



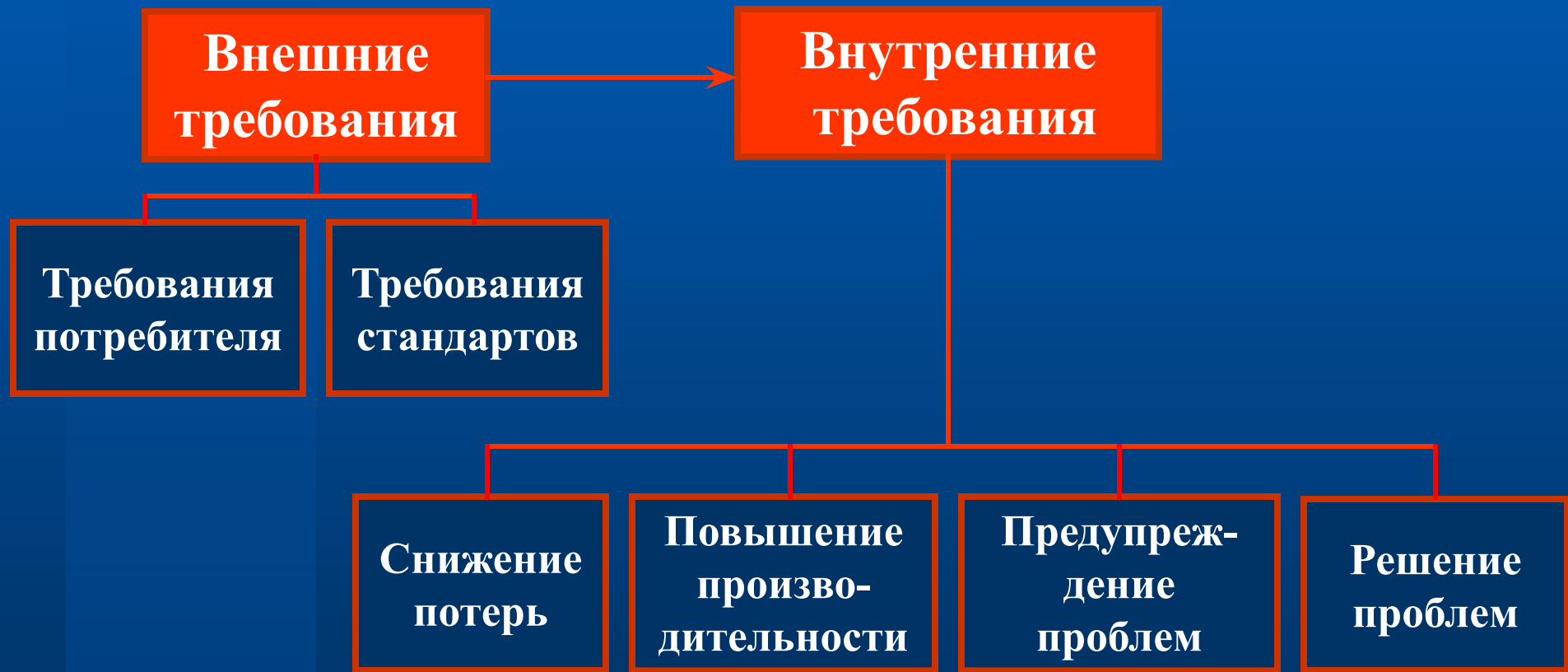
Статистические методы контроля и управления технологическими процессами



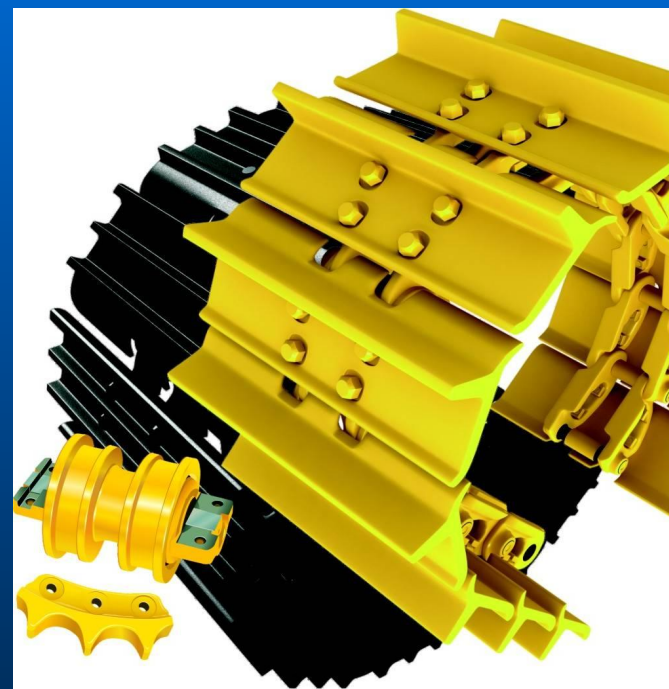
Для чего это нужно?



Внешние требования и внутренние потребности по применению SPC



Один из крупных потребителей
CATERPILLAR к изделиям
производства ОАО «ЧАЗ» выдвигает
следующие требования:
 $\sigma_{pk} (R_{pk}) \geq 1,33$ (или 66 ppm)





**Реализация на ОАО «ЧАЗ» методов SPC
является требованием времени**

Начало реализации проекта – 2004г.



Структура внедрения проекта SPC

Обычной практикой внедрения методов SPC является ведущая роль в процессе специалистов технических служб.

