



**АКАДЕМИЯ  
РОСАТОМА**



РОСАТОМ



# ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИСТЕМА «РОСАТОМА»

версия директора по развитию ПСР



**Увидеть** потери и резервы в потоке

**7**

+

**3**

+

**1**

Устранять из потока

**7 видов потерь:**

1. лишняя транспортировка
2. лишняя обработка
3. складирование (запасы)
4. ожидание (отделить человека от станка)
5. лишние движения (эргономика)
6. Брак (передается на следующие стадии)
7. перепроизводство

Вскрывать **резервы производительности:**

- труда
- оборудования
- материалов

**Мобилизация неиспользованного потенциала человека**  
(воспитание лидеров по проведению улучшений)



**Работать** над устранением потерь, повышением производительности через оптимизацию потоков





К сенсею обратились хозяева одного крупного японского аэропорта:

- Как нам срочно снизить себестоимость грузовых перевозок на 12 %? Если мы это не сделаем за полгода, мы вылетаем с рынка!

Сенсей:

- Забудьте про эту цель! Даю установку: **снизить количество прикасаний к багажу в 3 раза.**

Обучение, картирование, текущее, идеальное, целевое... Снижение прикасаний – это по-другому сформулированное снижение ВПП.

Через 5 месяцев сумасшедшей работы в поле делают замеры.

И о, чудо! **Себестоимость снизилась на 15 %**

Мораль: если бы работали напрямую с целью снижения себестоимости, то полгода крутились бы с экономистами в кабинетах вокруг таблиц и расчетов, и остались бы ни с чем.





## Лучшее в СССР



**Минсредмаш**  
1962 – 1991 гг.,  
Научная организация труда,  
производства и управления

### Научная организация

- Труда (эргономика рабочего места)
- Производства  
(новые методы планирования)
- Управления (сокращение уровней,  
соцсоревнование, бригадный метод)

**Результаты за 9 лет (1958-1967) –**  
производительность труда  
в отрасли выросла в **3** раза

## Лучшее в мире



**Toyota Production System (TPS)**  
Производственная система  
«Тойота»

### Постоянное совершенствование

- Поиск и устранение потерь: лишние  
движения, перемещения, обработка и др.
- Производство и поставки  
«точно и вовремя»
- Визуализация и оптимизация потоков

**Результаты за 9 лет (1955-1964) –**  
производительность труда  
выросла в **5** раз





**Консолидированная  
производительность  
труда  
в государственной  
корпорации по  
атомной энергии  
«Росатом» за период  
2011-2015 г.г. выросла  
на 93,5%**



## КЛЮЧЕВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ 2015 ГОДА

Показатель	2013	2014	2015	2015/2014
<i>Основные показатели деятельности, установленные наблюдательным советом</i>				
Скорректированный свободный денежный поток Госкорпорации «Росатом» <sup>1</sup> , млрд рублей	157,1	202,1	245,4	+21,4%
Портфель зарубежных заказов на 10-летний период, млрд долл. США	72,7	101,4	110,3	+8,8%
Прирост выручки от прочей продукции предприятий ЯОК (по сопоставимым контурам), %	20	7	15	-
Выполнение государственных заданий, %	100	100	100	-
Количество событий уровня «2» и выше по шкале INES	0	0	0	-
Объем выработки электроэнергии, млрд кВт/ч	172,2	180,5	195,2	+8,1%
Исполнение инвестиционной программы АО «Концерн Росэнергоатом», %	97,0	96,3	99,8	-
Удельные условно-постоянные затраты (от выручки), %	-	39,0	29,2	-
Интегральный инновационный КПЭ <sup>2</sup> , %	-	-	128,9	В 2014–2013 гг. показатель не устанавливался
Прирост консолидированной производительности труда к 2011 году (в действующих ценах без ЯОК), %	28,5	37,5	93,5	-
<i>Иные ключевые показатели деятельности</i>				
Выручка по МСФО, млрд рублей	529,2	618,3	821,2	+32,8%

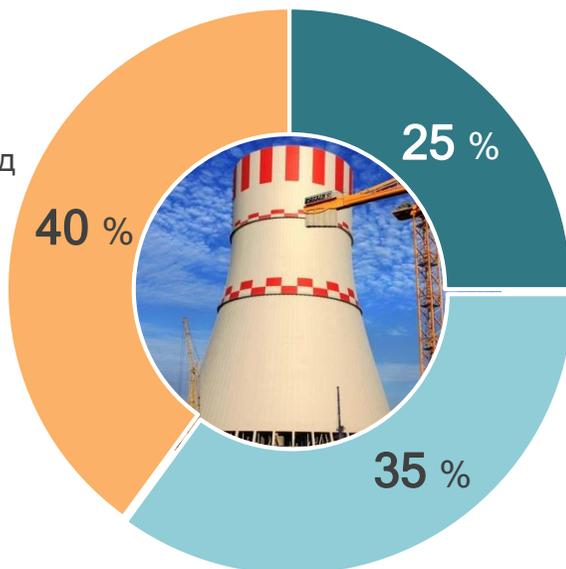
### Пример: армирование и бетонирование чаши бассейна испарительной градирни

