



РОСАТОМ



Методические рекомендации «Выпрямление потоков»

2020 Москва



Аннотация

- Данные методические рекомендации предназначены для применения в организациях, включенных в контур развертывания ПСР-предприятий.
- **Применение данных методических рекомендаций персоналом любых других организаций не ограничивается. При обнаружении коллизий в используемой терминологии с отраслевой спецификой следует пользоваться тем толкованием, которое верно с точки зрения конкретной отрасли. Ответственность за правильное использование данных методических рекомендаций лежит на лице, их использующем.**
- Ответственность за актуализацию методических рекомендаций несет АО «ПСР». В случае возникновения вопросов по данной методологии просим обращаться по адресу: psr@rosatom.ru .
- **Настоящие методические рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без ссылки на ГК «Росатом» и АО «ПСР».**

Содержание

Аннотация	2
Область применения	4
Термины и сокращения	5
1. Зачем выпрямлять потоки?	6
2. Классический способ выпрямления потоков	8
2.1. Построение текущей карты маршрутов	8
2.2. Анализ текущей карты маршрутов	11
2.3. Порядок выпрямления потоков	15
2.4. Практический пример	20
3. Выпрямление потоков путем группировки маршрутов	22
3.1. Построение текущей карты маршрутов	22
3.2. Анализ текущей карты маршрутов	23
3.3. Порядок выпрямления существующих потоков	31
3.4. Результат выпрямления потоков	32
3.5. Практический пример	33
4. Оптимизация технологического процесса	38
5. Оптимальное планировочное решение	43
Заключение	45

Область применения

Данная методическая рекомендация применима для процессов, имеющих два и более материальных потока, несколько единиц однотипных рабочих мест и исполнителей со схожими компетенциями.

Данная методическая рекомендация применима при условии наличия системы оценки загрузки рабочих мест, наличия однотипных рабочих мест, отсутствие жесткой привязки персонала к рабочим местам, внедрения таких инструментов ПСР как картирование, 5С, производственный контроль.

Выпрямление потока – это устранение слияний, разделений и возвратов в материальных потоках, достигаемое за счет закрепления каждой технологической операции за определенным рабочим местом/ оборудованием и изменения последовательности выполнения операций.

Выпрямление потоков позволяет решить следующие задачи:

- упорядочить процессы и повысить уровень управляемости;
- повысить производительность труда;
- сократить время протекания процессов;
- сократить объемы межоперационных запасов;
- упростить процесс планирования и управления производственной площадкой;
- разработать оптимальное планировочное решение по размещению оборудования, рабочих мест.