Минус – недостаточная вовлеченность производственного персонала



Организационная структура

управления по внедрению проекта SPC

Управляющий Совет

Генеральный директор – председатель Совета

Директор по качеству – зам. председателя Совета

Члены Совета:

- зам. генерального директора по производственно-техническим вопросам
- зам. генерального директора – главный инженер
- зам. генерального директора по продажам
- зам. генерального директора по персоналу
- директор по экономике
- зам. главного инженера, гл. специалисты, руководители структурных подразделений (по приглашению)

Секретарь – начальник ОРСМиСК



Организационная структура

управления по внедрению проекта SPC

Координационный Совет производственного подразделения

Начальник цеха – председатель Совета

Члены Совета:

- зам. гл. специалистов
- начальник ОТК (зам. начальника ОТК)
- начальник бюро (ОГТ, ОГМет ЛП, УГК)
- начальник БТК
- руководители и специалисты других подразделений
(по приглашению)

Секретарь – специалист ОРСМиСК



Организационная структура

управления по внедрению проекта SPC

Рабочая группа

Ответственный за SPC – зам. начальника цеха

Члены рабочей группы:

- начальник участка
- контрольный мастер, контролеры БТК
- технолог
- механик
- энергетик
- конструктор
- наладчики (термисты, пирометристы и др.)
- специалисты НИО
- инженер, контролер ОГМиС
- советники - специалисты ОРСМиСК



Этапы проекта

Этап	Мероприятие
1	Обучение и тренинг персонала
2	Определение перечня изделий и ключевых характеристик
3	Анализ видов несоответствий, стабильность процесса, определение особых причин
4	Корректирующие действия
5	Повторный анализ
6	Документирование процесса
7	Внедрение SPC-методов как постоянного процесса



Распространение проекта





Ресурсы для внедрения проекта

Высшее руководство

Управляющий Совет

Ежегодный бюджет

Персонал

Программное обеспечение

Мотивация

Приобретение СИ

Обучение

ОРСМ и СК

КС подразделений

ПП «Statistica 6.1»

Рабочие места



Области применения

Виды деятельности

Механо-
сборочное
производство

Кузнечное
производ-
ство

Литейное
производ-
ство

Терми-
ческое
производ-
ство

Входной
контроль
закупа-
емой
продукции

Процессы
СМК

Управле-
ние
персона-
лом

SPC-анализ
MSA
Статистическое регулирование
СПК
Многофакторный анализ
(нейронные связи)

СПК

Статисти-
ческий
анализ
результативности
процессов
СМК

Прогноз-
ный
много-
фактор-
ный
анализ



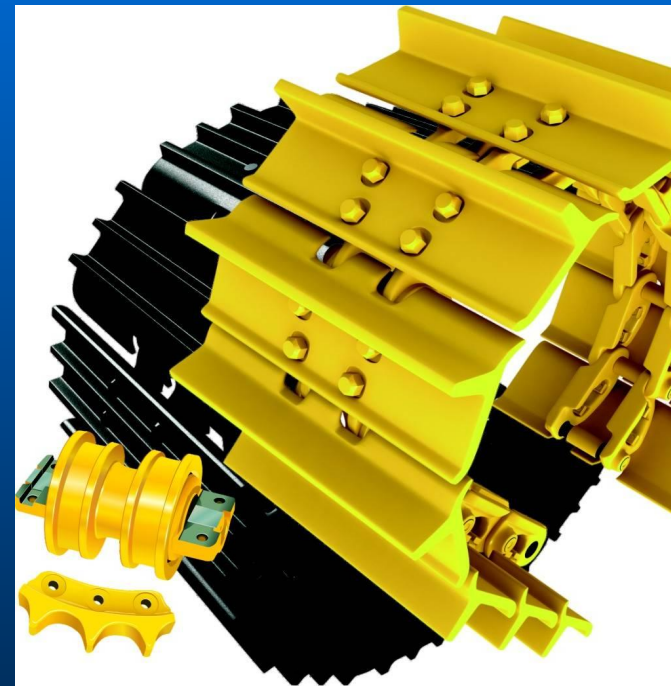
Введение

Особенностью внедрения и применения статистических методов управления процессами в механосборочном производстве является то, что непосредственно сам рабочий управляет, контролирует, обеспечивает стабильность процесса выпуска качественной продукции, что приводит к повышению степени персональной ответственности за качество конкретной производимой продукции, снижению потерь и трудоемкости технологических операций

В металлургическом производстве необходимо применение дорогостоящего оборудования для производства продукции надлежащего качества, а также существует множество факторов, влияющих на показатели качества изготавливаемой продукции, взаимосвязь которых трудно уловить. Особенностью внедрения и применения статистических методов управления процессами в металлургическом производстве является определение прогнозных значений показателей качества продукции и расчет нормативных характеристик ТП с применением современных программных продуктов



Особенности внедрения статистического управления процессами в механосборочном производстве





Задачи

- **Достижение установленных количественных показателей стабильности (воспроизводимости) ТП**
- **Стабилизация ТП через выявление и устранение систематических (особых) причин, действующих на процесс**
- **Управление (регулирование) ТП в условиях случайных (обычных) причин**



Особенность



РЕЗУЛЬТАТ:

- 1 Повышение степени персональной ответственности
- 2 Снижение потерь от НП
- 3 Снижение трудоемкости контрольной операции₁₇



План внедрения

Этап	Мероприятие
1	Планирование SPC
2	Обучение персонала
3	Проведение MSA
4	Анализ стабильности ТП
5	Статистическое регулирование ТП
6	Инспекционный контроль
7	Документирование процесса SPC



Планирование SPC

- **Определение ключевых, неключевых характеристик продукции и ТП**
- **Разработка годового и ежемесячного графика анализа и внедрения SPC в подразделении**



Проведение MSA

Основное назначение проведения MSA состоит в экспериментальном подтверждении того, что все измерения, присутствующие в процессе изготовления продукции, проводятся с надлежащей точностью