#### Работа, добавляющая ценность

- Армирование площадки
- Бетонирование

#### Явные потери!

- Ожидание бетона
- Ранний уход на обед
- Ожидание из-за отсутствия инструментов

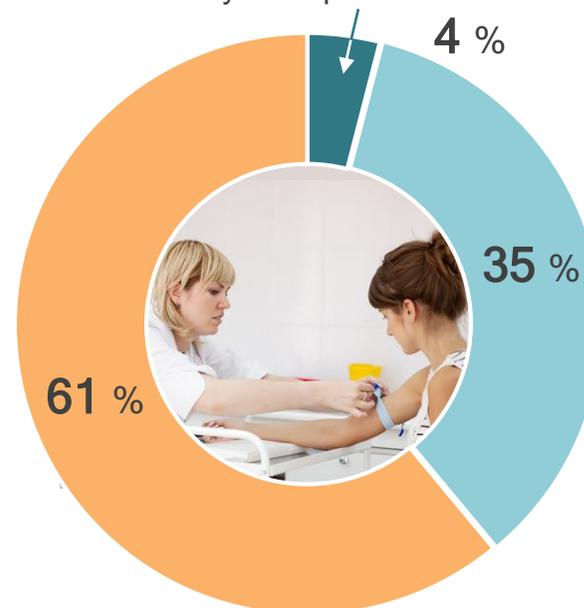


#### Работа необходимая, но не добавляющая ценность:

- Разметка
- Обрезка арматуры
- Контрольная проверка высотных отметок
- Перемещение и выравнивание опалубки

### Пример: процесс забора крови из вены в поликлинике

#### Работа, добавляющая ценность Непосредственно забор крови вакутайнером из вены



#### Работа необходимая, но не добавляющая ценность:

- Перевязка жгутом
- Дезинфекция места забора (в каждом цикле)
- Дезинфекция или утилизация инструмента после приема пациентов (1 раз в смену) и т.д.

#### Явные потери!

- Очередь пациентов перед кабинетом
- По времени на талончике никто не попадает – живая очередь
- Пересечение потоков больных и здоровых пациентов

В 2013 году не удалось убрать из производственного плана ТВЭЛ на 2014-2015 год

**163 ТВС = 4,5 млрд руб.** для э/б № 1 ЛАЭС-2.

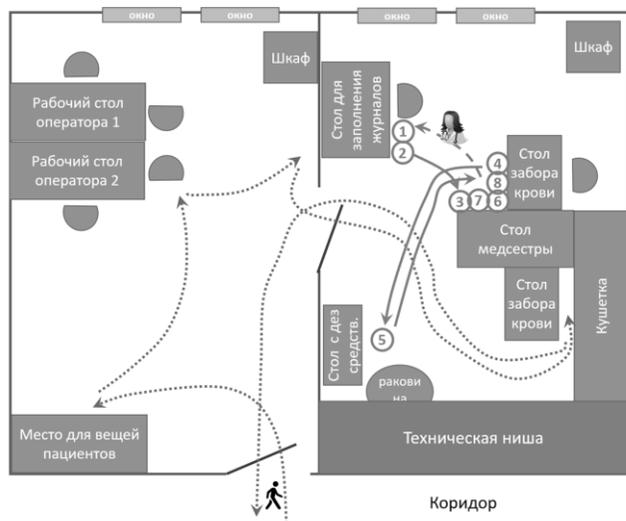


Из них:

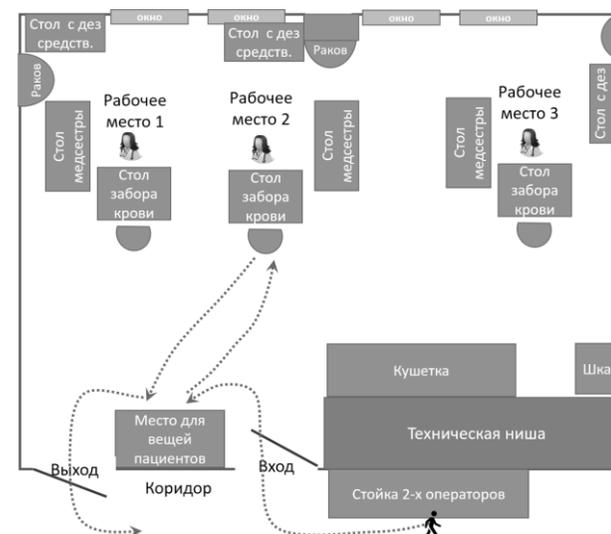
**50 ТВС** – МСЗ, произведены к декабрю 2014, отгружены в июне 2017 (**2,5 года** на складе)