Термины и сокращения

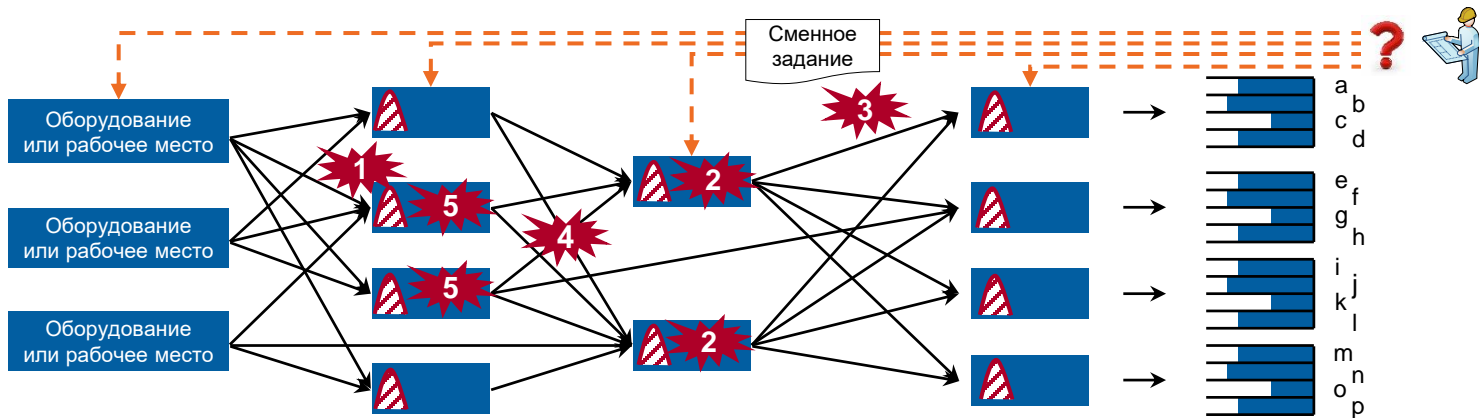
Термины

- **Выпрямление потока** – это устранение слияний, разделений и возвратов в материальных потоках, достигаемое за счет закрепления каждой технологической операции за определенным рабочим местом/ оборудованием и изменения последовательности выполнения операций.
- **Карта маршрутов** – материальный поток (технологический процесс) изготовления/сборки изделия, изображенный графическим способом, включающий в себя все последовательно выполняющиеся операции.
- **Слияние потоков** – прохождение различных материальных потоков через одно и тоже оборудование или рабочее место.
- **Разделение потоков** – разделение одного потока на несколько после завершения одной из технологических операций обработки.

Сокращения

- **ВПП** – время протекания процесса;
- **НЗП** – незавершенное производство;
- **РМ** – рабочее место;
- **ТП** – технологический процесс изготовления

1. Зачем выпрямлять потоки?



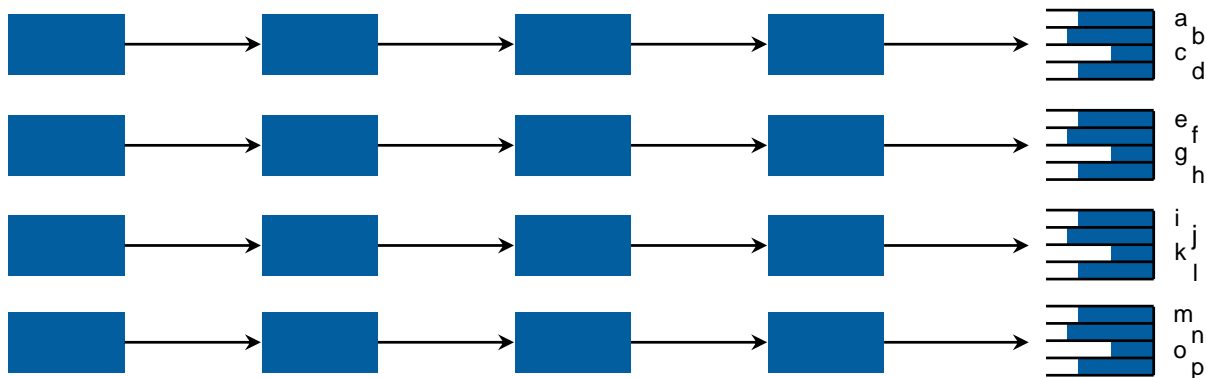
При невыпрямленных потоках, когда на одно и тоже оборудование или РМ поступают разные изделия с разных единиц оборудования или различных РМ, возникает ряд производственных и организационных проблем:

1. Перед оборудованием или РМ начинают скапливаться изделия, т.к. их поступление хаотично и планируется руководящим составом интуитивно, основываясь на опыте;
2. Руководящему составу приходится постоянно принимать решение на какое оборудование или РМ передать детали;
3. Планирование ведется вручную, в горизонте не более 3-5 дней. Автоматизация планирования затруднена и, с учетом постоянных ручных корректировок, работает с низкой точностью;
4. Отсутствует понимание, какие изделия будут обрабатываться на конкретном оборудовании через неделю и позже;
5. Операторы не могут самостоятельно передавать изделия на последующую операцию без указания мастера, так как актуальным закреплением деталей за станками владеет только он;
6. В условиях хаотичного перемещения деталей между оборудованием и РМ, приходится постоянно перемещать инструмент, документацию и оснастку, что приводит к увеличению времени переналадки.



Все вышеперечисленные проблемы приводят к увеличению времени протекания процесса изготовления продукции.