Результаты измерений

Изделие: *Звено 9W3137/38*

Параметр: *$\varnothing 36,32 \pm 0,05$*

		Итог плана для изучения R & R (Итог плана для изучения R & R (Таблица данны Операторы: 3 Дет. : 10 Опыты: 2									
Оператор	Опыт	Дет. 1	Дет. 2	Дет. 3	Дет. 4	Дет. 5	Дет. 6	Дет. 7	Дет. 8	Дет. 9	Дет. 10
Пырков 1,	Опыт 1	36,297	36,328	36,326	36,318	36,298	36,318	36,308	36,308	36,298	36,308
	Опыт 2	36,296	36,326	36,316	36,314	36,294	36,312	36,308	36,306	36,298	36,306
Николаев 2,	Опыт 1	36,294	36,324	36,314	36,314	36,294	36,308	36,300	36,300	36,298	36,304
	Опыт 2	36,296	36,332	36,324	36,322	36,302	36,308	36,306	36,304	36,296	36,308
Михайлов А. 3,	Опыт 1	36,294	36,328	36,328	36,318	36,298	36,308	36,300	36,304	36,296	36,306
	Опыт 2	36,300	36,334	36,328	36,320	36,298	36,312	36,300	36,302	36,296	36,302

График повторяемости и воспроизводимости

Число операторов: 3

Число деталей: 10

Число опытов: 2

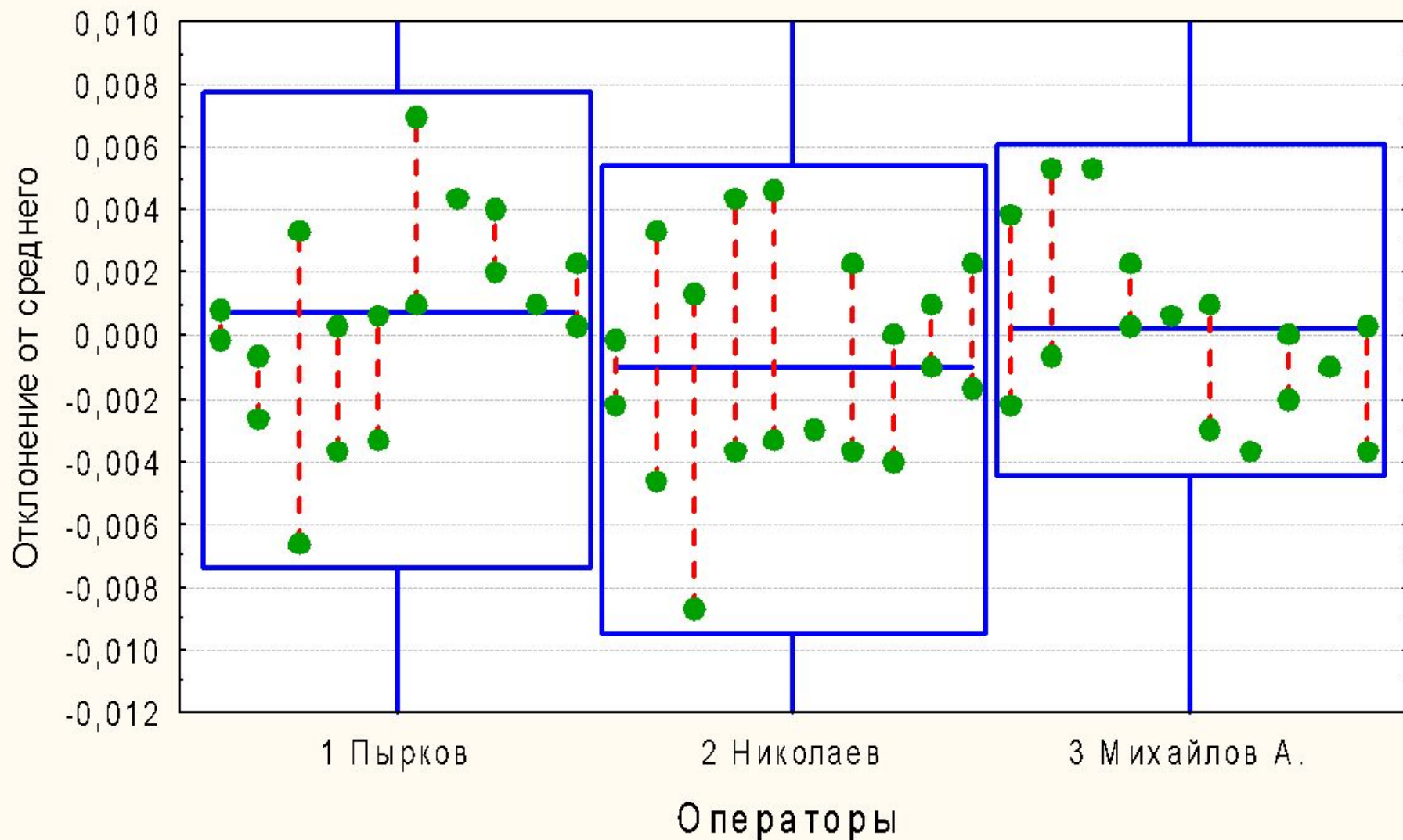
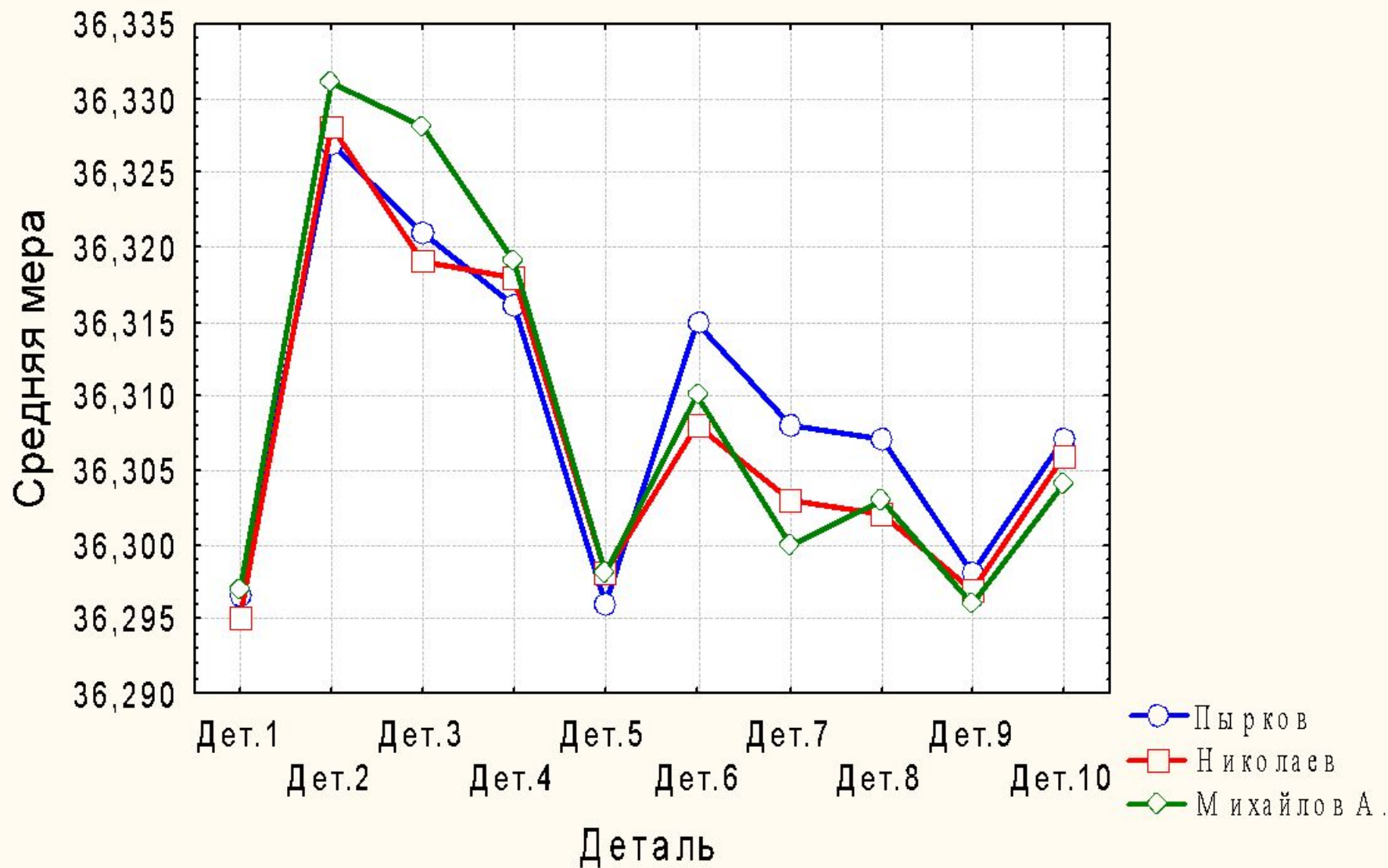


