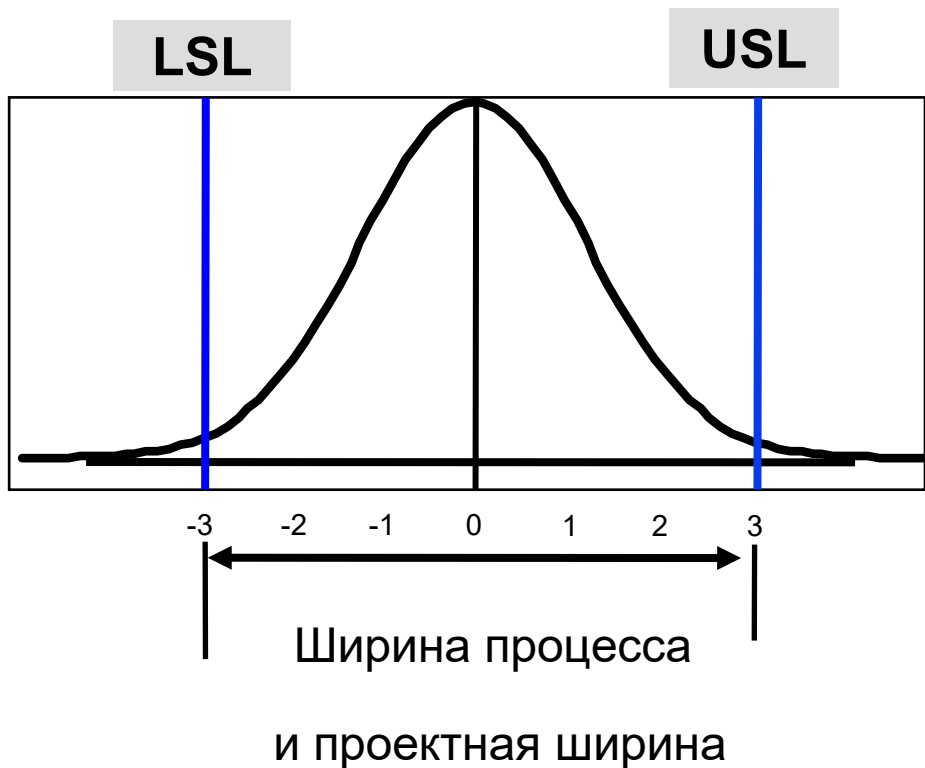
- ◆ Относится к возможности процесса последовательно производить продукт/услугу, отвечающую установленным пределам заказчика
- ◆ Измерение всех воздействий процесса (запас, оператор, температура, процесс, оборудование инструментами)
- ◆ Основаны на группе образцов, взятых в течение периода времени (примерно 30 дней)

- ◆ Индекс возможностей – это число, которое представляет возможности машины или процесса. Сравнение между распределением процесса (что процесс может делать) и распределением технических условий (что требует заказчика).
- ◆ Ср
 - Число Ср указывает на то, может ли процесс производить детали с распределением процесса менее распределения технических условий заказчика; это **потенциальное** выполнение процесса.
- ◆ Срк
 - Индекс Срк – это другой тип индекса возможности, который указывает на то, что процесс действительно производит детали в пределах распространения технических условий.
 - Подобно Ср, за исключением учтенного расположения процесса – данный индекс указывает **фактическое выполнение** процесса.

Ср/Срк – Процесс 6-Sigma

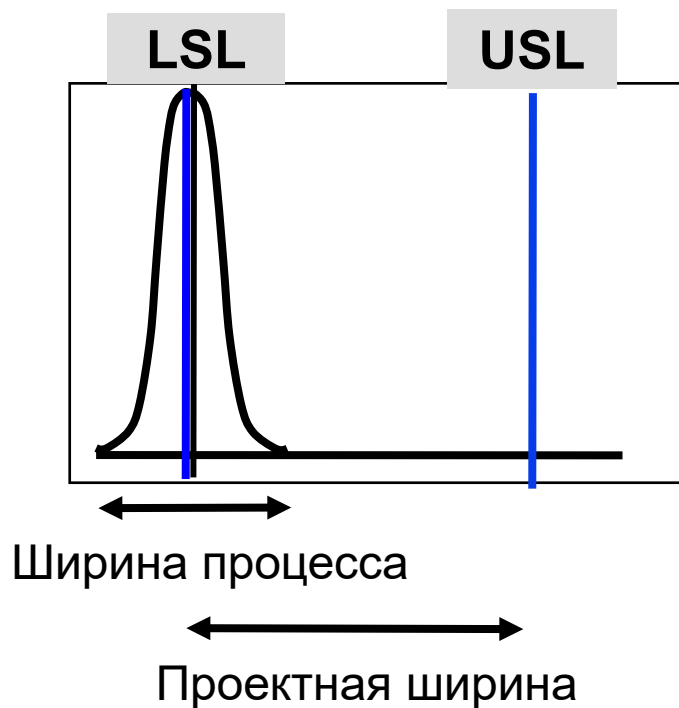


Сценарий 1



$C_p = 1,0 / C_{pk} = 1,0$
3 σ процесс

Сценарий 2



$C_p = 2,0 / C_{pk} = 0,0$
6 σ процесс

Расчет возможностей процесса с использованием варьируемых данных


MINITAB - DELIVERY TIMING.MPJ - [MINITAB V-5 DATA.MTW ****]