**113 ТВС** – НЗХК, произведены к декабрю 2015, отгружены в июне 2017 (**1,5 года** на складе)

## Было



## Стало



Большие перемещения медсестры **276 м** в смену

Подход пациента по неоптимальному пути,  
в обход столов

Входящие и выходящие люди сталкиваются на  
входе

Исключение перемещений медсестры,

все необходимое на расстоянии вытянутой руки **0,5 м**

Создание удобного для пациента подхода к месту забора  
крови по кратчайшему пути

Исключение пересечения входящих и выходящих в  
кабинет пациентов за счет организации входа-выхода.

.....➔ - перемещения пациента

➔ - перемещения медсестры



**Было**

На участке изготовления деталей «Обойма» высокое НЗП в потоке. Передача в контейнерах

по **400 шт.**



НЗП на участке  
~ **1200 шт.**

**Стало**

Уменьшили партию, внедрили тянущую систему, изготовили тару меньшего объема:

- с 2015 – тара

на **20 шт.**,

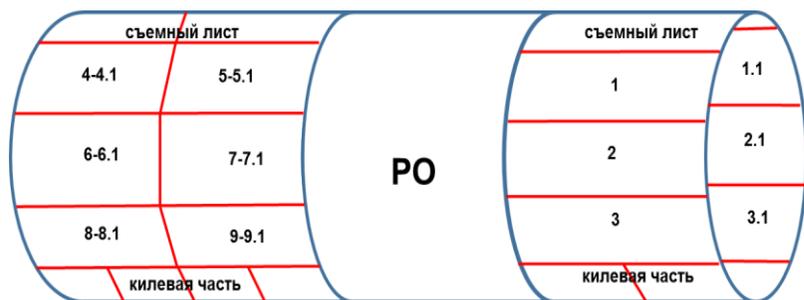
- 2017 г. – транспортировка ведется в таре

по **10 шт.**



НЗП на участке  
**91 шт.**

## Было



Количество секций – **34**

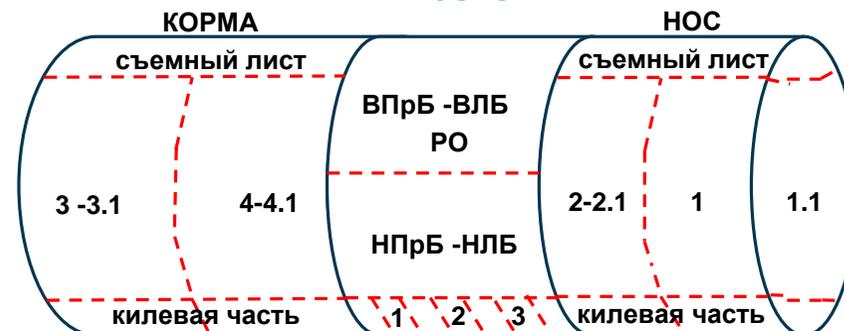
ВПП – **60** дней



шпации

Разделка и утилизация всех блоков АПЛ по ФЦП возможна только **к 2031**

## Стало



Количество секций – **21**

ВПП – **38** дней

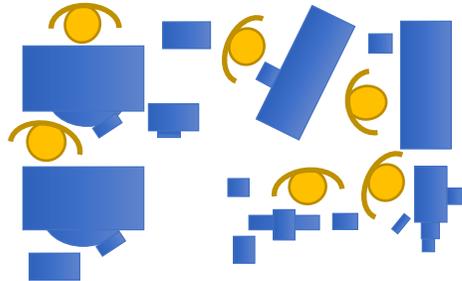


Новая схема разделки блока:

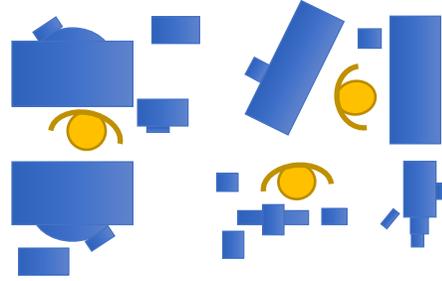
- укрупнение срезаемых секций,
- уменьшение количества продольных разрезов (поперечные разрезы не требуют дополнительного перерезания шпаций)

Сокращение времени резки каждого блока позволит выполнить в срок ФЦП по разделке блоков АПЛ (**до 2020** года)

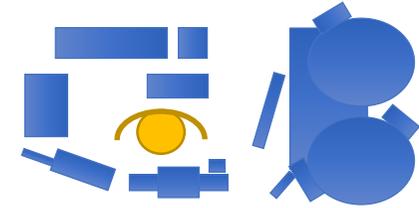
2011 г. – 6 операторов



2014 г. – 3 оператора



2015 г. – 1 оператор



Однако осталось время ожидания!