График средних измерений по операторам и деталям

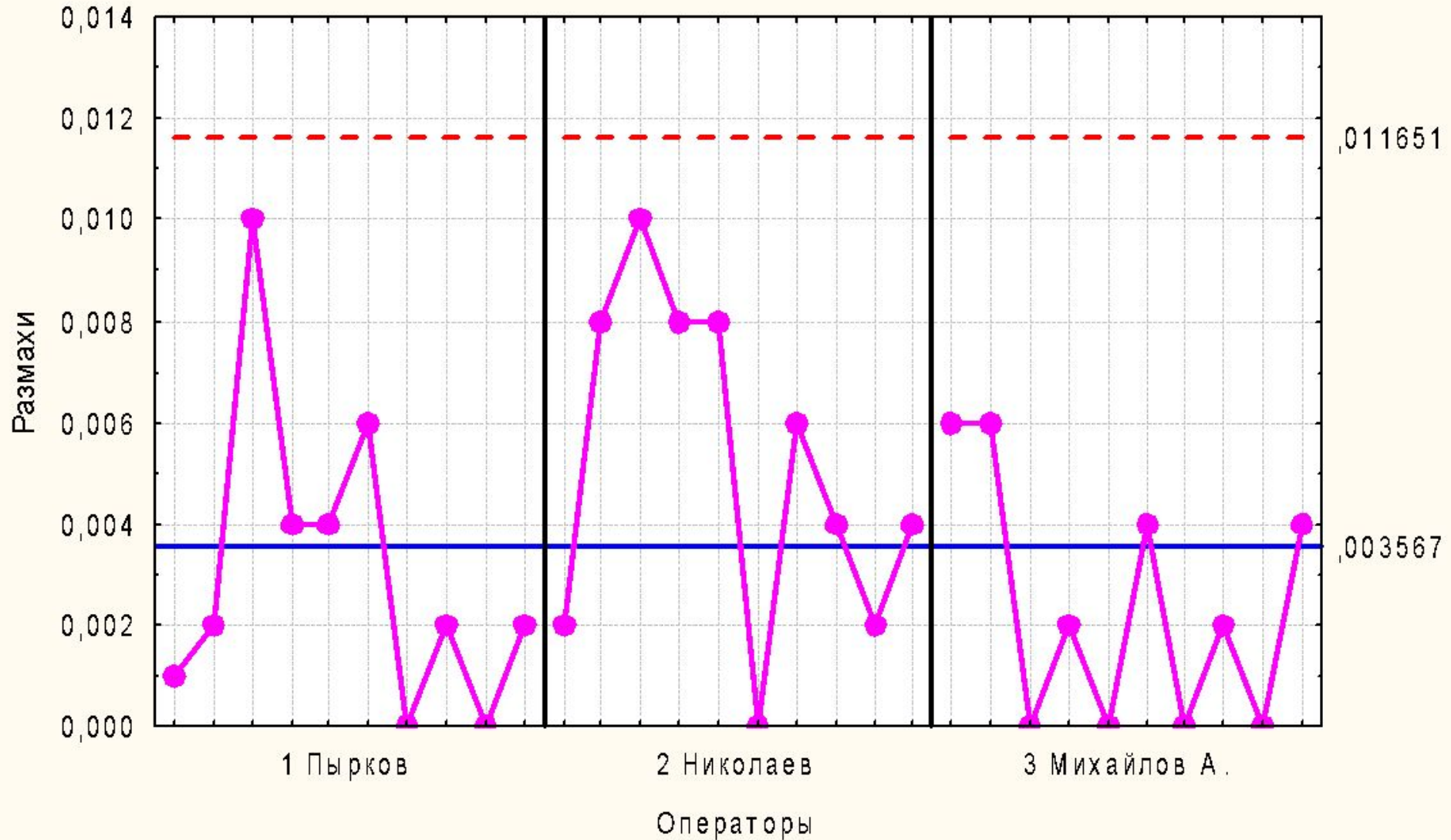
Число операторов: 3

Число деталей: 10

Число опытов: 2



Составная R карта
Оператор-деталь
Средн. размах: ,003567
Сигма(размах): ,002695
Число опытов: 2



Компоненты дисперсии; перемен: Дет. (Итог плана для изучения)
 Сред=36,3084 Ст.от.=,113E-1
 Операторы: 3 Дет.: 10 Опыты: 2

Источ. (Ожидаем. СС)	Оценен. сигма	,90 Нижн дов.пред	,90 Верх дов.пред	Оценен. дисперс.	% от R & R	% от общей
Повторяемость	0,003319	0,002748	0,004228	0,000011	87,3184	7,9272
