



# Практика построения системы управления производством на базе 1С:ERP

ПАО «Мотовилихинские заводы»

Докладчик:

Директор по информационным технологиям  
Вожаков Артем Викторович



## Рассматриваемые вопросы

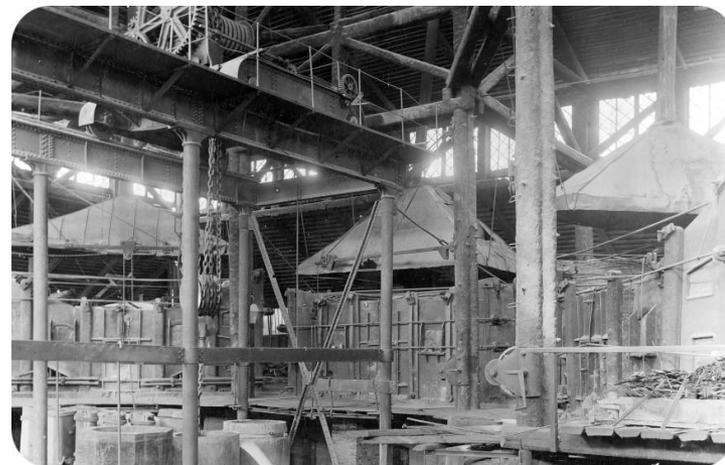
- Какие массивы НСИ нужны для планирования производства?
- Как обеспечить процесс планирования актуальными инженерными данными?
- Как использовать механизм планирования производства с учетом загрузки мощностей?
- Как обеспечить балансировку мощностей в рамках групп взаимозаменяемости?
- Как распределить функциональные роли в ERP-системе в организационной структуре?



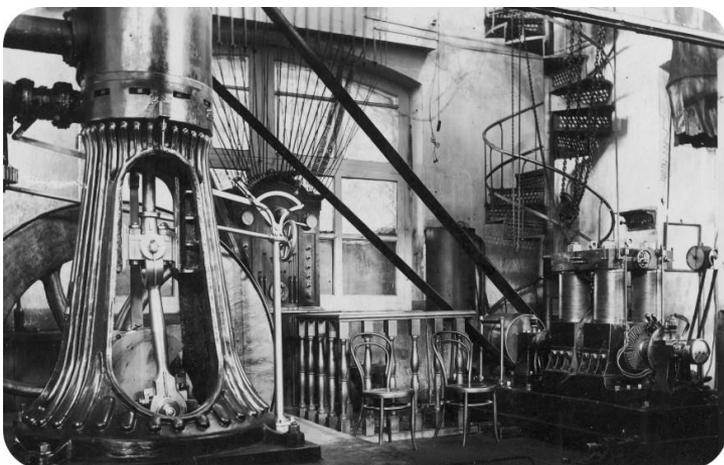
# 1736 — год основания Мотовилихинских заводов



1868 г. - пермская Царь-пушка (выполнила 314 выстрелов)



1876 г. первые на Урале мартеновские печи



1886 г. первая на Урале электростанция



1888 г. изобретена дуговая электросварка металлов



# НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ХОЛДИНГА

ПАО «МОТОВИЛИХИНСКИЕ ЗАВОДЫ»

ВООРУЖЕНИЕ И ВОЕННАЯ ТЕХНИКА (ВиВТ)



МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ

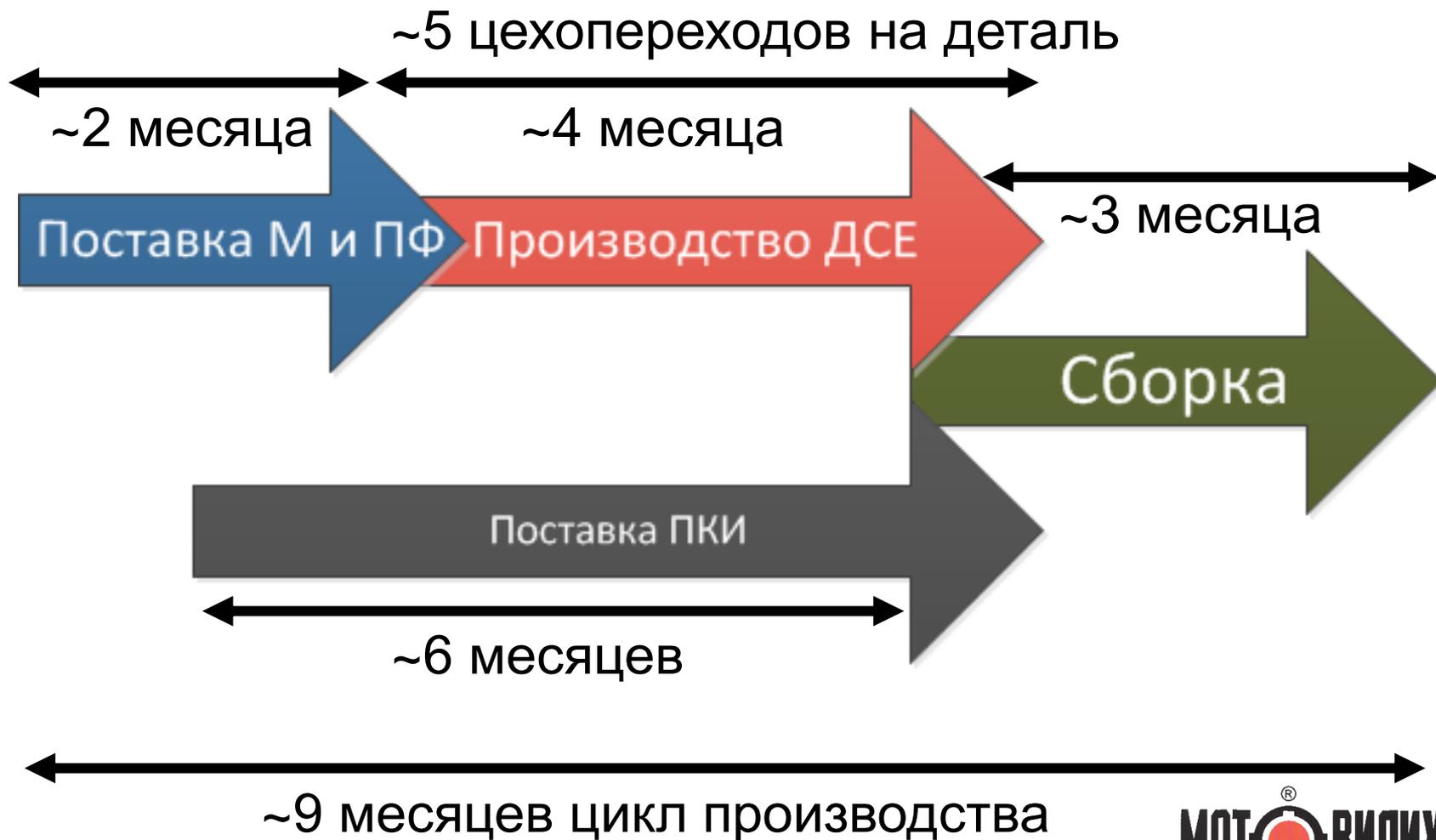


ПРОДУКЦИЯ ОБЩЕГО МАШИНОСТРОЕНИЯ





# Характеристики производства ВиВТ

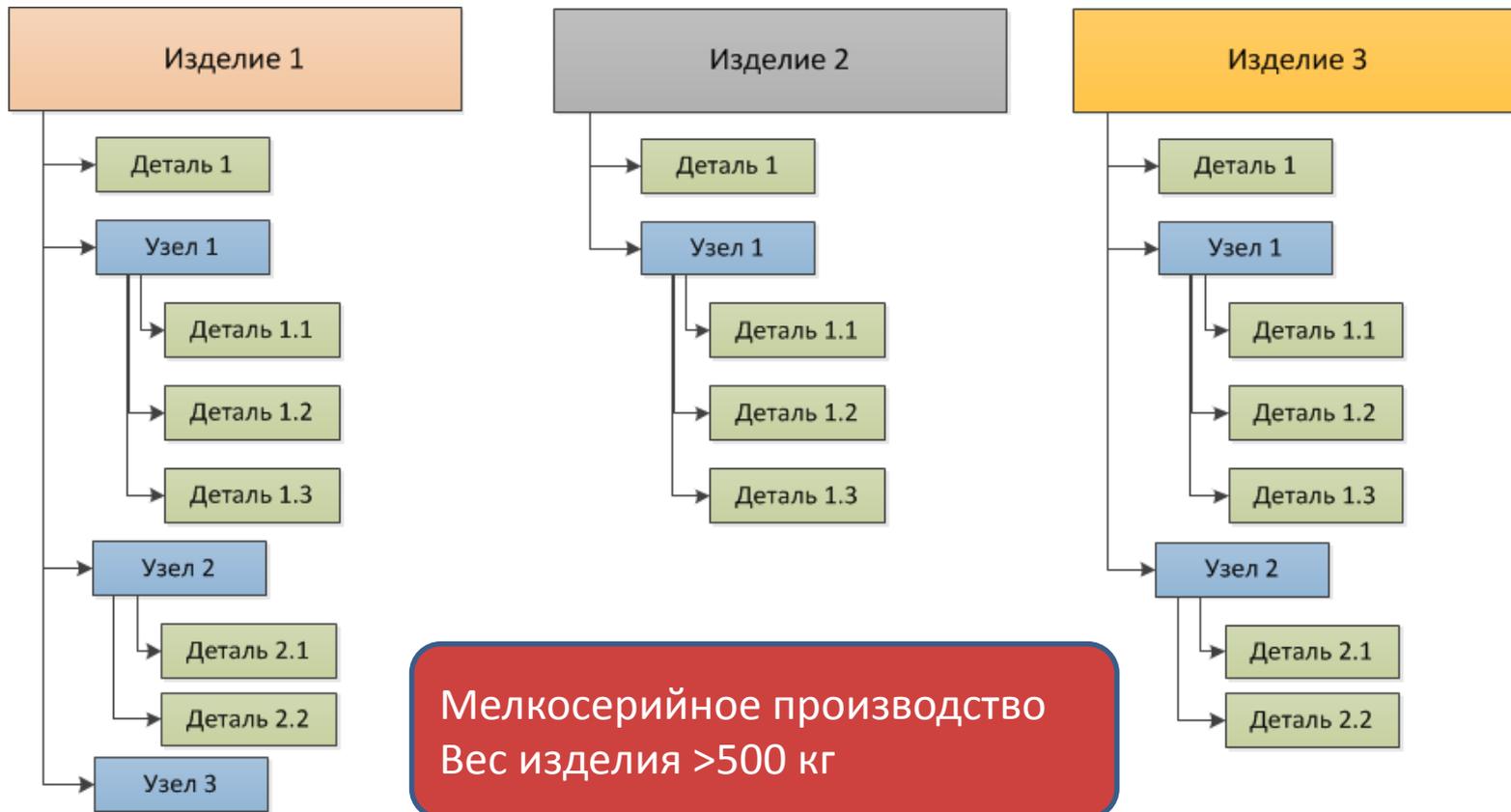




# Характеристики продукции ВиВТ

~20 одновременно выпускаемых изделий

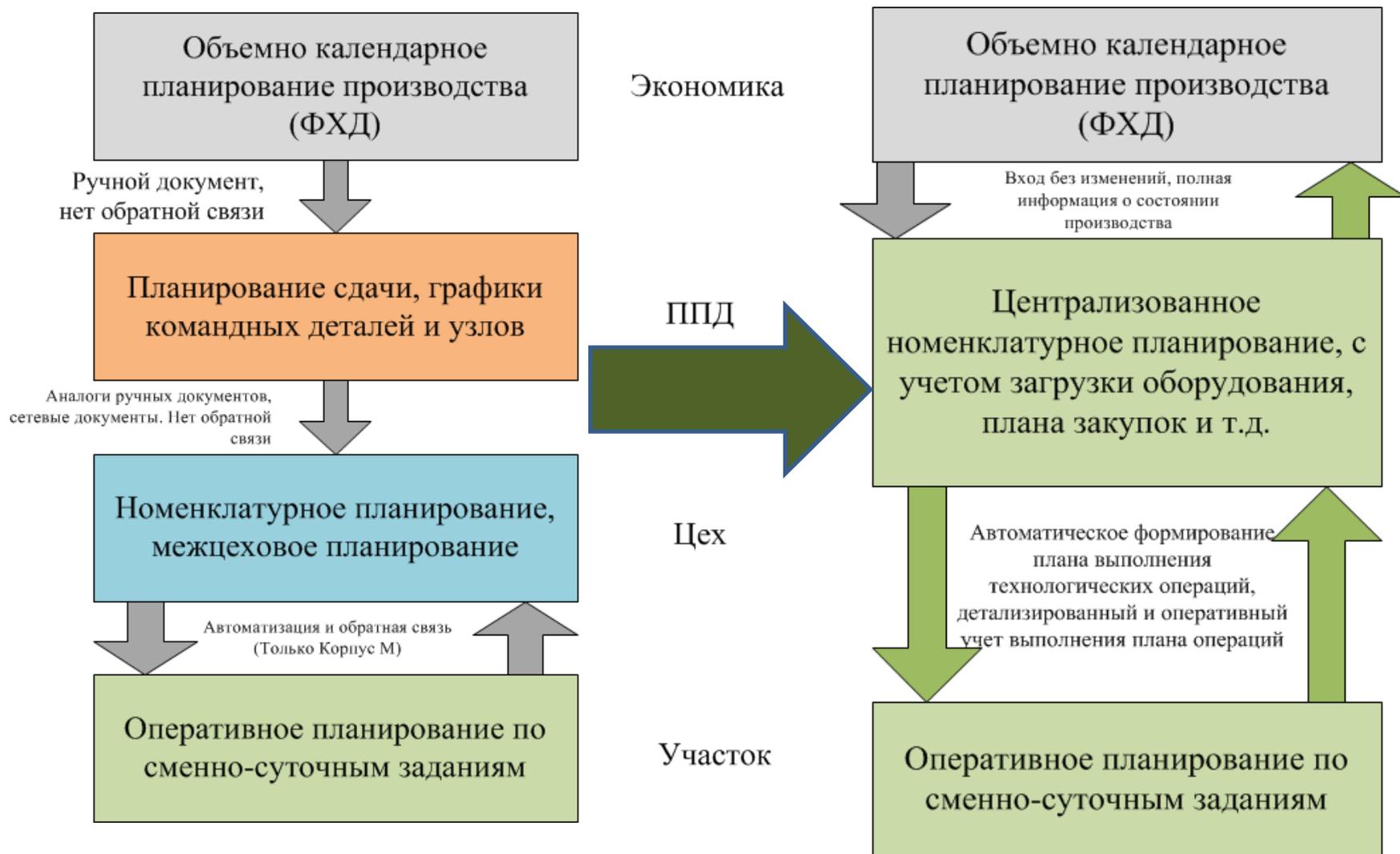
~4000 деталей и сборок



Мелкосерийное производство  
Вес изделия >500 кг

~5 уровней входимости

# Основная задача проекта



**Построение централизованной системы управления производством**

# Общий план ERP/MES/PLM

01.01.2014

01.01.2015

01.01.2016

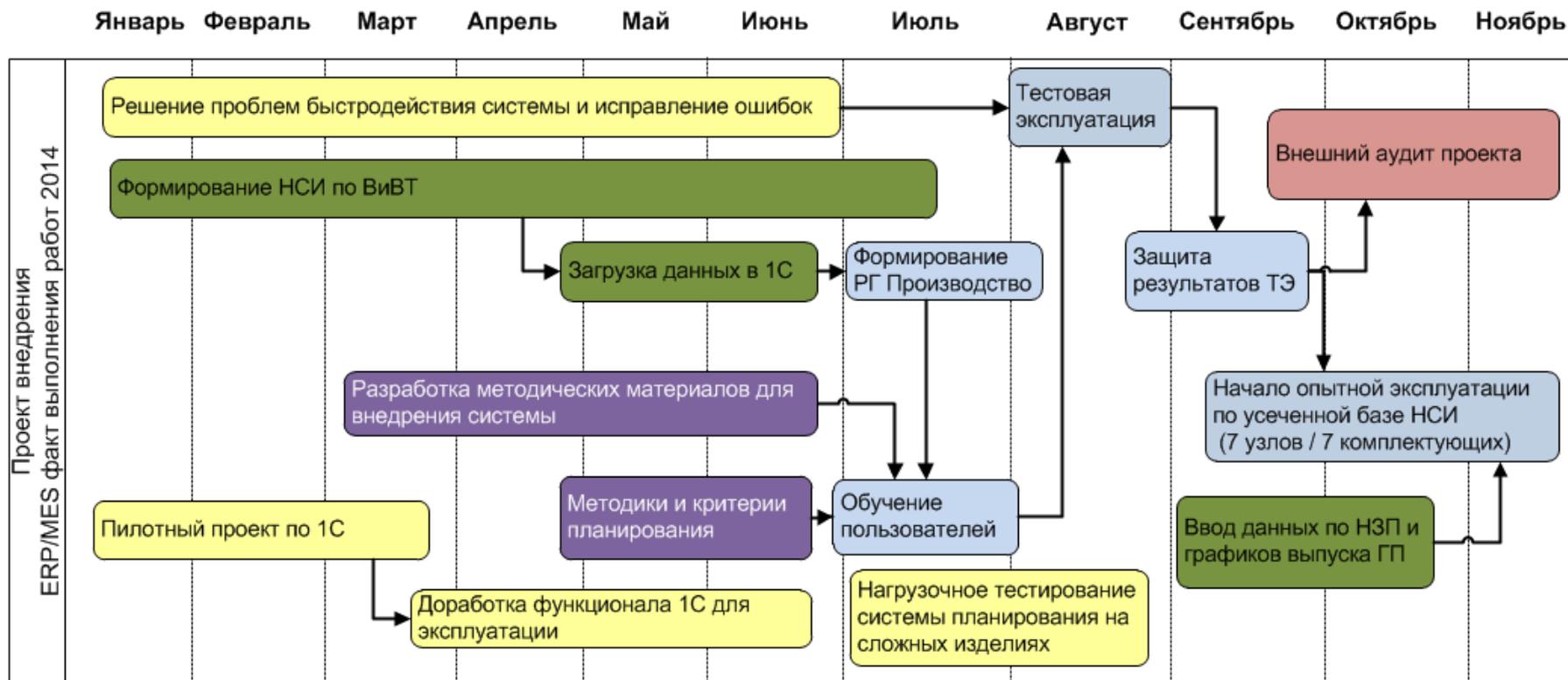
01.01.2017

01.01.2018

01.01.2019

Изменения в ИС	  Начало внедрения 1С Интеграция с TCS	 Интеграция 1С с КИС Флагман	 Интеграция PLM системой	 Вывод из эксплуатации КИС Флагман	 Вывод из эксплуатации TCS
Проект внедрения ERP/MES	НСИ Календарное планирование производства и межцех. учет Пилотный проект ОПП Управление заказами, оферты	Персонал и зарплата Калькулирование плановой себестоимости Оперативное планирование и учет (машиностроение) ТОиР	Бухгалтерский учет Управление производством (металлургия) Управление запасами и закупками	Финансы Договоры и взаиморасчеты Сбыт и торговля Калькулирование фактической себестоимости	
Результаты проекта	Регламенты работы с НСИ Форм-е методик планирования Классификация, выверка данных Контроль форм-я НСИ → Форм-е номенклатурных планов цехов → Контроль выполнения номенкл. плана →	Форм-е и контроль выполнения плана операций → Контроль оферт, принятия заказов → Контроль выполнения плана технологических операций Выявление узких мест, расчет мощностей →	Управление запасами (анализ, нормирование, контроль) → Управление техническим обслуживанием и ремонтами оборудования Формирование заявок на закупку → Управление производством по всему холдингу	Автоматические расчеты плановой и фактической себестоимости	

# Факт выполнения работ



- В июне сменилось руководство холдинга, что повлекло за собой пересмотр стратегии развития предприятия.
- Все инвестиционные проекты развития подвергнуты внешнему аудиту.

# 7 узлов / 7 комплектующих



**Информационные стенды в цехах предприятия**

- Опытная эксплуатация системы диспетчирования производства по крупным узлам.
- Цель: построить актуальную картину производства.