File Edit Data Calc Stat Graph Editor Tools Window Help Six Sigma

Process Report...
Product Report...
Design for Manufacturability
Help

	C4	C5	C6	C8	C9	C10	C11-T	C12
	Secondary Rail Carrier	Terminal Rail Ramp	Delivery	Vehicle Weight	Stage of Delivery	Time in Stage		
1	8.60	3.77	3.18	38.77	3874	1. Plant	15.13	
2	7.72	7.60	1.86	41.05	3705	1. Plant	15.89	
3	6.24	7.52	0.41	41.56	3748	1. Plant	15.34	
4	5.94	7.80	1.32	38.27	3698	1. Plant	17.27	
5	8.55	5.18	2.40	36.68	4020	1. Plant	16.27	
6	7.75	6.43	1.86	45.29	3783	1. Plant	16.62	
7	8.17	5.71	1.62	38.21	4014	1. Plant	15.95	
8	8.13	6.77	1.60	39.68	3695	1. Plant	17.36	
9	7.67	5.52	1.41	39.98	3614	1. Plant	18.54	
10	5.21	4.69	1.79	45.26	4064	1. Plant	19.25	
11	4.18	5.40	3.00	46.59	3828	1. Plant	16.21	
12	6.17	5.67	2.14	47.16	3612	1. Plant	16.79	
13	7.95	4.49	3.39	40.32	3735	1. Plant	16.14	
14	5.65	5.44	2.04	44.65	3927	1. Plant	15.53	
15	5.71	4.77	0.63	39.92	4039	1. Plant	15.27	
16	7.68	4.92	3.50	39.22	3816	1. Plant	17.75	
17	7.07	4.70	2.72	39.54	3787	1. Plant	19.52	
18	5.37	3.18	4.04	40.38	3948	1. Plant	17.54	
19	6.81	4.44	1.50	34.10	3728	1. Plant	18.12	
20	7.04	5.88	3.82	36.89	4022	1. Plant	17.01	
21	4.45	7.51	1.86	47.10	3714	1. Plant	19.09	
22	6.72	5.02	3.04	39.06	4028	1. Plant	17.08	
23	8.04	4.11	0.89	35.13	3931	1. Plant		
24	5.15	4.53	3.90	36.20	4012	1. Plant		
25	8.60	5.21	2.36	47.75	3580	1. Plant		
26	8.48	4.55	0.70	37.34	3906	1. Plant		

Generates process capability reports for a characteristic of a product



Расчет возможностей процесса с использованием варьируемых данных

MINITAB - DELIVERY TIMING.MPJ - [MINITAB V-5 DATA.MTW ***]

File Edit Data Calc Stat Graph Editor Tools Window Help Six Sigma

	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11-T	C12	C
	Secondary Rail Carrier	Terminal Rail Ramp	Delivery Truck	Total Delivery Time		Vehicle Weight		Stage of Delivery	Time in Stage	
1	8.60	3.77	3.18	38.77		3874		1. Plant	15.13	
2	7.72	7.60	1.86	41.05		3705		1. Plant	15.89	
3	6.24	7.55	3.11	44.55		3718		1. Plant	15.34	
4	5.94							1. Plant	17.27	
5	8.55							1. Plant	16.27	
6	7.75							1. Plant	16.62	
7	8.17							1. Plant	15.95	
8	8.13							1. Plant	17.36	
9	7.67							1. Plant	18.54	
10	5.21							1. Plant	19.25	
11	4.18							1. Plant	16.21	
12	6.17							1. Plant	16.79	
13	7.95							1. Plant	16.14	
14	5.65							1. Plant	15.53	
15	5.71							1. Plant	15.27	
16	7.68							1. Plant	17.75	
17	7.07							1. Plant	19.52	
18	5.37							1. Plant	17.54	
19	6.81	4.44	1.50	34.10		3726		1. Plant	18.12	
20	7.04	5.88	3.82	36.89		4022		1. Plant	17.01	
21	4.45	7.51	1.86	47.10		3714		1. Plant	19.09	
22	6.72	5.02	3.04	39.06		4028		1. Plant	17.08	
23	8.04	4.11	0.89	35.13		3931		1. Plant	18.14	
24	5.15	4.53	3.90	36.20		4012		1. Plant	17.33	
25	8.60	5.21	2.36	47.75		3580		1. Plant		
26	8.48	4.55	0.70	37.34		3906		1. Plant		

Process Report

All observations are in one column:

Total Delivery Time

Subgroup size: 1 (enter a number or ID column)

Enter process demographics data individually:

Lower Spec: Boundary

Upper Spec: 45 Boundary

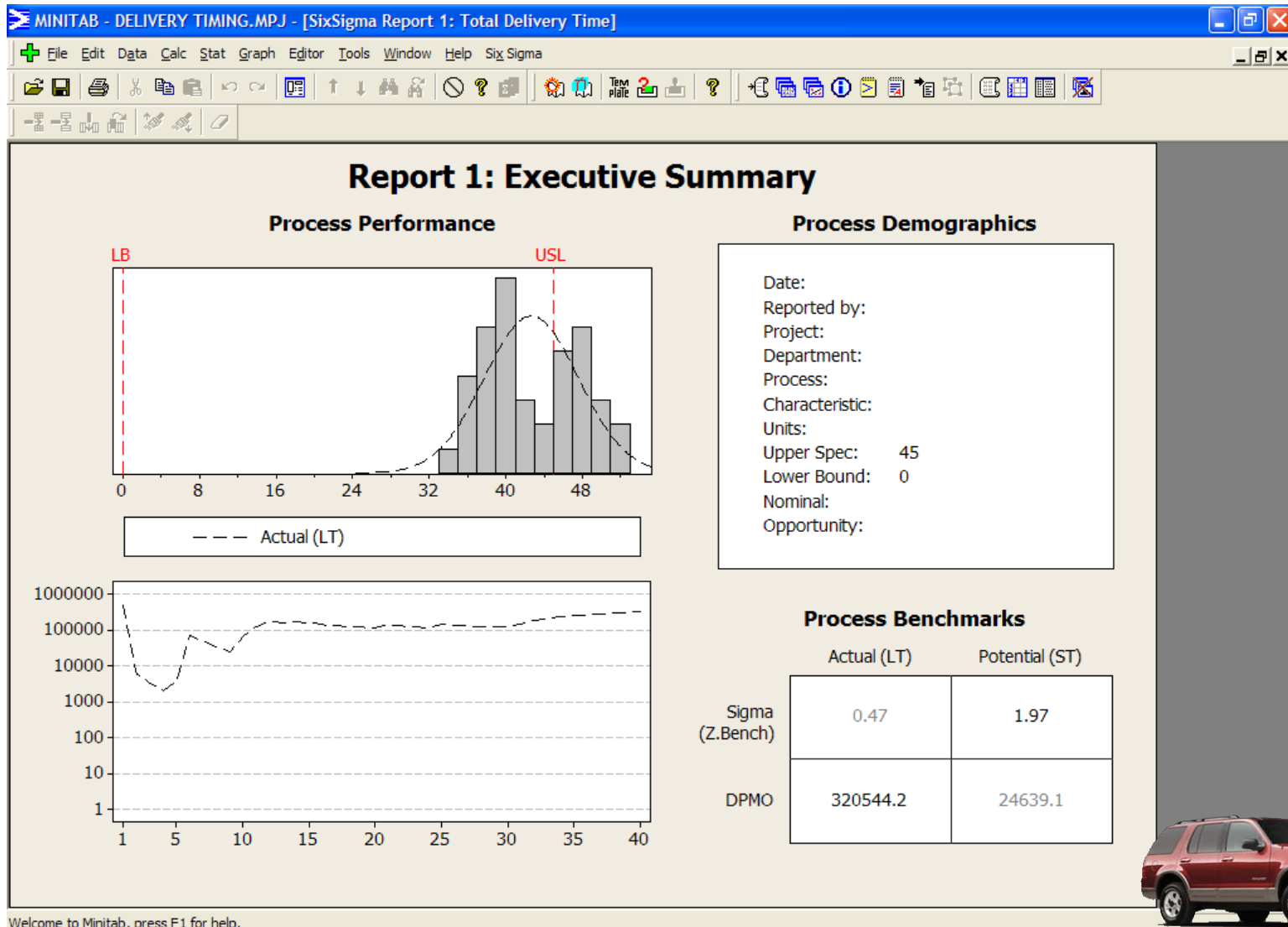
Target: (optional)