1. Зачем выпрямлять потоки?



1. Объем поступающих изделий на операцию ограничен, т.к. есть четкое закрепление деталей за оборудованием.
2. За каждой деталью закреплен один маршрут и каждый рабочий понимает, куда необходимо переместить изделие на дальнейшую обработку.
3. Мастер может планировать работу по потокам - он четко знает какие изделия будут обрабатываться на том или ином оборудовании.
4. Отсутствует проблема с поиском инструмента и оснастки - изделия закреплены за оборудованием и соответственно оснастка распределена между оборудованием согласно закреплению.
5. Отсутствует скопление деталей и заготовок перед оборудованием и рабочими местами.

Выпрямленные
потоки

=

Минимальное пролеживание,
Простота управления площадкой

=

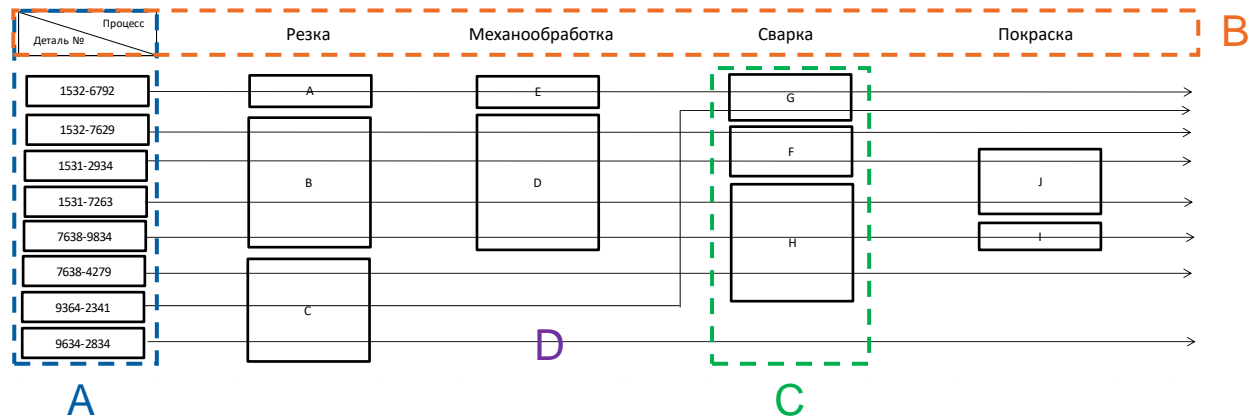
Минимальный ВПП

2. Классический способ выпрямления потоков

2.1 Определение проблемы и выбор темы проекта

Визуализация текущих маршрутов движения деталей осуществляется путем построения карты маршрутов следующим образом:

1. По вертикали нанести все производимые наименования изделий/ номера деталей;
2. По горизонтали нанести все процессы;
3. Под каждым процессом нанести все используемое на данном процессе оборудование;
4. Отобразить потоки каждого наименования изделий/ номера детали стрелкой.

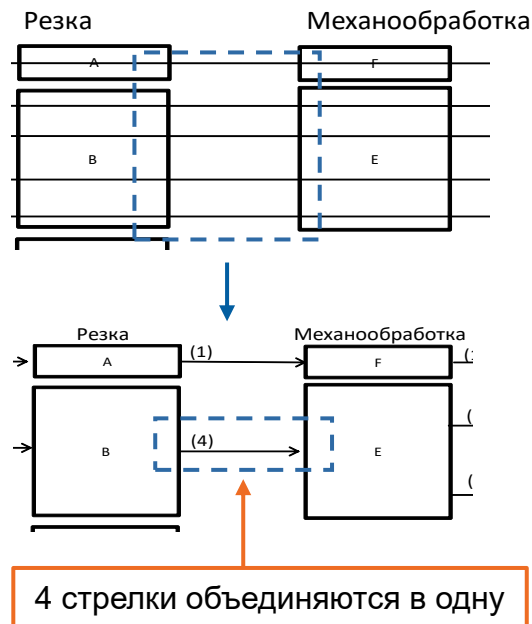


- A - наименования/ номера деталей
- B - название процессов
- C - оборудование
- D - материальные потоки