Оператор	0,000316	0,000000	0,003856	0,000000	0,7926	0,0720
Взаимодейств(ОД)	0,001225	0,000000	0,003043	0,000001	11,8890	1,0794
Деталь-Деталь	0,011241	0,007075	0,019457	0,000126		90,9214
Комбинир.R & R	0,003552	0,003476	0,005237	0,000013	100,0000	9,0786
Общая	0,011789			0,000139		100,0000



Анализ стабильности ТП

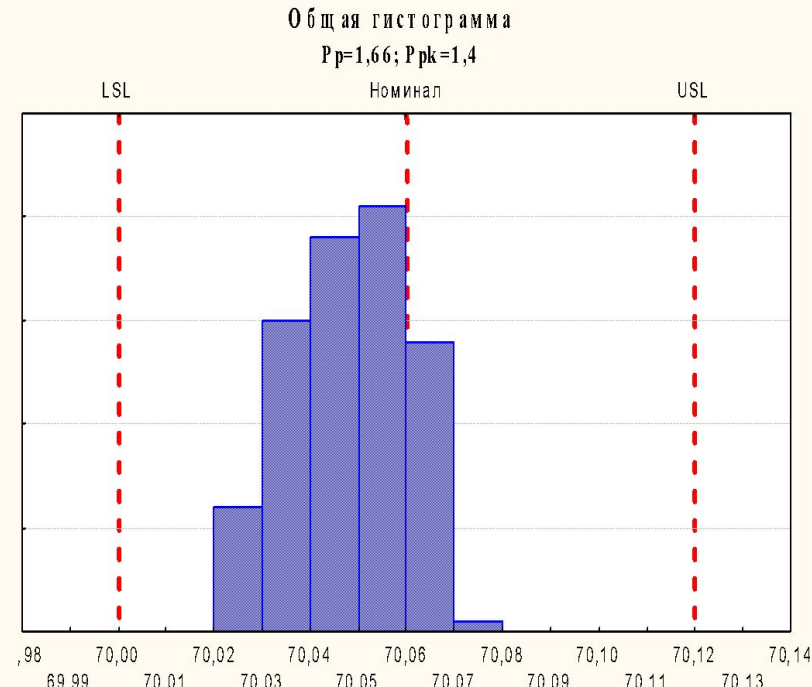
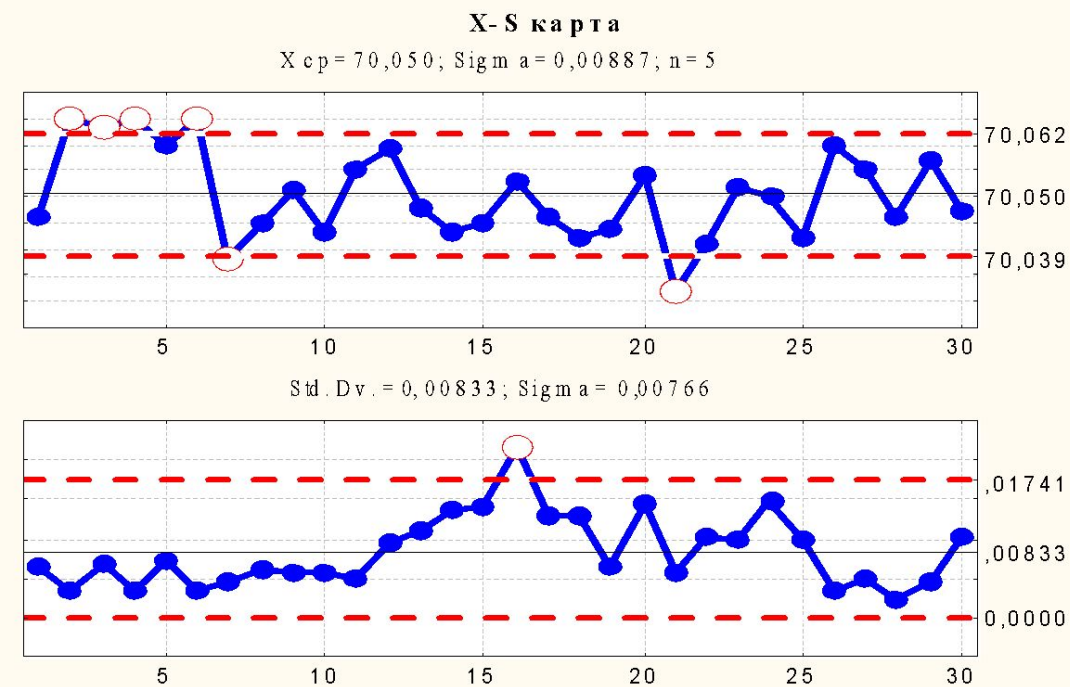
Суть SPC заключается в стабилизации, т.е. в приведении в управляемое состояние хода ТП на основе регулярно получаемых выборочных данных о характеристиках процесса на определенном промежутке времени