Select Reports... Demographics... Options... Help OK Cancel

Open most recently used dialog box

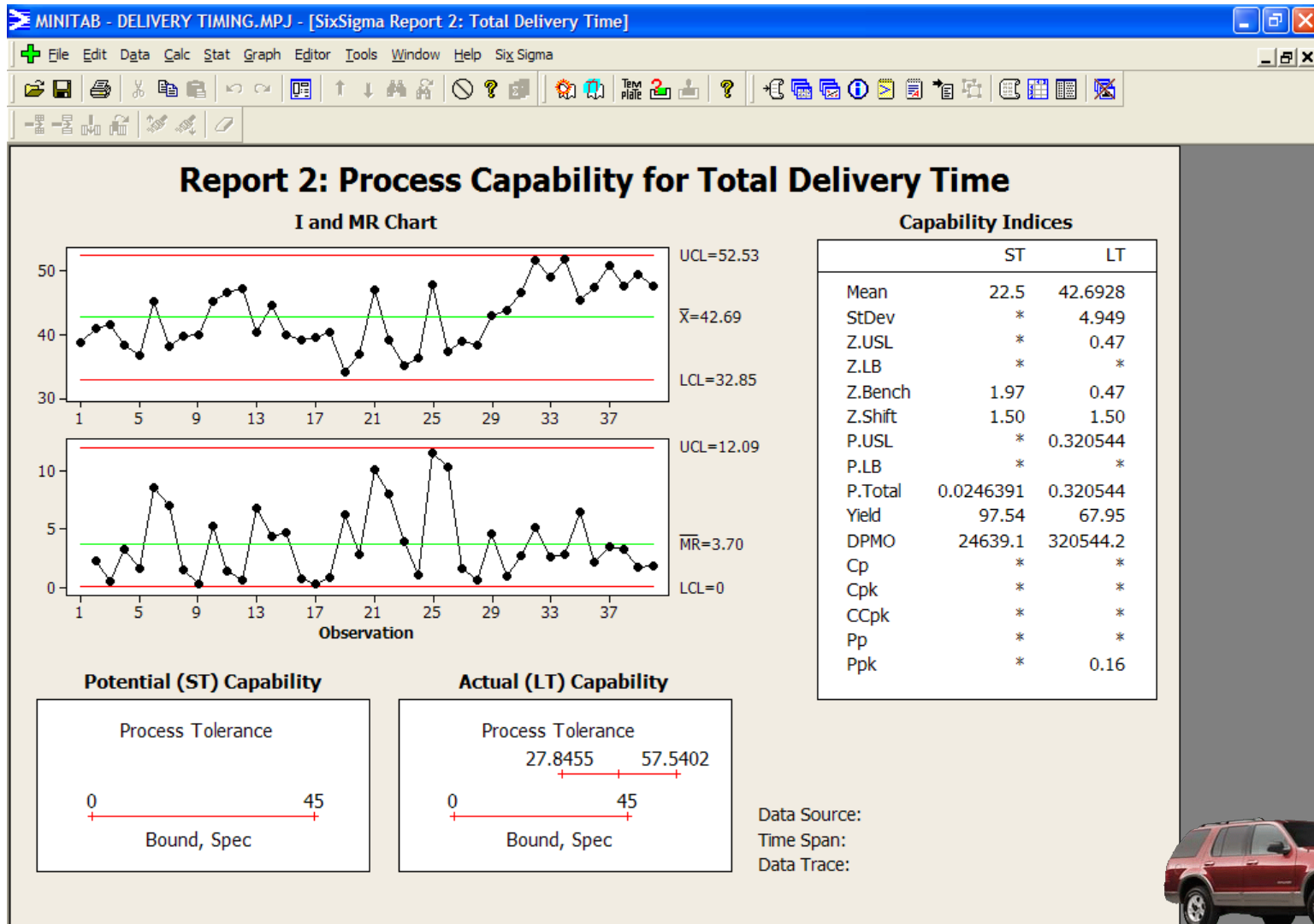


Расчет возможностей процесса с использованием варьируемых данных



Welcome to Minitab, press F1 for help.