- Только **определяющие** узлы и комплектующие.
- Оперативный учет выполнения производственных этапов и поставке комплектующих.
- «Ручные» графики производства заменяются на отчеты из системы.

# 7 узлов – 7 комплектующих

Заказ				03.11.14 - 09.11.14		10.11.14 - 16.11.14	
Обозначение	Этап, полуфабрикат, продукция	Ед. изм.	Подразделение-изготовитель	План	Факт	План	Факт
Заказ на производство 0000000003 от 01.07.2014 0:00:00							
Этап	1 - Сборочные работы	единиц/партий	17 Механосборочный цех			24	
Этап	3 - Разборка	единиц/партий	17 Механосборочный цех				
Этап	4 - Банение	единиц/партий	10 Механосборочный цех				
Этап	2 - Испытание стрельбой	единиц/партий	11 Механо-сборочный цех				
Продукция	2A70.00.000 100-мм орудие - пусковая установка	шт	17 Механосборочный цех			35	
Этап	1 - Комплектация	единиц/партий	17 Механосборочный цех				
Полуфабрикат	2A70.01.000 Агрегат ствола	шт	17 Механосборочный цех				
Этап	1 - Сверление	единиц/партий	31 Кузнечно-прессовый цех	35	35		

Заказ № 3 от 01.07.2014 (строка 1), дата потребности 31.12.2014 (Ср)							
⊖	<b>2A70.00.000 100-мм орудие - пусковая установка</b>	<b>1.</b>	<b>шт</b>			<b>35,000</b>	
⊗	8 - Сдача	1..	единиц/партий			35,000	
⊗	7 - Покраска	7..	единиц/партий			35,000	
⊗	6 - Сборочные работы	1..	единиц/партий			35,000	
⊗	5 - Контроль	2..	единиц/партий			35,000	
⊗	4 - Банение	1..	единиц/партий			35,000	
⊗	3 - Разборка	1..	единиц/партий			35,000	
⊗	2 - Испытание стрельбой	1..	единиц/партий			35,000	
⊖	⊗ 1 - Сборочные работы	1..	единиц/партий			35,000	
⊖	⊕ 2A70.01.000 Агрегат ствола	1..	шт			35,000	24,000
⊖	⊗ 1 - Комплектация	1..	единиц/партий			35,000	24,000
⊖	⊕ 2A70.01.010 Ствол	1..	шт			35,000	24,000
⊖	⊗ 1 - Сборочные работы #17_1	1..	единиц/партий			35,000	24,000
⊖	⊕ 2A70.01.001 Ствол	3..	шт			35,000	35,000
⊖	⊕ 2A70.03.007 Казенник	1..	шт			35,000	34,000
⊖	⊗ 7 - Сдача #15_3	1..	единиц/партий			35,000	34,000
⊖	⊗ 6 - Покрытие #79_1	7..	единиц/партий			35,000	34,000
⊖	⊗ 5 - Мехобработка #15_1	1..	единиц/партий			35,000	34,000
⊖	⊗ 4 - Термообработка #26_1	2..	единиц/партий			35,000	34,000
⊖	⊗ 3 - Мехобработка #5_2	5..	единиц/партий			35,000	34,000
⊖	⊗ 2 - Сверление #31_1	3..	единиц/партий			35,000	34,000
⊖	⊗ 1 - Обдирка #5_1	5..	единиц/партий			35,000	34,000