$$T_T - T_{ц} = 380 - 290 = 90 \text{ сек}$$

**Реакция сенсея:**

*«50 лет назад мы объединили ячейки под одного человека. У него оставалось 10 сек. разницы между  $T_{ц}$  и  $T_m$ . Таити Оно определил место, где он должен в это время находиться, поставил ему пустое ведро и заставил бить по нему 1 раз в секунду. Всего 10 ударов. Все должны слышать и помнить, что есть проблема».*



Уровень брака при  
приварке патрубков



Время на  
исправление брака

**Было**

**66 %**



**186 сут**

#### Что сделали

- Сварка стала производиться в верхнем, удобном положении
- Сварка производится со специализированного рабочего места
- Приобрели доп. новые сварочные аппараты для укомплектации рабочих мест
- Очистили площадку, уменьшили количество мусора
- Ввели техконтроль с графиком дежурств

**Стало**

**16,7 %**  
(в 4 раза)



**2,4 сут**  
(в 77,5 раза)

# 4 Производительность оборудования. НЗХК, линия по производству ТВЭЛ СТ-60



- Было**
- Работа **7 дней** в неделю
  - Реальное узкое место завода – в случае увеличения заказов линия не справится с доп. объемом.
  - Существует большой запас изделий на разность между сменами
  - Большой страховой запас на случай поломок

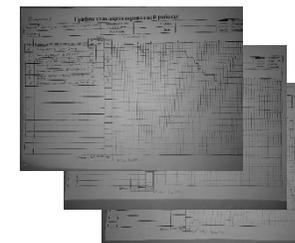
**Стало** Взяли время такта  $T_T$  при 6-ти суточном режиме работы  
Выявили узкие места, внедрили улучшения. Например:



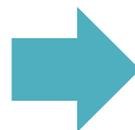
1. Благодаря смещению датчика положения  $T_c$  установки УНГ снизилось на 3 сек



2. Проведена СР и было принято решение организовать работу части персонала в начале смены (оператора и ОТК)



**Ближайшая цель:** переход на 5-ти дневную рабочую неделю

**Было****42** отверстий

Разработаны графитовые  
матрицы для горячего  
прессования блоков  
карбида бора с большим  
числом отверстий

**Стало****49** отверстий

Производительность операции горячего прессования увеличилась на **16,6** %.

2012 г.

Увеличение производительности

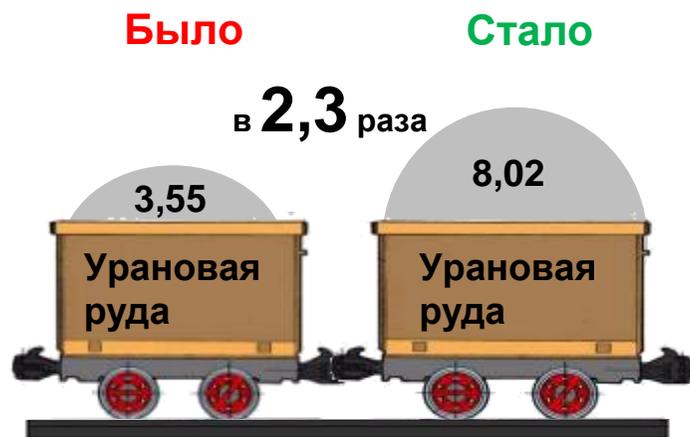
Увеличение производительности  
горного рабочего на руднике «Глубокий»

- Увеличение количества породы, разрушаемого за 1 взрыв
- Добыча руды по разным направлениям (применение массовой отбойки)

2013 г.

Расширение фронта работы  
(отраслевой проект I полугодия)Увеличение скорости горизонтальной проходки  
в руднике № 8 на одну выработку

- Исключены работы по откачке воды
- Исключены потери времени по доставке персонала
- Сокращено время доставки материалов
- Создана комплексная бригада
- Сокращено время на откатку горной массы
- Промежуточный склад расходных материалов



### I Необходимые навыки для лидеров-организаторов бережливого производства:

- 1 Навык формирования напряженного целевого состояния
- 2 Навык планирования и реализации улучшений
- 3 Навык вести людей за собой
- 4 Навык передачи умений персоналу.  
«Сначала тренировать, натренированных учить»

### II Необходимо регулярно проводить **оценку лидеров бережливого производства:**

Превосходит ожидаемый уровень
Соответствует ожидаемому уровню
Ниже ожидаемого уровня

### III Классическая последовательность действий

1. Делаем сами



2. Делаем вместе



3. На удалении, работают сами



**Было** на 01.03.2017



Время на поиск  
нужного  
инструмента

до **5** мин.