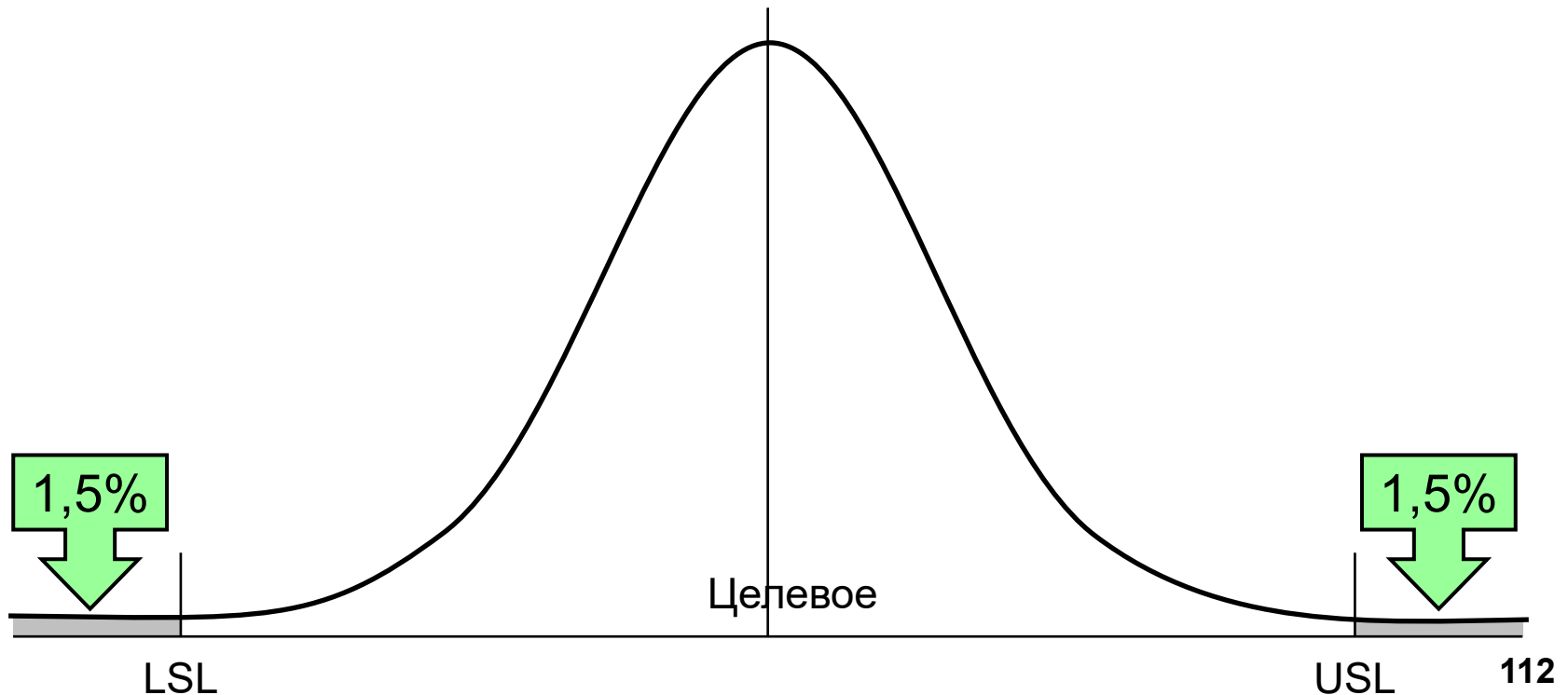
Расчет возможностей процесса с использованием варьируемых данных



Open most recently used dialog box

Вероятность производства дефекта

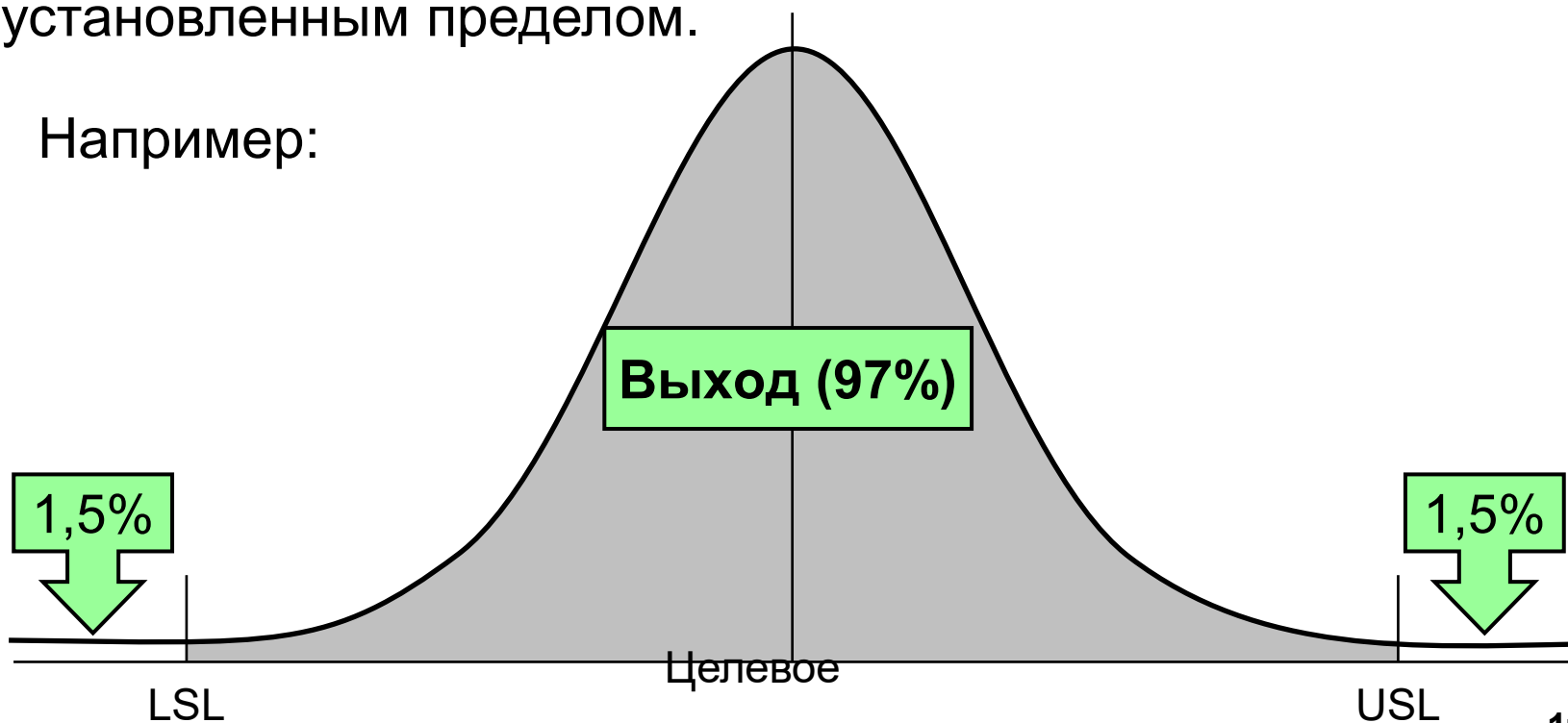
- ◆ Процент данных за пределами нижнего и верхнего установленных пределов.
- ◆ Например: Вероятность производства дефекта – 3%