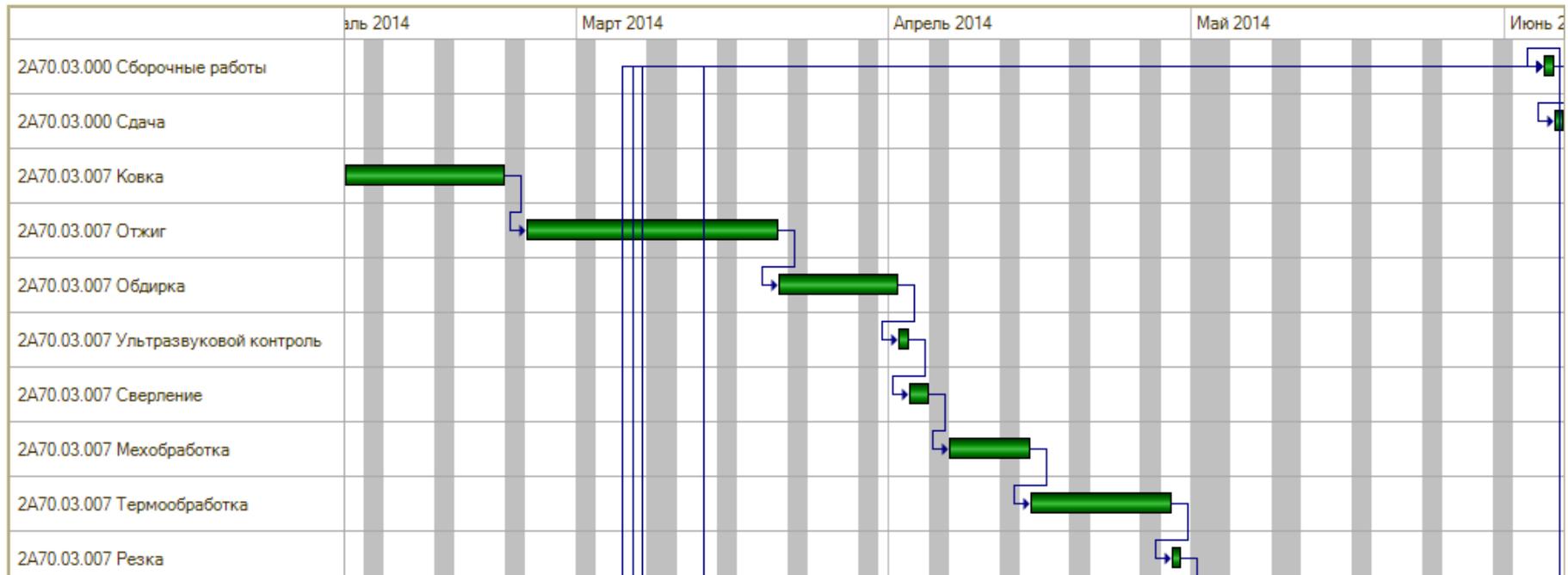
- Подключены к системе руководители производственных подразделений, директора заводов.
- Оценка производства по данным из системы.
- Вовлечены в работу сотрудники плановых служб.
- Отработаны на практике механизмы планирования и перепланирования.
- Разработаны специфические отчетные формы.



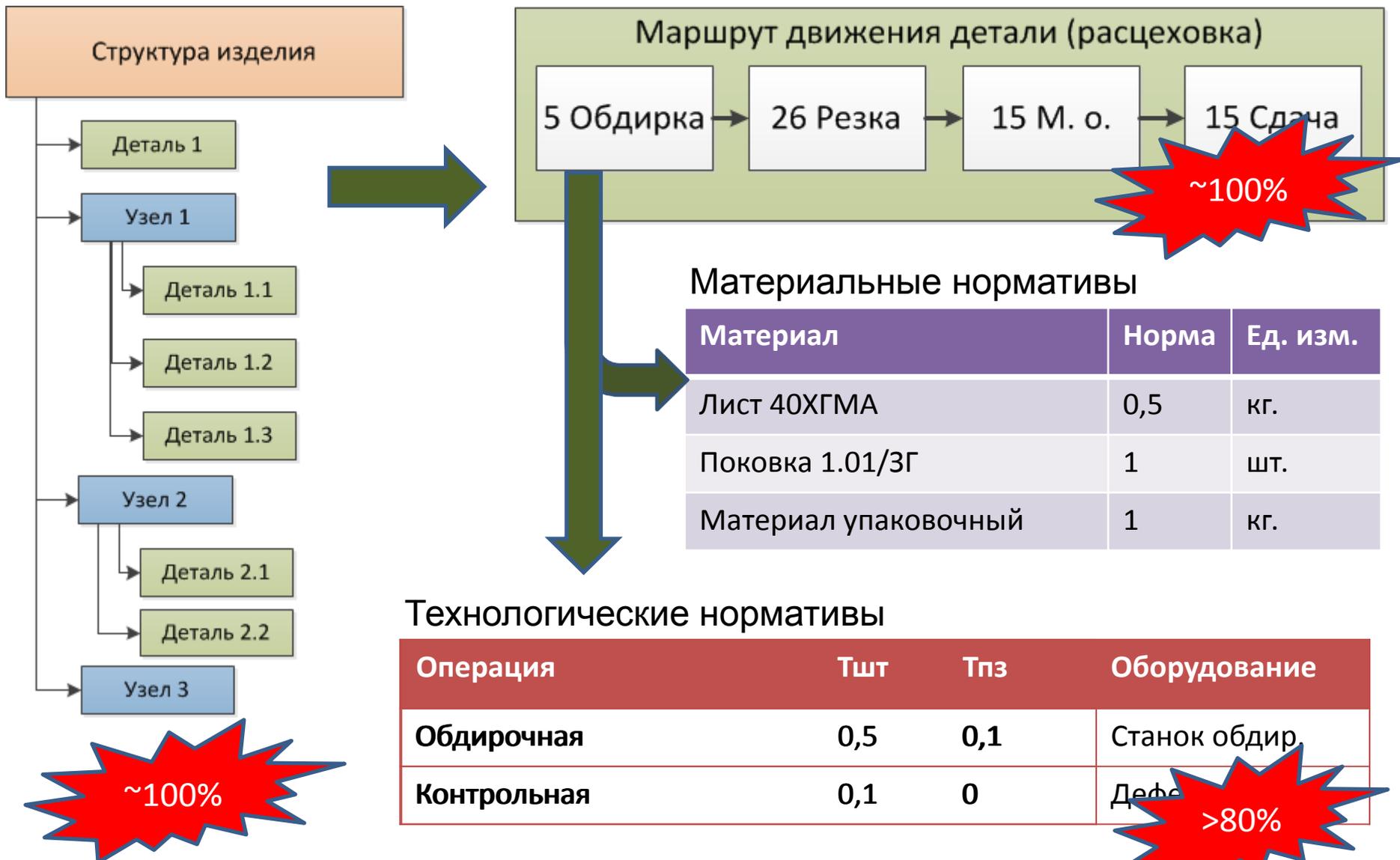
# Нормативно-справочная информация необходимая для планирования