1 Определение обычных и особых причин, влияющих на ТП

Изделие: **звено ТЖ 203-22-101**

Контролируемая характеристика: **Ø70^{+0,12}**

Объем партии (N)=**150**



Статистически неуправляемое состояние ТП

Индексы пригодности

Pp=1,66 – при настройке процесса на центр поля допуска

Ppk=1,4 – если настройка процесса будет оставаться без изменения 27



Статистическое регулирование ТП

Статистическое регулирование заключается в корректировке хода процесса по его текущим значениям, чтобы предотвратить его выход из-под контроля с применением регулировочной карты непосредственно оператором на рабочем месте





**Стабильность ТП
($\sigma = \text{const}$)**

**$\sigma \leq 1/10$ поля
допуска**

**При переходе к регулированию
ТП должно быть известно**

**Факторы, влияющие на
настройку**

**Параметр (режим),
регулирующий размер**



Четыре диапазонные характеристики

Для построения регулировочной карты определяется:

- Верхняя и нижняя границы регулирования:

$$LCL(UCL) = C_0 \pm 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

- Целевое значение настройки оборудования (инструмента) (C_0)
- Периодичность выборки



ВНИМАНИЕ!

Способ применим, когда процесс стабилизирован и известны все обычные причины



Действия рабочего при регулировании ТП

Отбор деталей

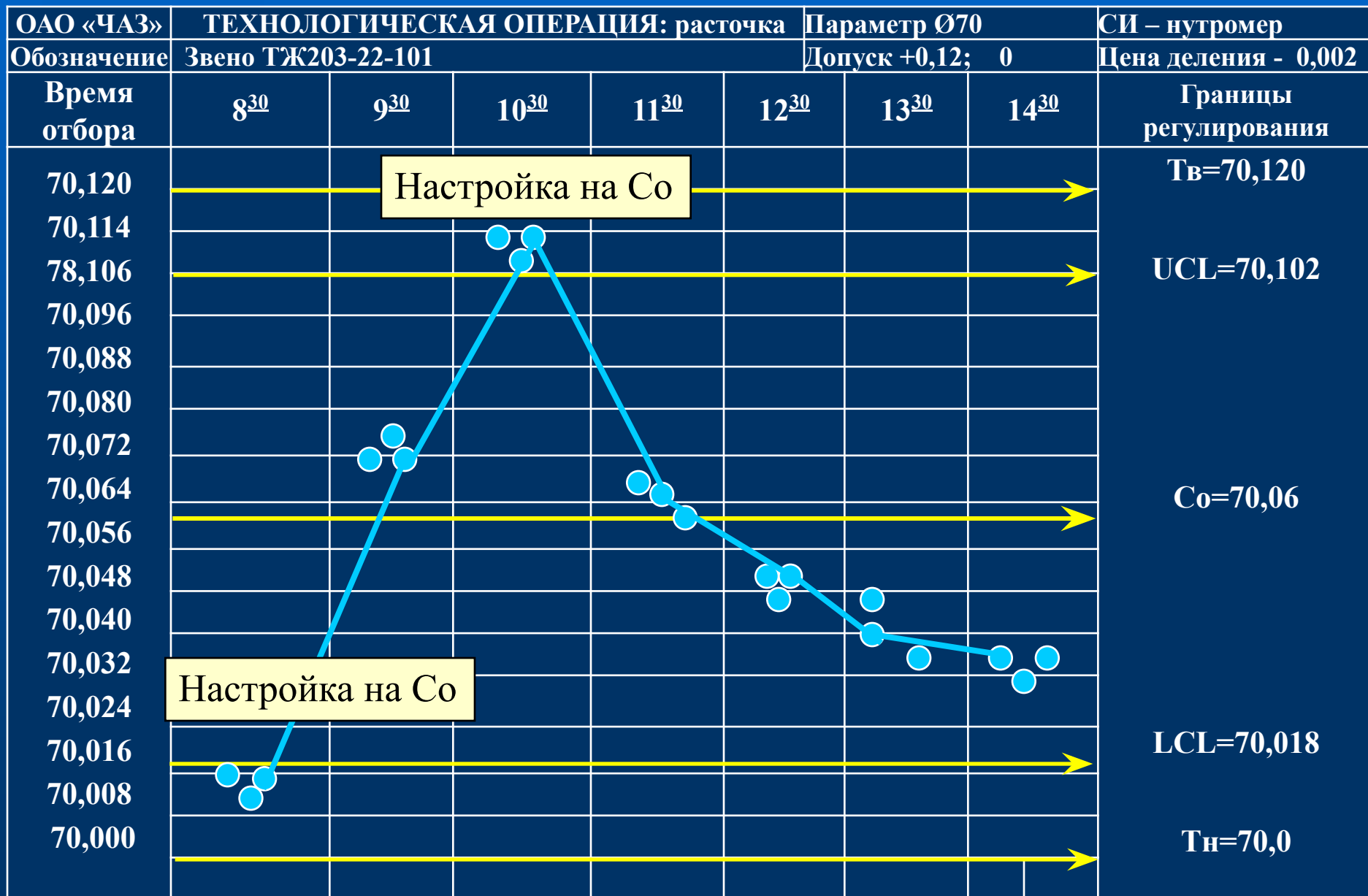
Измерение контролируемой характеристики

Нанесение результатов измерений на регулировочную карту

Регулирование оборудования (инструмента) на целевое значение, если измеренное значение:

- на границах регулирования
- за пределами границ регулирования

Пример регулировочной карты





Предлагаемая система позволяет контролировать каждый 1 час по 3 детали при выполнении технологической операции, что приводит к **снижению трудоемкости контрольной операции**, т.к. по ТП контроль составляет 25 деталей каждый час

Инструкция по статистическому регулированию ТП



МЦ-5	Инструкция по регулированию технологического процесса				
Участок	Операция	Год издания	Изм.	Лист	Листов
Звено ТЖ203-22-101	230 (расточная)	2005	0	1	1

1 Постоянно

- 1.1 Перед началом работы проверить исправность оборудования