1. Имеются неиспользуемые предметы →
2. Инструмент и личные вещи в кучу →
3. Мусор, пыль →
4. Отсутствуют стандарты, непонятно, какого инструмента не хватает →
5. Никаких улучшений →

**Стало** на 17.05.2017



Время на поиск  
нужного инструмента

**0,5** мин. → **10**  
раз

1. Убраны все лишние и неиспользуемые инструменты и посторонние предметы
2. Инструменты разложены по группам и частоте использования
3. Регламентная уборка рабочего места
4. Использован метод теней, добавлены подписи. Сразу понятно, какого инструмента не хватает
5. Формы под инструменты вырезались из поролона, затем заменили на фанеру со вставленными в неё шпильками – бóльшая долговечность и возможность изменения расположения

## Было



Отсутствовало:

- закрепление деталей и необходимого их количества за местами хранения,
- обозначение деталей (наименование, маркировка),
- планировка кладовой

Время на поиск детали = **30,0 мин.**

## Стало



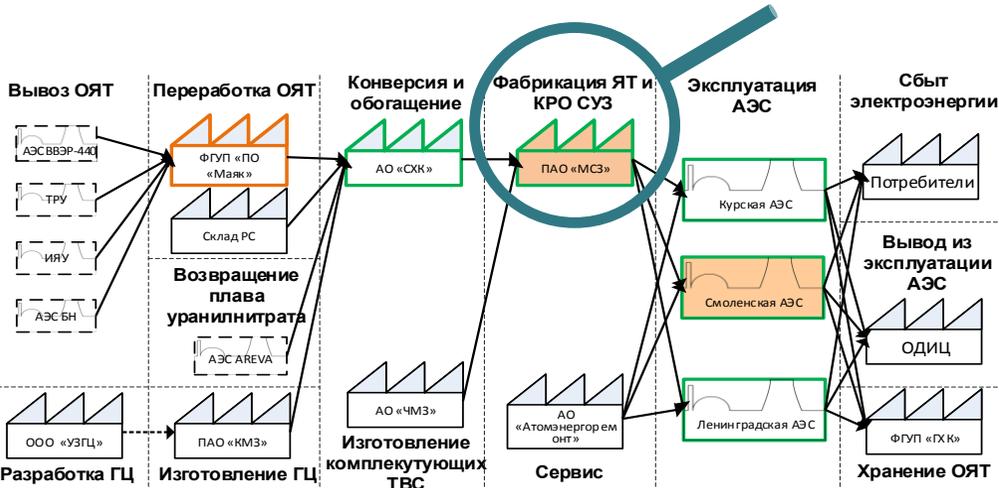
Структурирование 2С:

- **Места расположения** - закреплены за деталями
- **Количество** – зафиксировано
- **Наименования** - обозначены на стеллажах.
- **Цветовая маркировка** - для каждой номенклатурной группы выделены свои цвета.
- **Направление** - была создана компьютерная планировка, на которой можно быстро найти интересующую деталь. При поиске детали схематично отображается стеллаж, место детали на нем, высвечивается ее фотография.

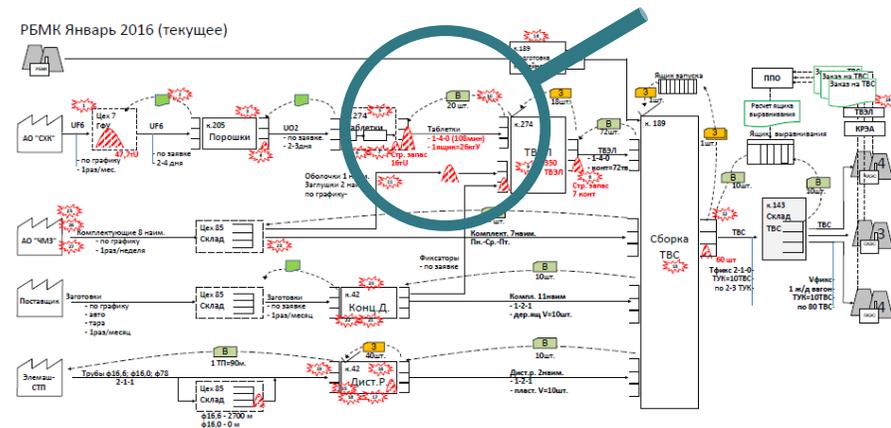
Время на поиск детали = **2,5 мин.** → **12**

раз

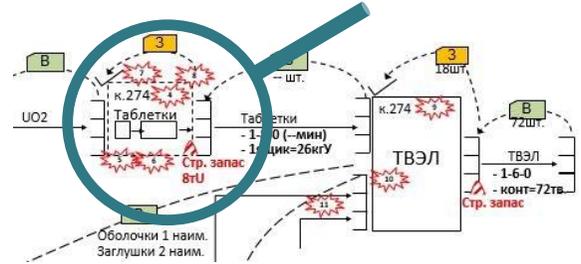
1. Картирование 1-го уровня (вся цепочка создания продукта, от вывоза ОЯТ до сбыта электроэнергии)