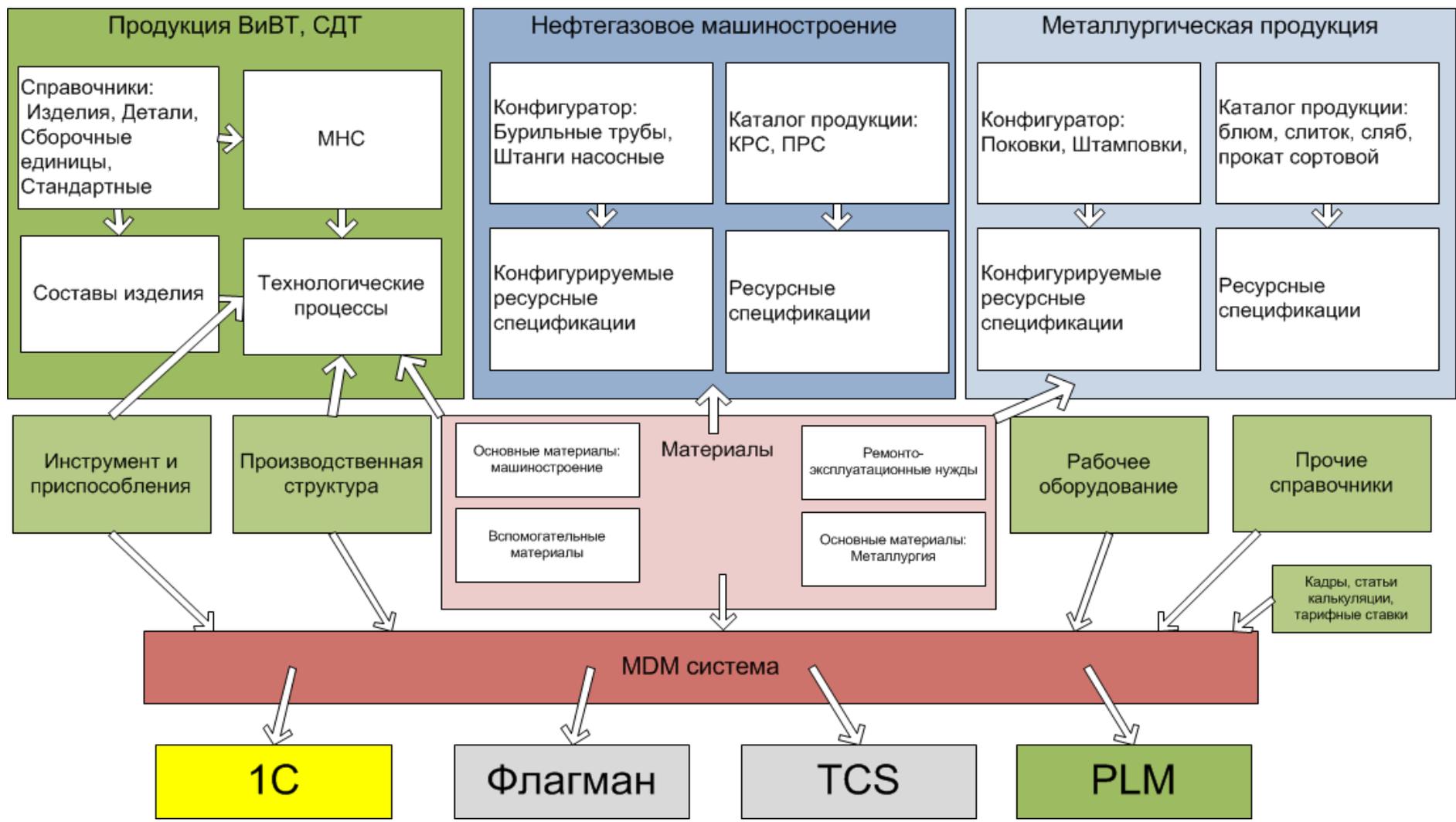
# Планирование производства

- Цели календарного планирования производства:
  - Построение **ВЫПОЛНИМОГО** плана производства.
  - Балансировка мощностей и выявление узких мест «постоянных», «плавающих».
  - Расчёт потребности в персонале, материалах и комплектующих и т.д..
- Горизонт планирования – 2-года (до даты отгрузки последнего заказа).
- Точность календарного планирования: месяц, декада, неделя.
  - **Попытка построить сверхточный план – снизит достоверность планирования!**



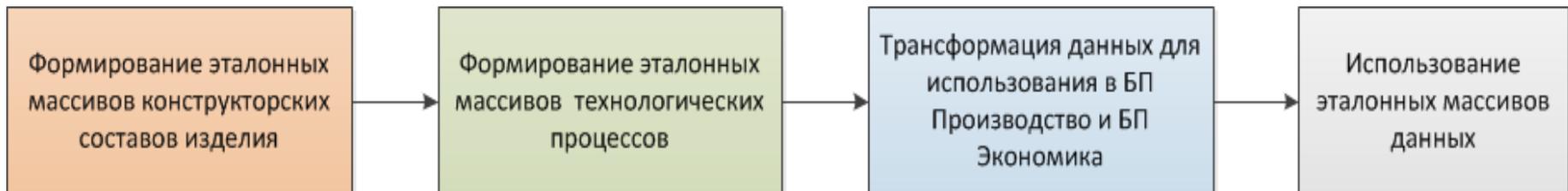
# НСИ для планирования





# Работа по повышению качества НСИ

- Определен перечень приоритетных изделий
- (из программы на 3 года).
- Сформулированы технические требования к качеству НСИ, например:
  - Порядок операций в ТП должен соответствовать порядку цехов в маршруте.
  - Каждой точке маршрута должна соответствовать хотя бы одна операция.
  - Для покупных комплектующих должен быть установлен признак.
  - Каждая деталь без признака «покупной» должна иметь ТП и маршрут.
- На базе PDM построена система эталонных массивов нормативно-справочной информации по изделиям (ежемесячное обновление).
- Данные формируются как на стандартное изделие, так и на модификации, в том числе под конкретный заказ.