- 1.2 Провести настройку оборудования в соответствии с требованиями технологического процесса
- 1.3 Установить средство измерения (нутромер с ц.д. 0,002) на нулевое значение по кольцу установочному №8125-4025-38

Выполняемое действие	Примечание
----------------------	------------

2 В начале работы

- 2.1 Настроить оборудование на целевое значение $\varnothing 70,06$
- 2.2 Выполнить технологическую операцию
- 2.3 Произвести измерение 3 деталей размера $\varnothing 70^{+0,12}$ нутромером:
 - а) измеренное значение меньше $\varnothing 70,018$
 - б) измеренное значение больше $\varnothing 70,102$
- 2.4 Выполнить технологическую операцию

Произвести регулирование оборудования на целевой значение $\varnothing 70,06$

3 В течение смены

- Производить измерение данной характеристики через 1 час по 3 детали выполнения технологической операции
- 3.1 Если измеренное значение больше размера $\varnothing 70,102$ или меньше размера $\varnothing 70,018$ произвести подстройку инструмента на размер $\varnothing 70,06$
 - 3.2 Выполнить технологическую операцию

В случае систематического получения измеренного значения больше размера $\varnothing 70,102$ или меньше размера $\varnothing 70,018$ сообщить мастеру



Инспекционный контроль



Проводится для контроля за правильностью проведения статистического регулирования и текущего анализа стабильности ТП

Сутью инспекционного контроля является ежедневная или периодическая оценка параметров ТП (и σ) на 5-10 деталях с применением калькуляторов специалистами ОСМ, технологами непосредственно при выполнении технологической операции, определяющей ключевую характеристику



Документирование процесса SPC

По результатам внедрения необходимы следующие управляющие документы:

- **Инструкция «Статистическое управление процессами в механосборочном производстве»**
- **Инструкция по статистическому регулированию процессами**
- **Паспорт стабильности**



Обеспечение качества продукции при статистическом приемочном контроле на ОАО «ЧАЗ»



При применении СПК определяется

оптимальная выборка

как для рабочего, так и для контролера,
исходя из изученных свойств ТП



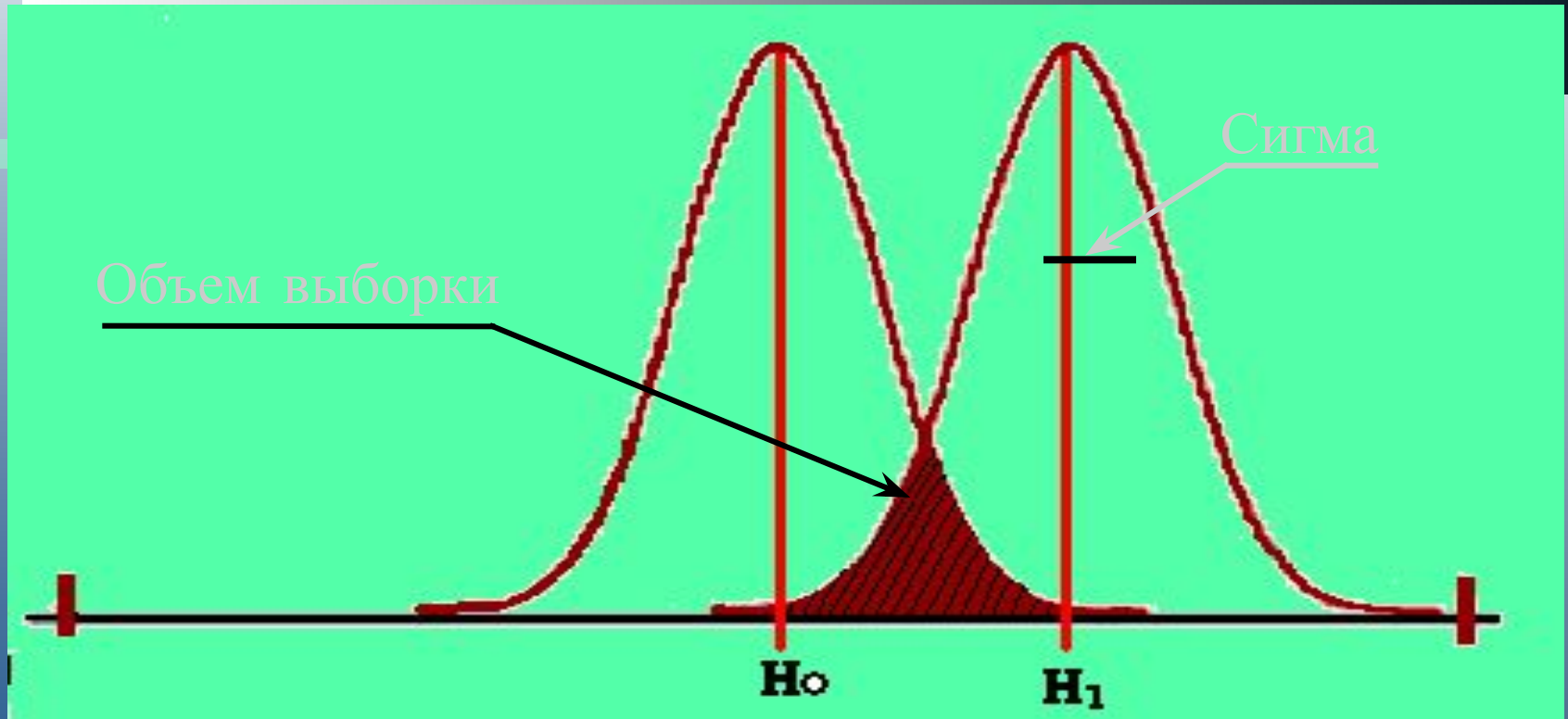
Создание инструментария для обоснованной