2. Картирование 2-го уровня (уровень предприятия, МСЗ: ГФУ на входе, ТВС на выходе)



3. Картирование 3-го уровня (уровень цеха, изготовление таблеток и твэлов топлива РБМК, от оксида урана до твэлов)



4. Картирование 4-го уровня (уровень участка)



5. CP - своеобразное «картирование» 5-го уровня (уровень одного человека)

Номер и наименование детали	17111-24100 Вкладыш контрольный	Образцовый таблица стандарта внешнего вида	Дата составления 01.04
Процесс	Обработка отпарившей в буфере	Статус	Холодно
№ п/п	Наименование выполняемых операций	Время Факт Норм.	Температура 10° 20° 30° 40°
1	Взять материал	2 12	
2	М.1.164. Сеть и установить	3 13	
3	ДР.2.424. Сеть и установить	3 - 2	
4	ДР.2.424. Сеть и установить	3 - 2	
5	Замерить диаметр резьбы	5 - 2	
6	Положить готовый изделие	2 - 2	
7		18 0 12	

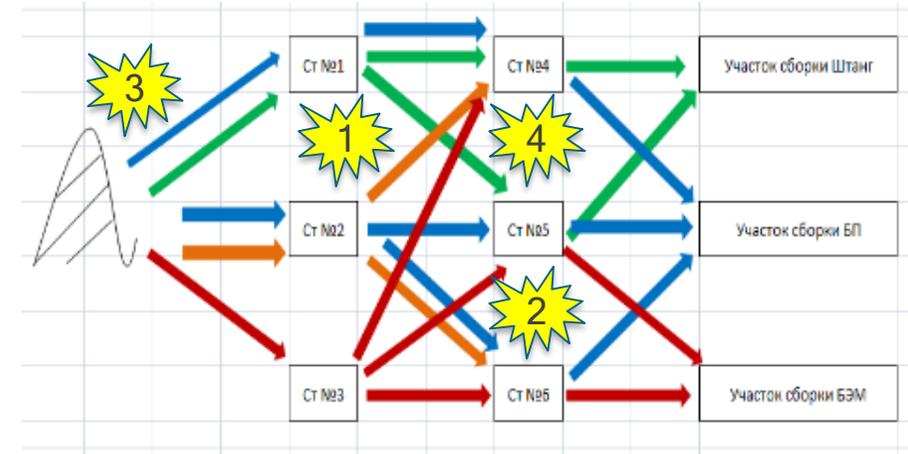
**Было**, 2015 г.

ВПП = **122** дней

НЗП = **187** комплектов

### Список проблем:

1. Пересечение потоков
2. Длительные переналадки
3. Несвоевременная поставка заготовок
4. НЗП



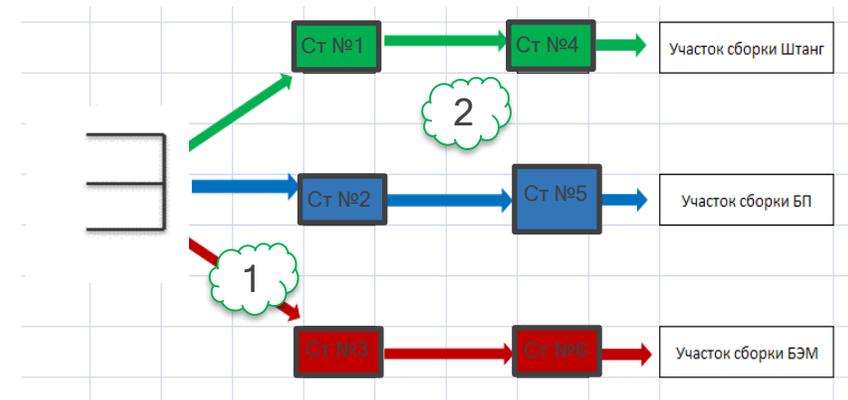
**Стало**, 2017 г.

ВПП = **15** дней

НЗП = **30** комплектов

### Решения:

- Откартировали все детали
- Сгруппировали оборудование по группам
- Составили матрицу совместимости групп деталей и оборудования
- Распределили детали в зависимости от загрузки оборудования
- Закрепили за каждым станком группу деталей



Предъявляем генеральному консультанту участок из 28 автоматов, где один оператор обслуживает 7 станков.