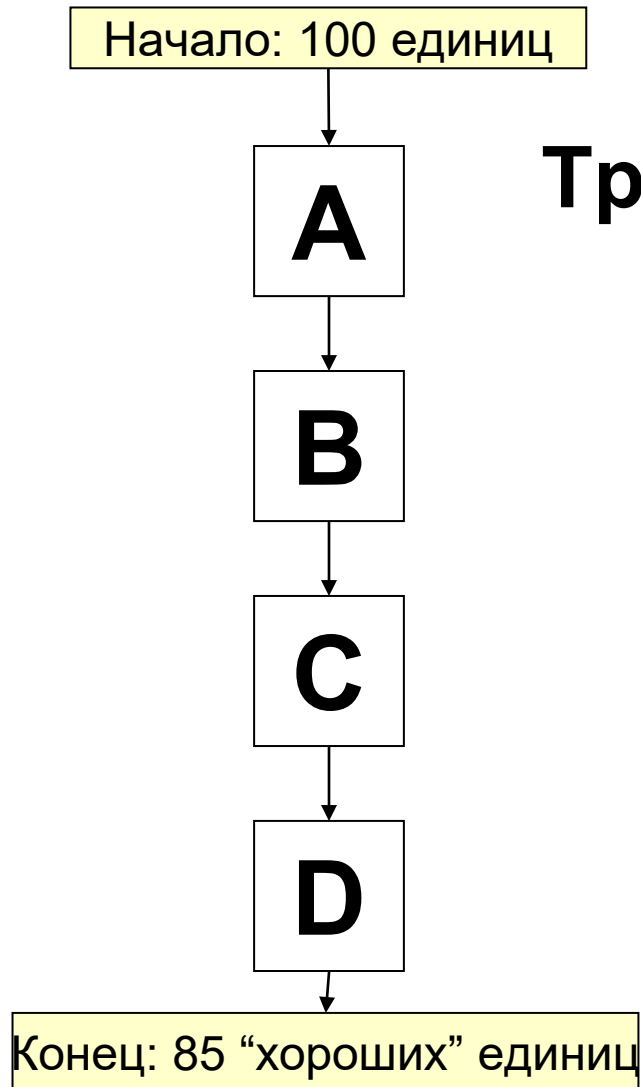


Выход (“Yield” вероятность успеха [производство хорошего изделия])

- ◆ Процентное значение данных **между** низким и верхним установленным пределом.

Например:



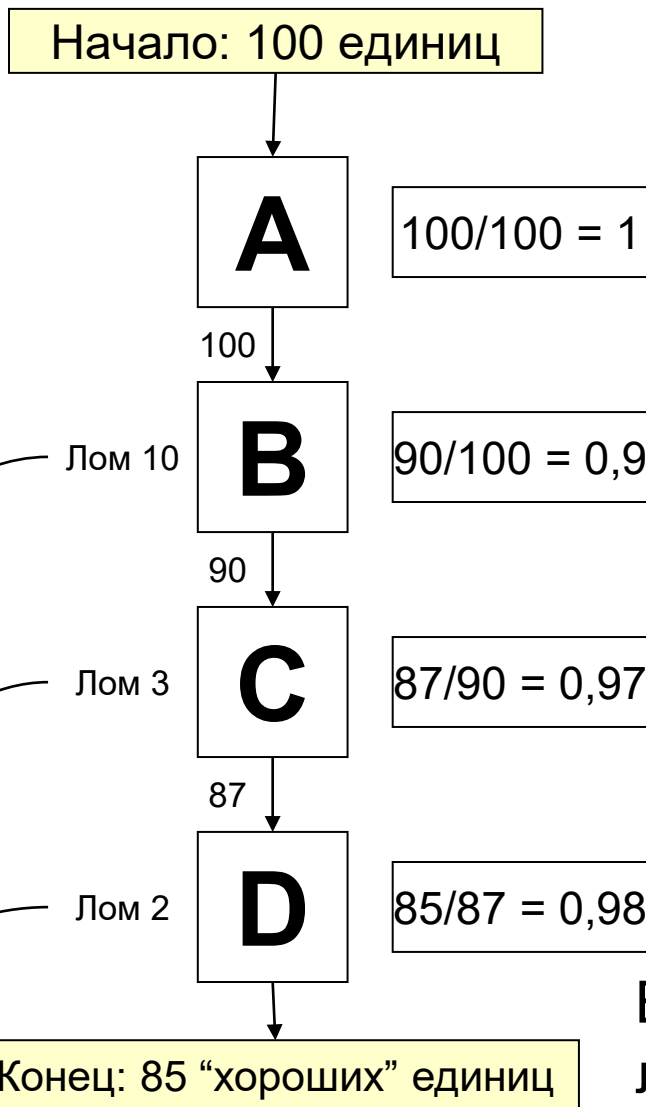


Традиционный выход

Каков выход?

_____ %

Расчет окончательного выхода (традиционного)