передачи контрольной функции от

контролера к рабочему,

т.е. для внедрения самоконтроля, а контролером
производится только инспекционный контроль

Определение объема выборки



Основано на смещении центра настройки оборудования/инструмента (H_0) на определенную величину (H_1). При существовании двух распределений случайной величины (распределение с настройкой на H_0 и распределение с настройкой на H_1)

Область перекрытия этих распределений и является объемом выборки

	СИ	СДК
Но	Среднее значение в выборке	Центр поля допуска
Н₁	$N_1 = N_0 \pm K * \sigma$ где K – коэффициент, рассчитываемый в каждом случае индивидуально	$N_1 = T_B - Z * \sigma$ где Z – количество сигм помещающихся в поле допуска
Сигма	Определяется исходя из SPC-анализа из построенных КК Шухарта	Определяется исходя из фактического уровня дефектности

Гипотеза Но (нулевая гипотеза) – это предположение, что контролируемый параметр удовлетворяет условиям ТП

Гипотеза Н₁ (альтернативная гипотеза) – это предположение, что контролируемый параметр отклоняется от технических условий больше, чем на определенную величину



Этапы внедрения СПК при применении СИ

1 Анализ ТП

- проведение анализа измерительной системы (MSA)
- анализ стабильности ТП (SPC)
- анализ на подчинение закону нормального распределения
- оценка сигмы (величины вариации) процесса

2 Определение уровня контроля (объема выборки)

- для рабочего (статистическое регулирование ТП)
- для контролера

3 Передача контрольной функции



Действия рабочего

закljučаются в корректировке хода процесса по его текущим значениям, чтобы предотвратить его

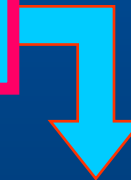
ВЫХОД ИЗ-ПОД КОНТРОЛЯ

непосредственно оператором на рабочем месте

Отбор деталей



Измерение контролируемой характеристики



Регулирование оборудования (инструмента) на целевое значение, если измеренное значение:

- на границах регулирования
- за пределами границ регулирования



Действия контролера при СПК

Произвести отбор деталей произвольным образом из партии

Произвести контроль характеристики на отобранных деталях

Если измеренное значение хотя бы одного изделия будет за пределами поля допуска, то партию изделий следует признать не соответствующей и остановить приемку партии до принятия решений



При обработке исходных данных с помощью ПП «STATISTICA» строим план контроля

	План контроля
	Значение
Распределение	Нормальное
Сигма	0,0094
n (объем выборки)	9
Среднее (H0)	58,452
Среднее (H1)	58,463
Альфа - ошибка	0,05
Бета - ошибка	0,1

Достаточно измерить 9 деталей, чтобы почувствовать смещение процесса на 11 мк



Этапы внедрения СПК при применении СДК

- 1 Определение сигмы исходя из фактического уровня дефектности за определенный период
- 2 Определение уровня контроля (объема выборки)
 - для рабочего
 - для контролера
- 3 Передача контрольной функции



Действия рабочего

Произвести отбор деталей до и после наладки станка

Произвести контроль характеристики на отобранных деталях

Количество деталей отобранных рабочим до наладки и после наладки станка в сумме должно соответствовать установленному проценту контроля

Если хотя бы одно изделие будет за пределами поля допуска, рабочему необходимо провести настройку оборудования/ смену инструмента/приспособления



Заключение

Предлагаемый принцип применим ко всем технологическим операциям механосборочного, кузнечно-прессового, термического производств и позволяет:

1 Оптимизировать трудоемкость
контрольной операции



**2 Оптимизировать численность
персонала**

**3 Установить уровень контроля и
критерии принятия решения о
годности партии, основываясь на
фактических статистических
данных конкретного ТП**



4 Создать информационную базу данных по планам контроля на основной номенклатуре изделий

5 Повысить удовлетворенность потребителя путем улучшения качества продукции

6 Снизить затраты (потери) на этапах жизненного цикла