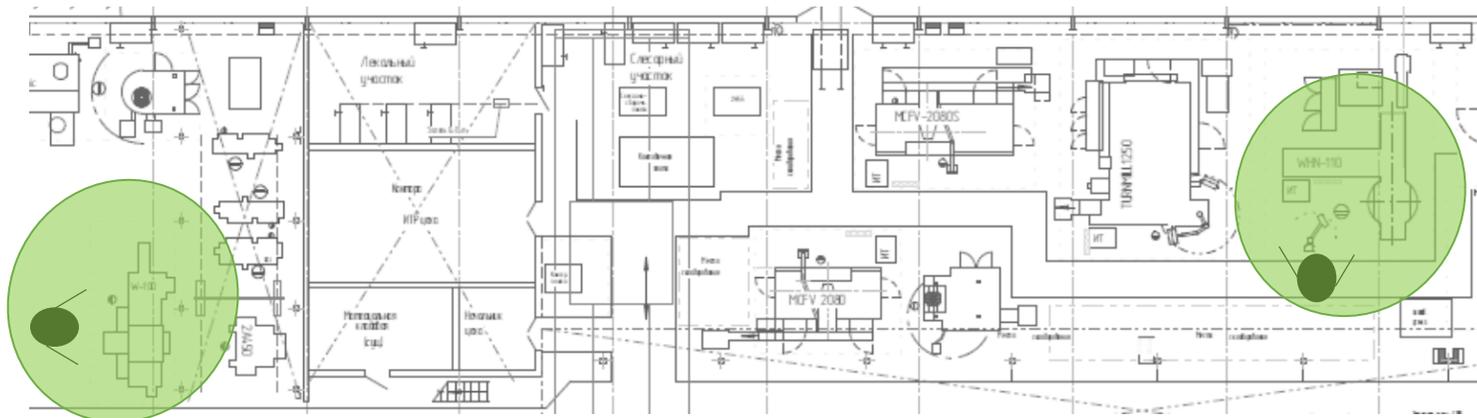
Реакция сенсея:

- *Это хорошо, но почему станок стоит?*
- *Обед.*
- *А что, станок тоже кушает? А как и что он ест?*

**В итоге человек всё равно остался надсмотрщиком за станками**



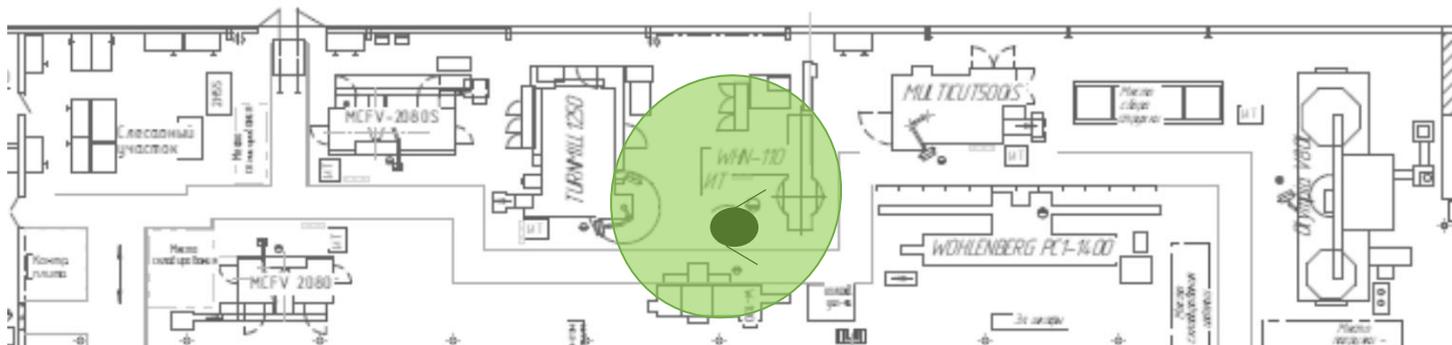
**Было** За каждым станком закреплен отдельный оператор.



1 человек –  
1 станок

Человек привязан  
к оборудованию

**Стало** Для оператора провели обучение и расположили станки в непосредственной близости, что позволило одному оператору работать на двух станках (универсальном горизонтально-расточном станке и станке с ЧПУ)

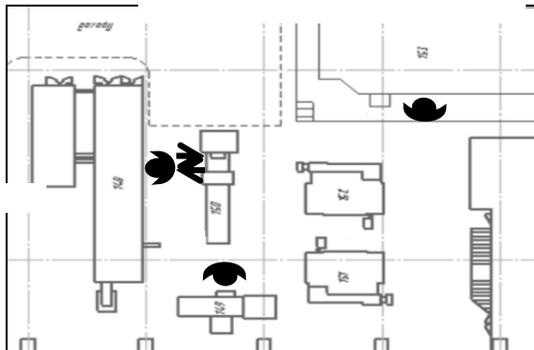


Высвобожденный  
оператор перешел  
работать на новый  
станок с ЧПУ

С помощью СР выявлена недозагрузка операторов. Принято решение о повышении компетенций рабочих участка и многостаночном обслуживании. После обучения из потока изготовления чехлов исключен один оператор, что позволило дозагрузить операторов полезной работой.