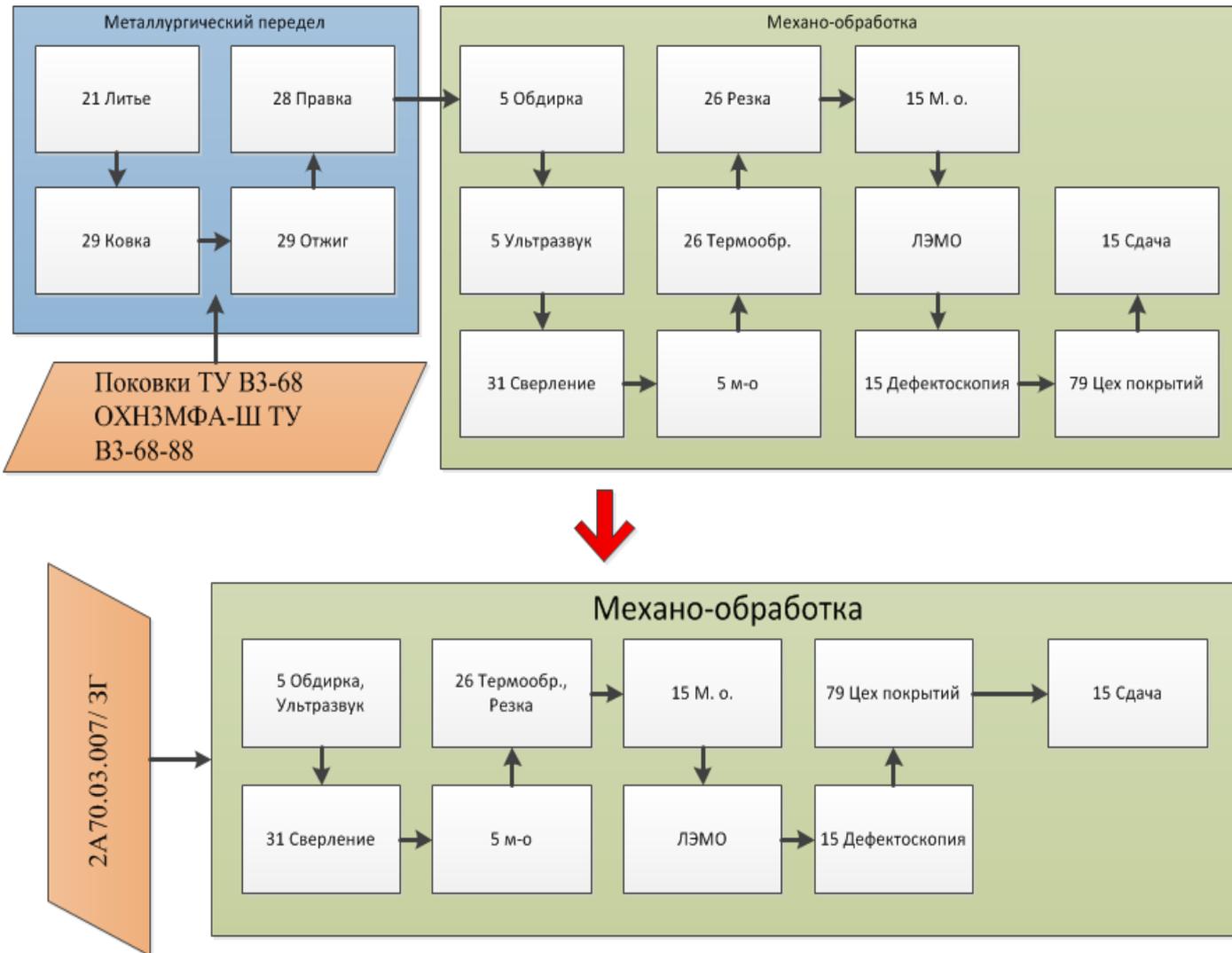
# Автоматическая проверка ошибок в НСИ

## Несоответствия МНС и ТП 2А70 Изделие 2А70 с одиночным ЗИП. Отсутствует расцеховок: 0. Несоответствующих ТП 9

Технологический процесс					Маршрут (расцеховка)			
№ оп.	№ цеха	Цех	Операция	Тшт	№	№ цеха	Цех	Вид обработки
<b>2А70.00.008 Обойма</b>								
1	19	Механосборочный цех	Контрольная	0,01	0	5	Механосборочный цех	Резка
2	19	Механосборочный цех	Разметка	0,025	1	15	Механосборочный цех	Мехобработка
3	19	Механосборочный цех	Ленточно-пильная	0,4	2	27	Термический цех	Термообработка
3	19	Механосборочный цех	Ленточно-пильная	0,005	3	15	Механосборочный цех	Мехобработка
4	19	Механосборочный цех	Слесарная	0,08	5	79	Цех покрытий металлов гальваническим способом	Покрытие
4	19	Механосборочный цех	Слесарная	0,002	6	15	Механосборочный цех	Сдача
5	19	Механосборочный цех	Контрольная	0,02				
6	15	Механосборочный цех	Контрольная	0,02				
7	15	Механосборочный цех	Вертикально-фрезерная	1,21				
7	15	Механосборочный цех	Вертикально-фрезерная	0,01				
8	15	Механосборочный цех	Маркирование	0,07				
8	15	Механосборочный цех	Маркирование	0,01				
9	15	Механосборочный цех	Вертикально-фрезерная	3,22				
9	15	Механосборочный цех	Вертикально-фрезерная	0,015				
10	15	Механосборочный цех	Слесарная	0,11				
10	15	Механосборочный цех	Слесарная	0,005				
11	15	Механосборочный цех	Радиально-сверлильная	0,62				
11	15	Механосборочный цех	Радиально-сверлильная	0,01				
12	15	Механосборочный цех	Токарно-винторезная	1,1				
12	15	Механосборочный цех	Токарно-винторезная	0,015				
13	15	Механосборочный цех	Слесарная	0,072				
13	15	Механосборочный цех	Слесарная	0,002				
14	15	Механосборочный цех	Протирка	0,07				
15	15	Механосборочный цех	Контрольная	0,06				
15	15	Механосборочный цех	Контрольная	0,05				
16	15	Механосборочный цех	Упаковывание	0,05				
17	27	Термический цех	Термообработка	2,01				
18	15	Механосборочный цех	Контрольная	0,02				
19	15	Механосборочный цех	Маркирование	0,07				
19	15	Механосборочный цех	Маркирование	0,01				
20	15	Механосборочный цех	Вертикально-фрезерная	1,3				
20	15	Механосборочный цех	Вертикально-фрезерная	0,005				
21	15	Механосборочный цех	Маркирование	0,07				
21	15	Механосборочный цех	Маркирование	0,01				
22	15	Механосборочный цех	Вертикально-фрезерная	1,2				
22	15	Механосборочный цех	Вертикально-фрезерная	0,01				
23	15	Механосборочный цех	Маркирование	0,06				
23	15	Механосборочный цех	Маркирование	0,01				
24	15	Механосборочный цех	Контрольная	0,2				

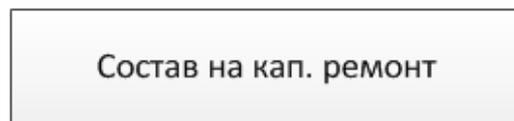
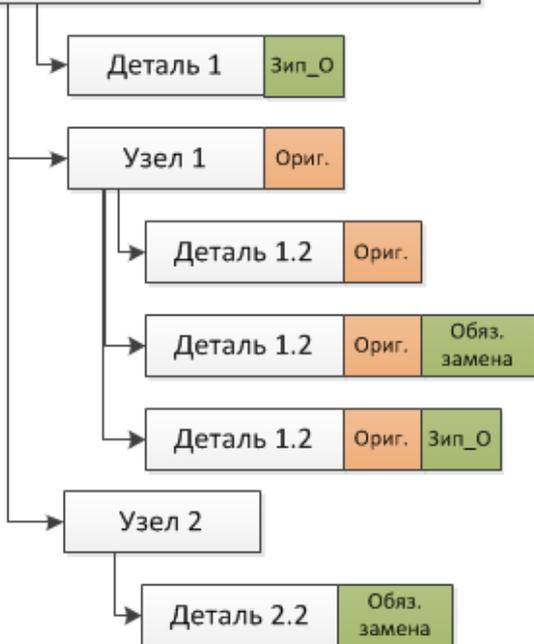
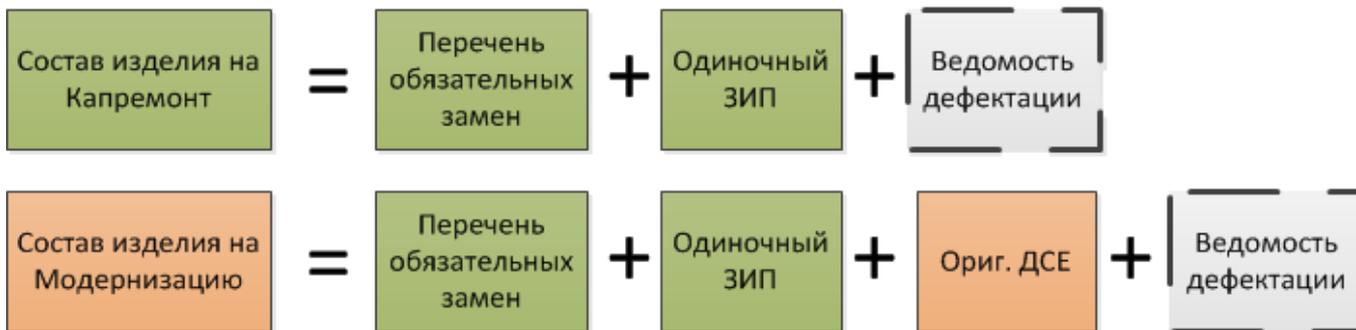
Маршрут не соответствует тех. процессу

# Трансформация данных

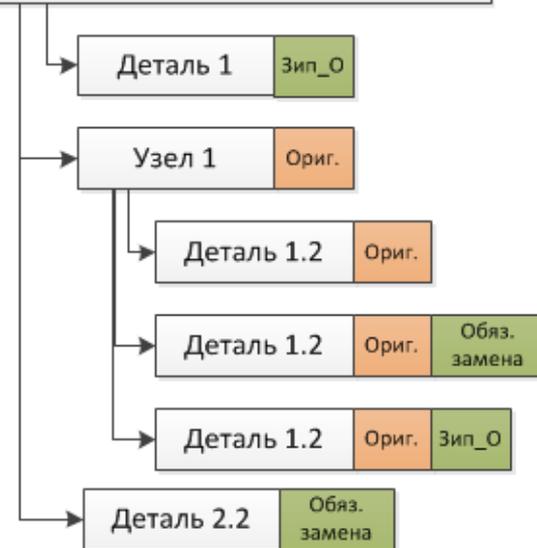
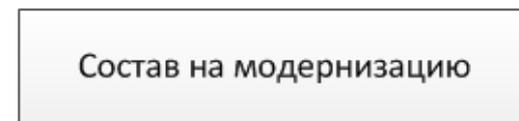


- Убрать лишние точки маршрута.
- Объединить повторные заходы.
- Связать операции ТП и точки маршрута.
- Связать точки маршрута и материальными нормами.
- Создать служебные операции.
- Рассчитать трудоемкость по точкам маршрута.

# Составы капремонта и модернизации



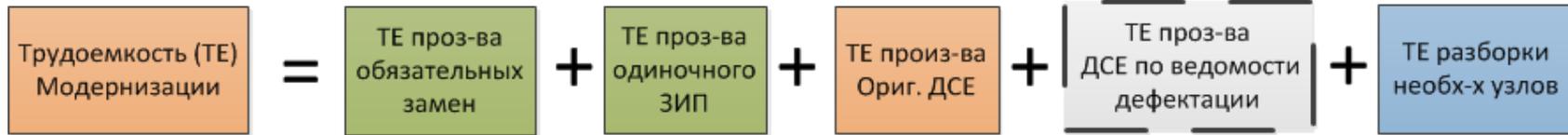
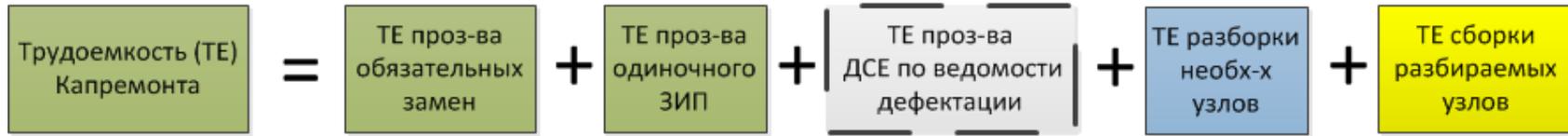
**ЗИП и Замена**