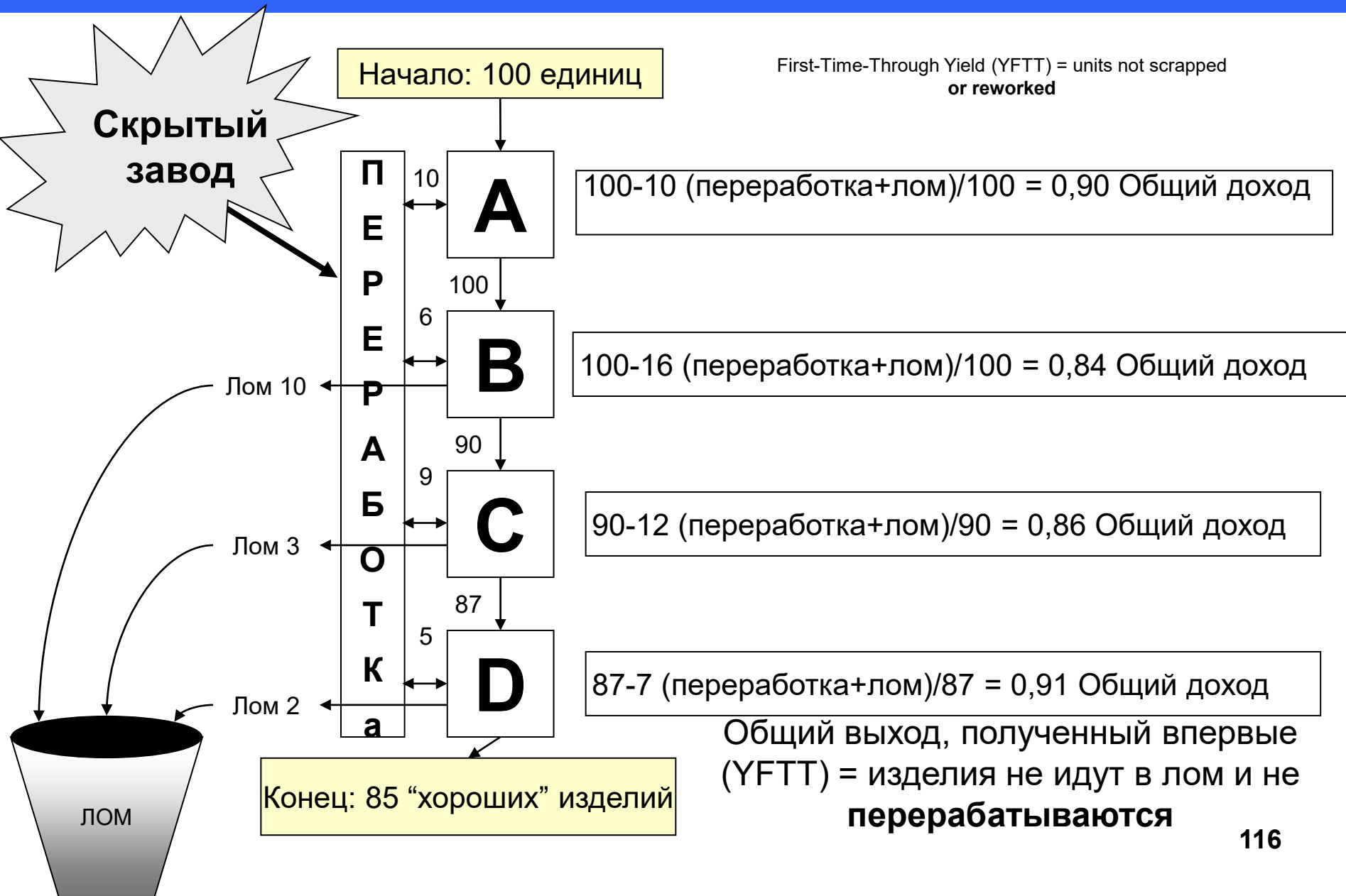


Каков выход?

$$1 \times 0,9 \times 0,97 \times 0,98 = 85\%$$

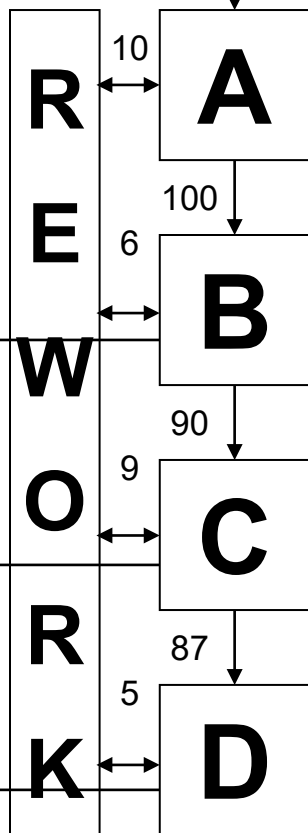
ВЫХОД = единицы, не идущие в ЛОМ

Общий выход, полученный впервые, и спрятанный завод



Совокупный общий доход

Начало: 100 единиц



$100 - 10$ (переработка+лом)/100 = 0,90 Совокупный выход

$100 - 16$ (переработка+лом)/100 = 0,84 Совокупный выход

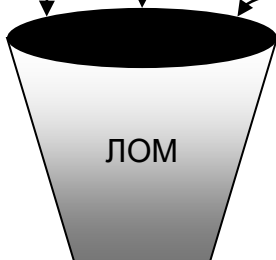
$90 - 12$ (переработка+лом)/90 = 0,86 Совокупный выход

$87 - 7$ (переработка+лом)/87 = 0,91 Совокупный выход

Лом 10

Лом 3

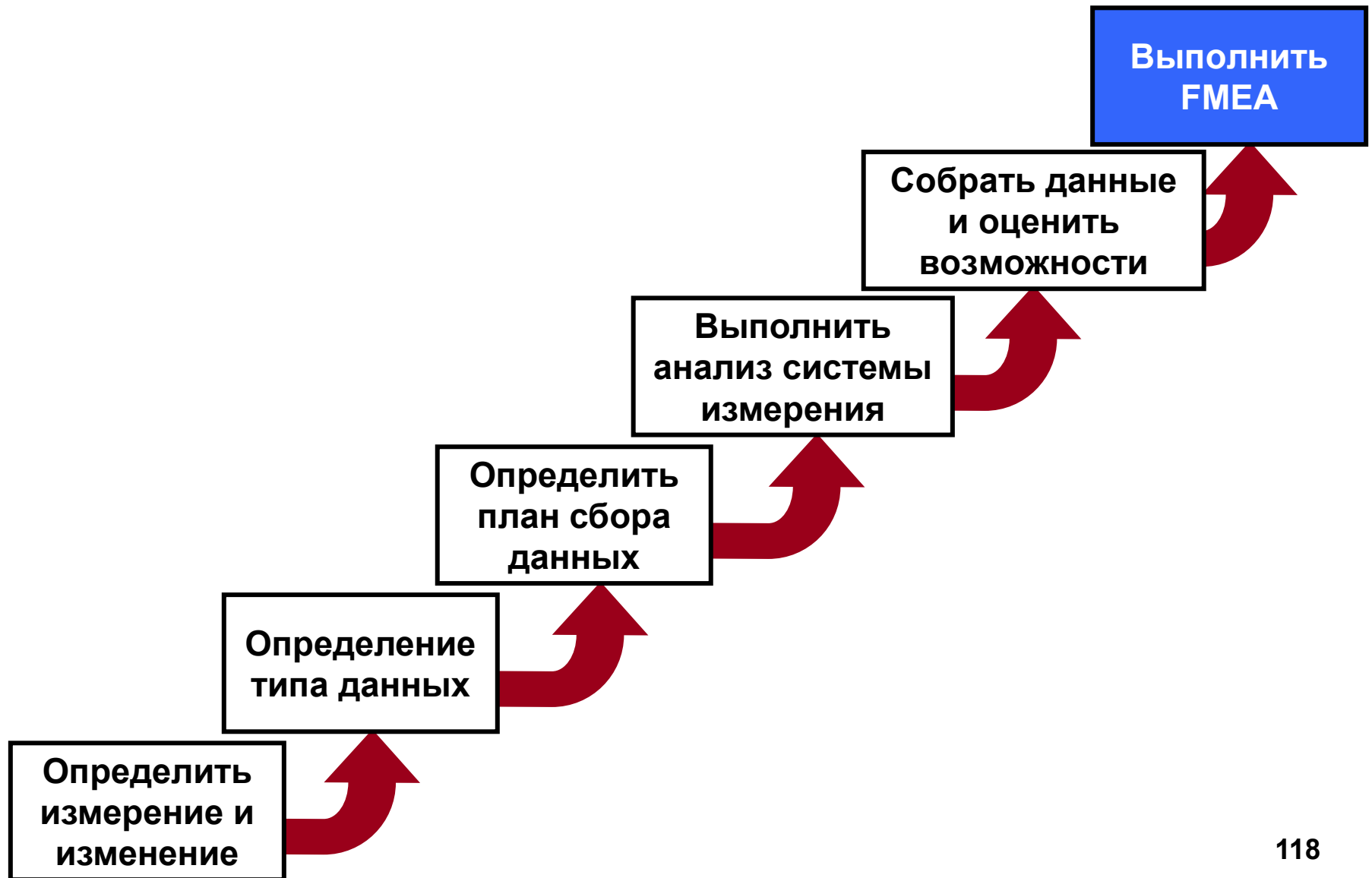
Лом 2



Конец: 85 "хороших" изделий

Rolled Throughput Yield – "YRT"
Совокупный суммированный выход (YRT)
рассчитывается умножением выхода, полученного
впервые (YFTT) для каждого этапа процесса: $0,90 \times$
 $0,84 \times 0,86 \times 0,91 = 59\%$ 117