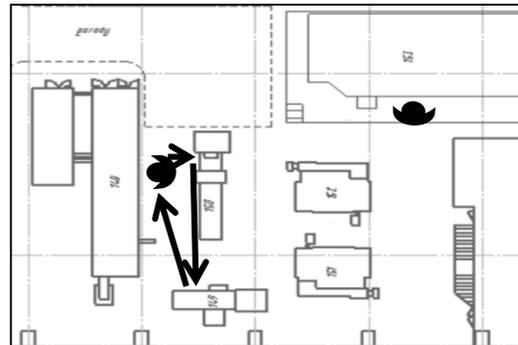
**Было**, 2016 год

1-ая смена – **3** чел.  
2-ая смена – **2** чел.



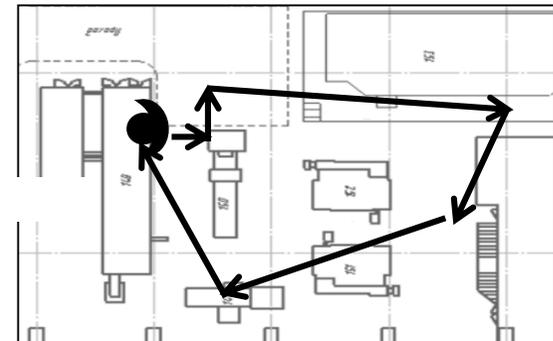
**Стало**, начало 2017 года

1-ая смена – **2** чел.  
2-ая смена – **2** чел.



**Будет**, конец 2017 года

1-ая смена – **1** чел.  
2-ая смена – **1** чел.



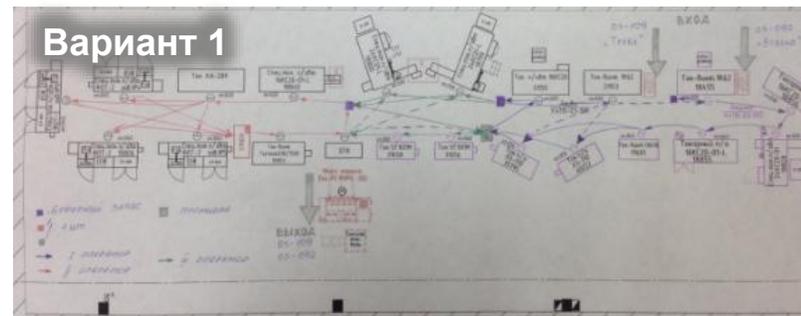
## 1. Разработка целевого состояния

Из планировок вырезали станки и моделировали на столе, отработали **26 вариантов**. По итогам сравнения и отбора основными схемами определили **2 варианта**.



## 2. Моделирование на площадке.

Вырезали в масштабе 1:1 станки и смоделировали производственный процесс вместе с операторами на свободных площадях.



## 3. Разработка планировочных решений и их сравнение:

Вариант	Численность, чел	Площадь, м <sup>2</sup>	Оборудование, ед.	Переходы, шаги	Расстояние до потребителя, м	Сложность перемещения операторов (5 балл.)
Вариант 1	3	352	20	319	32	3+
Вариант 2 реализованный	3	<b>298</b>	20	<b>249</b>	<b>15</b>	<b>4</b>

Поговорка  
«Лучше один раз увидеть,  
чем сто раз услышать»

+

Принцип сенсея:  
«Лучше один раз сделать,  
чем сто раз увидеть»

ЗРЕНИЕ

80 %



*«Не учить, а тренировать.  
Натренированного учить»*

На площадке смотрим и задаем вопросы:

1

**Процесс** – отстаём или опережаем? Прозрачен и понятен ли? Каждый следующий передел – заказчик для предыдущего?



2

**Запасы** – объём партии? Поток единичных изделий? Страховые запасы регламентированы? Лежат на своих местах?



3

**Работа человека.** Насколько загружен оператор – является ли он «надсмотрщиком» за станком? Удобно ли ему работать?



➔ люди начинают задумываться об изменениях

**Пример:** формирование пучка армоканатов для системы преднапряжения защитной оболочки на сдаточном энергоблоке № 3 Ростовской АЭС (132 пучка)

**Автор:** сварщик 3-го разряда ООО «СМУ-1» Гриенко Г.Н.

Петля полностью сварная



2 человека

Один сваривал, один загибал  
Уходило **5 кг электродов**

**Было – 201 мин.**

Предложено использовать кусок трубы в качестве петли



1 человек

**1,2 кг электродов**  
(в 4 раза меньше)

**Стало – 98 мин.**

**В 2 раза  
быстрее**

По итогам 2015-2016 гг. в ГК «Росатом» подано более **60 000** ППУ

- это атмосфера доверия и взаимопомощи
- это «штучная» работа с людьми
- это изменение людей в лучшую сторону

## Текущее состояние



## Целевое состояние