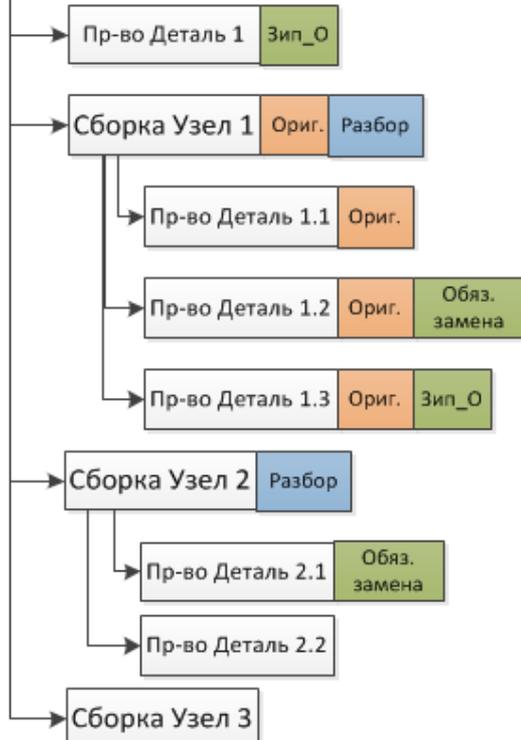
**ЗИП, Замена, Ориг.**



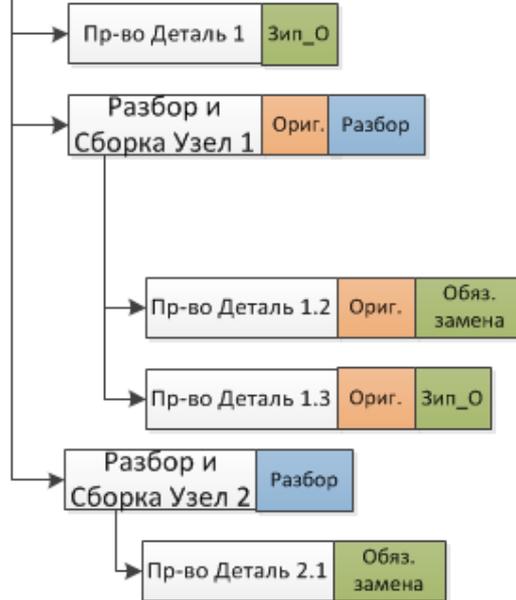
# Трудоемкость капремонта и модернизации



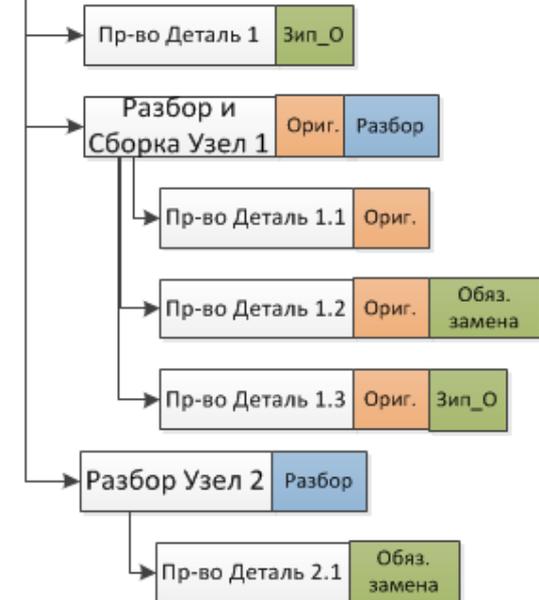
## Трудоемкость изготовления ВНОВЬ



## Трудоемкость на кап. ремонт



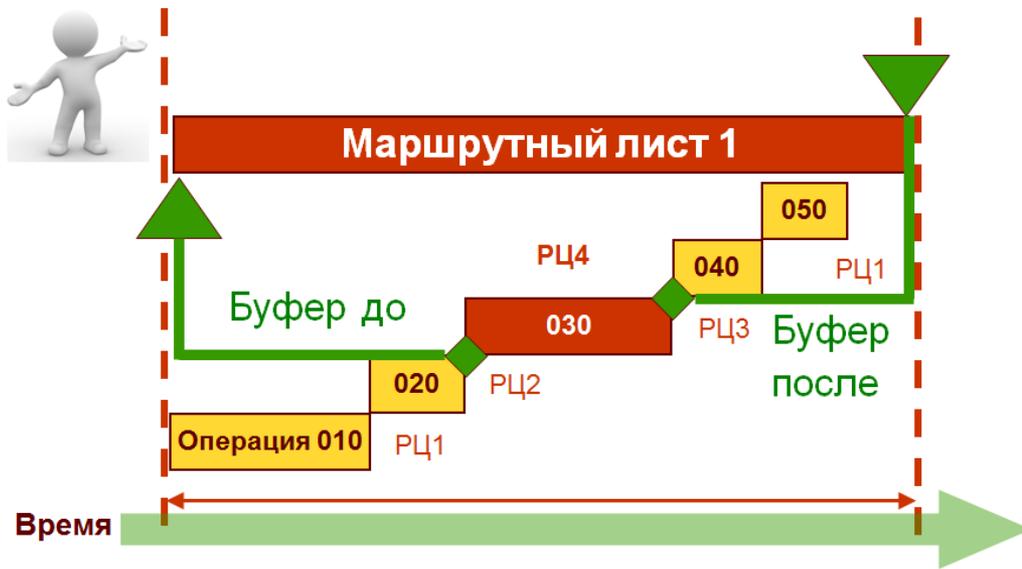
## Трудоемкость модернизации





# Методические особенности планирования производства

# Как определить длительность этапа?



Эмпирический факт: при общей трудоемкости обработки в **30 н/часов** (34 операции), деталь находится в цехе **20 рабочих дней**.

Причина – организационные потери на каждой операции.

Составление точного плана операций не решит задачу!

Времена транспортировки и пролеживания неизвестны.

Необходимо использовать статистику и опыт экспертов от производства.

5	Мехобработка (Операций: 34)	Механо-сборочный цех № 2	27,9342
1	Контрольная	Слесарный участок ()	0
2	Контрольная	Слесарный участок ()	0,0001
3	Отрезная	ARG-190 PLUS ЛЕНТООТРЕЗНОЙ СТАНОК (3817655319)	0,35
4	Токарно-винторезная	РТ650 СТАНОК СПЕЦИАЛЬНЫЙ ТОКАРНЫЙ (3811836911)	1,64
5	Горизонтально-расточная	РТ-40122 СТАНОК СПЕЦИАЛЬНЫЙ РАСТОЧНОЙ (3812873681)	4,52
6	Протирка		0,2
7	Протирка		0
8	Контрольная		0
9	Контрольная		0,1
10	Токарно-винторезная	РТ-648 СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ (3811897947)	3
11	Токарно-винторезная	РТ-648 СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ (3811897947)	0
12	Токарно-винторезная	РТ-648 СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ (3811897947)	6,4
13	Токарно-винторезная	РТ-648 СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ (3811897947)	0
14	Протирка		0,2
15	Протирка		0
16	Контрольная		0
17	Контрольная		0,1
18	Токарная	РТ650 СТАНОК СПЕЦИАЛЬНЫЙ ТОКАРНЫЙ (3811836911)	0,924
19	Токарно-винторезная	РТ648.01 СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ 2-Х СУПОРТН.СПЕЦ (3811834914)	3,1
20	Токарно-винторезная	РТ648.01 СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ 2-Х СУПОРТН.СПЕЦ (3811834914)	0
21	Токарно-винторезная	РТ648.01 СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ 2-Х СУПОРТН.СПЕЦ (3811834914)	5,5
22	Токарно-винторезная	РТ648.01 СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ 2-Х СУПОРТН.СПЕЦ (3811834914)	0
23	Промывка		0,2
24	Промывка		0
25	Контрольная		0
26	Контрольная		0,1

# Методика расчета длительности

- Позволяет относительно точно определить длительность этапов зная только общий цикл производства изделия (например 100 дней).
- Необходимая информация: состав изделия, производственные этапы, маршрутные карты по каждому этапу (операции, трудоемкость).