Элементы этапа измерения



FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) – Цель

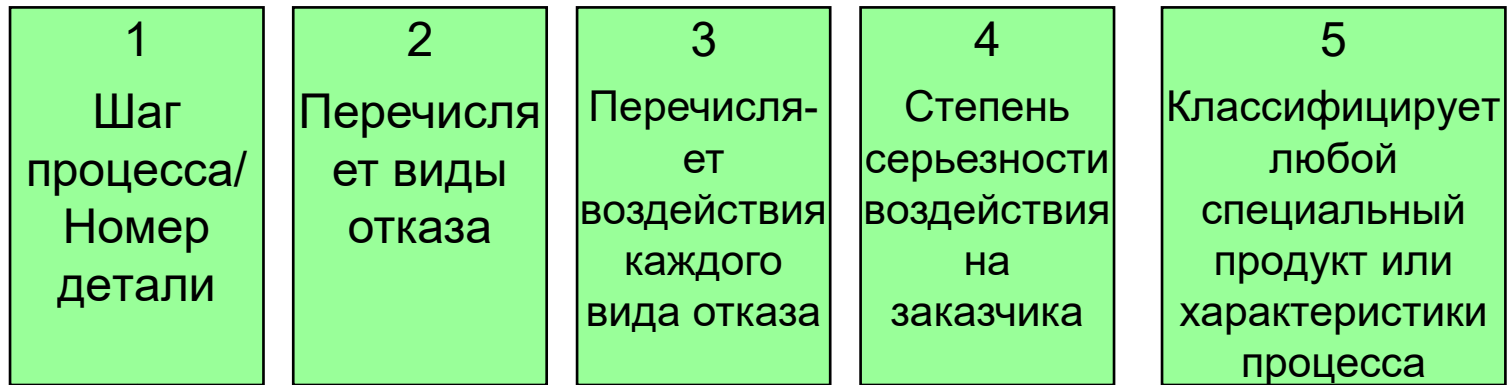
Анализ характера и последствий отказов (FMEA) используется на этапе измерения проекта 6-Sigma с целью определения “низко висящего фрукта” в текущем процессе.

FMEA:

- ◆ Документирует потенциальные отказы (и их соответствующие причины) в текущем процессе
- ◆ Определяет (и отслеживает) действия по устранению или снижению таких отказов в будущем

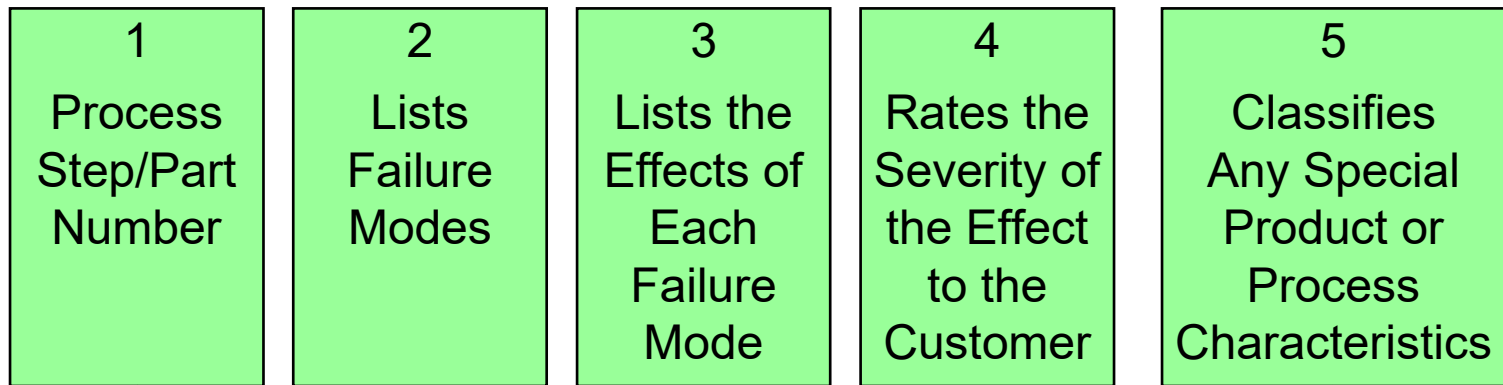
(На этапе улучшения мы будем использовать FMEA для оценки потенциальных отказов, связанных с нашими предлагаемыми изменениями)

Понимание таблицы FMEA



Изделие/Функция	Потенциальный вид отказа	Потенциальное следствие отказа	Серьезность для заказчика?	Класс
Какой шаг процесса?	Каким образом основные исходные данные стновятся неправильными?	Каково воздействие на основные выходные переменные (требования Заказчика) или внутренние требования?	серьезно следствие для заказчика?	

Understanding the FMEA Spreadsheet



Item/Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classifications
What is the process step?	In what ways does the Key Input go wrong?	What is the impact on the Key Output Variables (Customer Requirements) or internal requirements?	How severe is the effect to the customer?	