- Длительность каждого этапа вычисляется по формуле:

$$Dl = ( 1 / kSb ) * ( C / kOp + Te / kTe ) + Tr$$

**Dl** – длительность этапа.

**kSb** – понижающий коэффициент длительности для сборок (по умолчанию равен 4)

**C** – количество операций этапа

**kOp** – коэффициент организационных потерь на выполнение операций (по умолчанию равен 2)

**Te** – общая трудоемкость операций этапа

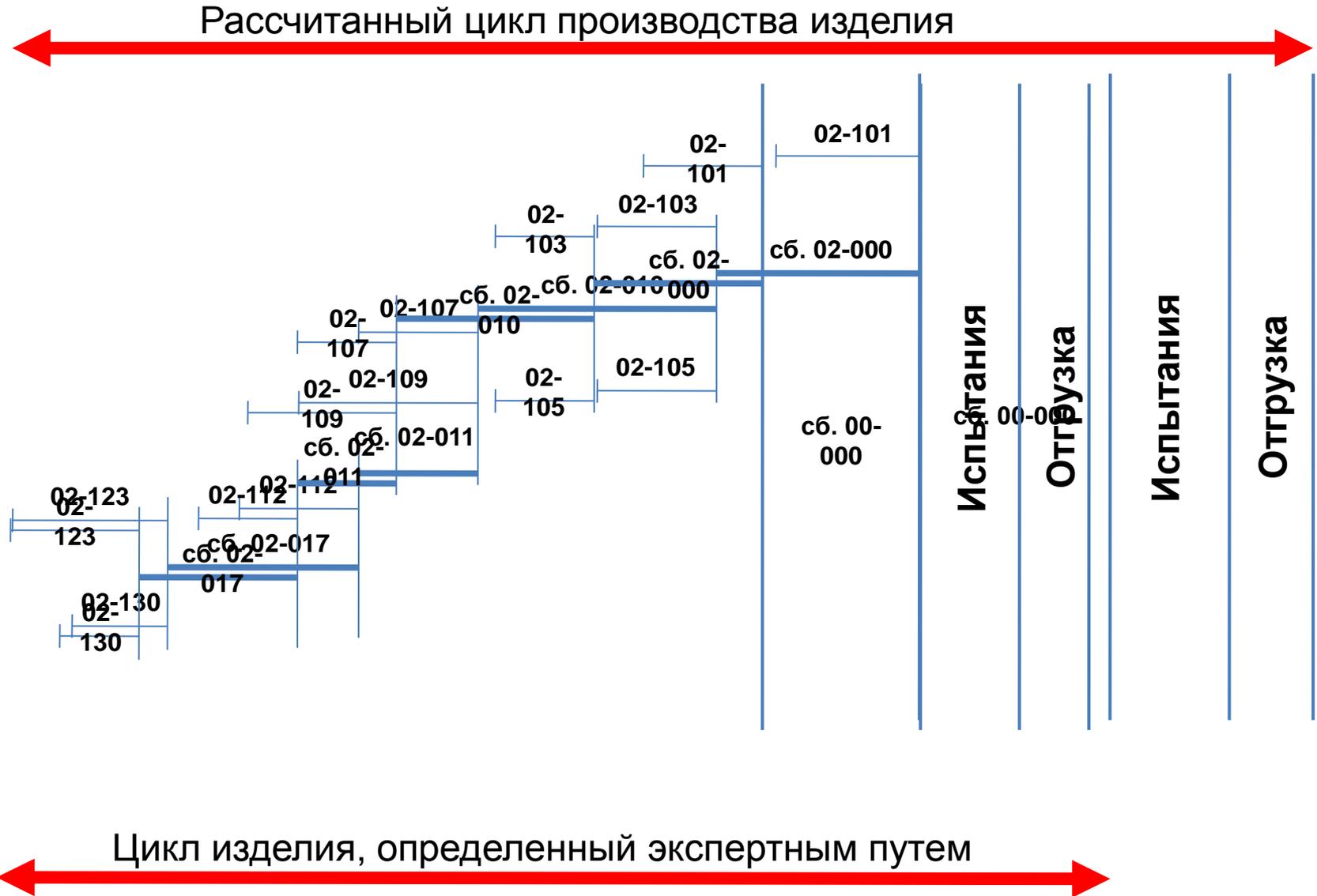
**kTe** – предполагаемая выработка нормо-часов в смену (по умолчанию равен 6).

**Tr** – время транспортировки из текущего цеха в следующий цех по маршруту.

- Вычисляется общий цикл изделия по расчетным данным (например 150 дней).
- Длительность всех этапов делится на отношение расчетного цикла и реального цикла изделия ( $150/100 = 1,5$ ).



# Методика расчета длительности



# Буфер до, буфер после

- Параметры длительности производственного этапа:
  - Буфер до:  $2/3$  длительности этапа, за вычетом трудоемкости этапа.
  - Трудоемкость этапа.
  - Буфер после:  $1/3$  длительности этапа.
- Суммарная длительность равна рассчитанной длительности этапа.

Общая длительность этапа будет увеличена в процессе планирования, в случае дефицита мощностей.





# Парк оборудования – рабочие центры

- Технологические операции привязаны к модели оборудования.
- Над справочником оборудования построен классификатор.
- Оборудование взаимозаменяемо (условно) внутри одной группы классификатора.
- В качестве рабочих центров в 1С:ERP – используются группы оборудования.
- Благодаря укрупнению рабочих центров, достигается равномерность загрузки оборудования внутри групп.

## Цех № 15

01.05.3 Токарно-винторезные до 630 мм

1ИС611В – 2 шт.

1М63БФ1.01 – 3  
шт.

Макс. доступность – 40 н.ч. в смену

01.05.3 Токарно-винторезные до 250 мм

1ИС611В – 8 шт.

250ИТВФ1 - 4 шт.

Макс. доступность – 96 н.ч. в смену

# Парк оборудования – рабочие центры

## 15.3. Токарно-винторезные до 400 мм

Оборудование	Обозначение	Наименование	Код
Оборудование			
Деревообрабатывающее			
Заготовительное			
ИМПОРТ			
Металлорежущее			
01. Токарные станки			
01.01. Автоматы и полуавтоматы одношпиндельные			
01.01.1. Автоматы продольного точения			
01.01.2. Полуавтоматы			
01.01.3. Токарно-револьверные			
01.01.4. Фасонно-отрезные прутковые автоматы			
01.02. Автоматы и полуавтоматы многошпиндельные			
01.02.2. Горизонтальные прутковые автоматы			
01.03. Токарно-револьверные			
01.04. Токарно-револьверные полуавтоматы			
01.05. Токарно-винторезные			
	3811835613	СТАНОК ТОКАРНО - ВИНТОРЕЗНЫЙ ПС	ФТ-11
	3811833321	СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СПЕ	УТ16ПМ
	3811833320	СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СПЕ	УТ16П
	3811833302	СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТ.ВЫСОКОЙ ТО	УТ16В
	3811630013	СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ	ТС-85
	3811625234	СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ ПОИ	ТВ320П
	3811625225	СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ НОИ	ТВ-320
	3811633318	СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ	С1Е61ПМ
	3811833318	СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ ПОИ	С1Е61ПМ
	3811625586	СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СПЕ	С1Е61ВМ
	3811625512	СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ	С1Е61А
	3811633755	СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ	SH-40В-2000
	3811633406	СТАНОК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЦЕНТРОВС	SUI40-1000
	3811625532	СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ КЛ	1М61П
	3811633422	СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ ПОИ	1К62Б

## Цех № 15

### 01.05.3 Токарно-винторезные до 630 мм

1ИС611В – 2 шт.

1М63БФ1.01 – 3  
шт.

Макс. доступность – 40 н.ч. в смену

### 01.05.3 Токарно-винторезные до 250 мм

1ИС611В – 8 шт.

250ИТВФ1 - 4 шт.

Макс. доступность – 96 н.ч. в смену





# Итоги

- Решения:
  - Организован процесс подготовки, актуализации и трансформации НСИ.
  - Разработаны специфические механизмы формирования НСИ для ремонтных и модернизируемых изделий.
  - Разработана методика определения длительностей производственных этапов.
  - Разработана методика объединения оборудования в рабочие центры для балансировки нагрузки.
  - Распределены роли и ответственность специалистов.
- Результаты:
  - Приемлемый уровень качества НСИ, достаточный для запуска системы планирования.
  - Достоверный расчет планов производства, с учетом устоявшихся циклов производства продукции.
  - Планирование производства с учетом загрузки оборудования.
  - Балансировка плана производства в рамках групп взаимозаменяемости оборудования.
  - Готовая к опытной эксплуатации система управления производством, с учетом организационной структуры предприятия.



Спасибо за внимание !