Таблица ранжирования серьезности процесса (SEV)

Последствие	Критерии: Серьезность последствия		Ранжирование
	Последствие для заказчика	Последствие для производства/сборки	
	Данные результаты ранжирования применяется, когда потенциальный вид отказа приводит к дефекту у конечного заказчика и/или дефекту на заводе по производству/сборке. Конечного заказчика всегда нужно рассматривать в первую очередь. Если происходит и то, и другое, используйте более высокую степень серьезности.		
Опасное, без предупреждения	Ранжирование очень высокой серьезности, когда потенциальный вид отказа воздействует на безопасную работу т/с или включает несоответствие правительственным актам, без предупреждения.	Или может угрожать оператору (машине или сборке) без предупреждения.	10
Опасное, с предупреждением	Ранжирование очень высокой серьезности, когда потенциальный вид отказа воздействует на безопасную работу т/с или включает несоответствие правительственным актам, с предупреждением.	Или может угрожать оператору (машине или сборке) с предупреждением.	9
Очень высокое	Т/с/изделие не работает (потеря основной функции).	Или 100% продукта может быть отправлено в лом, или ремонт т/с/ изделия может занять в ремонтной мастерской более одного часа.	8
Высокое	Т/с/изделие работает, но со сниженным уровнем качества. Заказчик очень недоволен.	Или продукт может быть отсортирован, и часть его отправлена в лом (менее 100%), или ремонт т/с/ изделия может занять в ремонтной мастерской от получаса до часа.	7

Таблица ранжирования серьезности процесса (SEV), продолжение

Последствие	Последствие для заказчика	Последствие для производства/сборки	Ранжирование
Умеренное	Т/с/изделие работает, но предметы комфорта/удобства не работают. Заказчик недоволен.	Или часть продукта (менее 100 %) может быть отправлена в лом без сортировки, или ремонт т/с/ изделия может занять в ремонтной мастерской менее получаса.	6
Низкое	Т/с/изделие работает, но предметы комфорта/удобства работают со сниженным уровнем качества. Заказчик недоволен.	Или 100% продукта может быть переработано, или т/с / изделие может быть отремонтировано вне линии, но без отправки в ремонтную мастерскую.	5
Очень низкое	Оснастка, отделка/ скрип и грохот не соответствуют. Дефект замечен большинством заказчиков (более 75%).	Или продукт может быть отсортирован без лома, и часть (менее 100%) переработана.	4
Незначительное	Оснастка, отделка/ скрип и грохот не соответствуют. Дефект замечен 50 % заказчиков	Или часть продукта (менее 100%) может быть переработана, без отправки в лом, на линии, но вне станции.	3
Очень незначительное	Оснастка, отделка/ скрип и грохот не соответствуют. Дефект замечен большинством заказчиков (менее 25%).	Или часть продукта (менее 100%) может быть переработана, без отправки в лом, на линии, и на станции.	2
Никакого	Нет заметных последствий.	Или небольшое неудобство работе или оператору, без последствий.	1

Понимание таблицы FMEA

6
Перечисляет причины для каждого типа неисправности. Каждая причина связана со слабым местом проекта или выхода данных процесса за пределы спецификации.

7
Часто указывает происхождение конкретной причины или вида отказа.

8
Документирует как причина в настоящее время контролируется в процессе.

9
Указывает насколько хорошо причину или вид отказа можно обнаружить.

10
Номер приоритета риска (НПР): Сер.×Пр.×Обн.

Потенциальная причина/ Механизм отказа	П р	меры контроля текущего процесса (Предотв рещения)	О б н	НПР
Что заставляет основные исходные данные становиться неправильными?	Как часто происходит причина отказа?	What are the existing controls and procedures that prevent either the cause or the	Насколько хорошо вы можете обнаружить причину или	

Understanding the FMEA Spreadsheet

6
Lists the Causes for each Failure Mode. Each Cause is associated with a design weakness or a Process Input out-of-spec.

7
Rates how often a particular Cause of Failure Mode occurs.

8
Documents how the Cause is currently being controlled in the process.

9
Rates how well the Cause or Failure Mode can be detected.

10
Risk Priority Number (RPN):
 $Sev \times Occ \times Det$

Potential Cause/ Mechanism of Failure	O c c	Current Process Controls (Prevent/Detect)	D e t	R P N
What causes the Key Input to go wrong?	How often does cause of FM occur?	What are the existing controls and procedures that prevent either the cause or the Failure Mode?	How well can you detect cause or FM?	

Понимание таблицы FMEA

Использование ранжирования происхождения (ПР.)

Предлагаемые критерии оценки процесса FMEA

Вероятность отказа	Вероятное количество отказов	Ранжирование
Очень высокая: Устойчивые отказы	– > 100 на тыс. штук	10
	50 на тыс. штук	9
Высокая: Частые отказы	20 на тыс. штук	8
	10 на тыс. штук	7
Умеренная: Периодические отказы	5 на тыс. штук	6
	2 на тыс. штук	5
	1 на тыс. штук	4
Низкая: Несколько отказов	0,5 на тыс. штук	3
	0,1 на тыс. штук	2
Отдаленная: Отказ не вероятен	– < 0,01 на тыс. штук	1

Понимание таблицы FMEA

Использование ранжирования обнаружения (ОБН.)

Предлагаемые критерии оценки процесса FMEA

Обнаружен	Критерий	A	B	C	Предлагаемый диапазон методов обнаружения	Ранжирование
Практически невозможно	Абсолютная уверенность необнаружения				Не может быть обнаружен или проверен.	10
Очень отдалено	Органы контроля скорее не обнаружат.				Контроль достигается только косвенными и случайными проверками.	9
Отдалено	У органов контроля мало шансов на обнаружение.				Контроль достигается только визуальными проверками.	8
Очень низкое	У органов контроля мало шансов на обнаружение				Контроль достигается только двойными визуальными проверками.	7
Низкое	Органы контроля могут обнаружить.				Контроль достигается только методом составления схем, таким как СКП (Статистический контроль процесса).	6
Умеренное	Органы контроля могут обнаружить.				Контроль основан на различных приборах после того, как детали вышли за пределы станции, или выполнения 100% проверки «Годен/Не годен» после того, как детали вышли за пределы станции.	5
Умеренно высокое	У органов контроля есть хороший шанс на обнаружение				Обнаружение ошибки в последующих операциях или измерение приборами выполняется при установке и проверке первого образца (только для причин установки).	4
Высокое	У органов контроля есть хороший шанс на обнаружение				Обнаружение ошибки на станции или обнаружение ошибки в последующих операциях множеством слоев приемки: подача, выбор, установка, проверка. Не может принять деталь с отклонением.	3
Очень высокое	Органы контроля практически обязательно обнаружат.				Обнаружение ошибки на станции (автоматическое измерение с характеристикой автоматической остановки). Не может принять деталь с отклонением.	2
Очень высокое	Органы контроля обязательно обнаружат.				Детали с отклонением не могут быть произведены, так как изделие имеет защиту от ошибки дизайном процесса/продукта.	1

Порядок, в котором необходимо
обращаться с риском:

СЕР.

Важно(СЕР. × ПР.)

НПР = СЕР. × ПР. × ОБН.

SEV

Criticality (SEV × OCC)

RPN = SEV × OCC × DET

Элементы этапа измерения