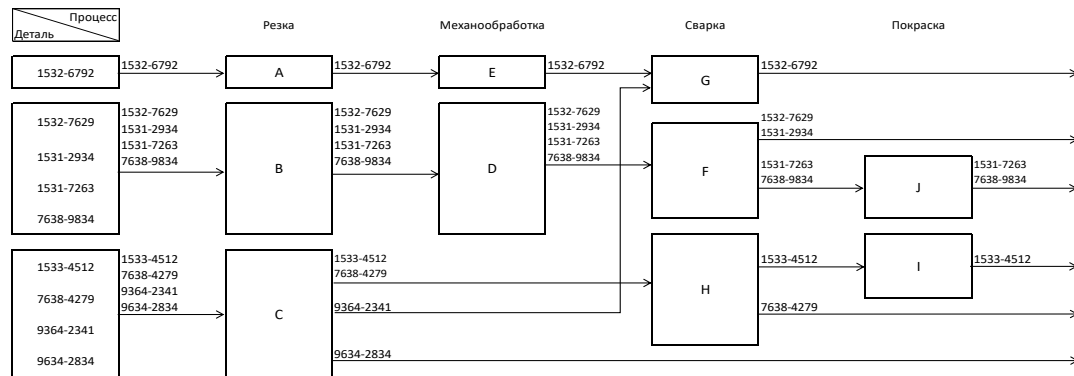
2. Классический способ выпрямления потоков

2.1 Определение проблемы и выбор темы проекта

Если маршруты движения деталей совпадают, то можно упростить способ их отображения, объединив в один. В таком случае необходимо обозначить количество деталей, проходящих по данному маршруту.



Карта маршрутов после объединения схожих маршрутов:

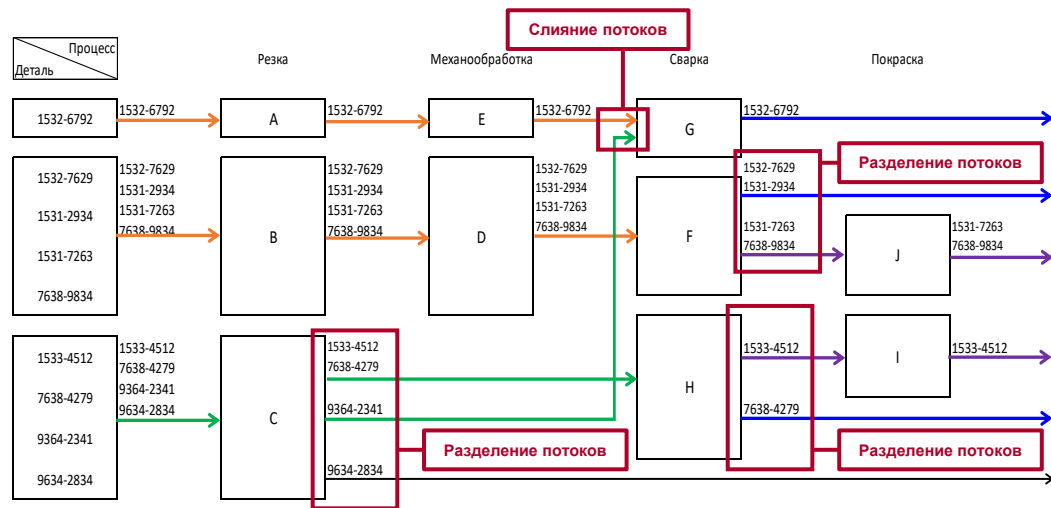


2. Классический способ выпрямления потоков

2.1 Определение проблемы и выбор темы проекта

Анализ карты маршрутов:

1. Обозначить места слияния и разделения потоков, возвраты деталей на одно и то же оборудование или РМ.
2. Сгруппировать детали со схожими маршрутами изготовления.
3. Устранение вышеперечисленных проблем и закрепление деталей со схожими маршрутами за одним и тем же оборудованием позволит «выпрямить» производственные потоки.

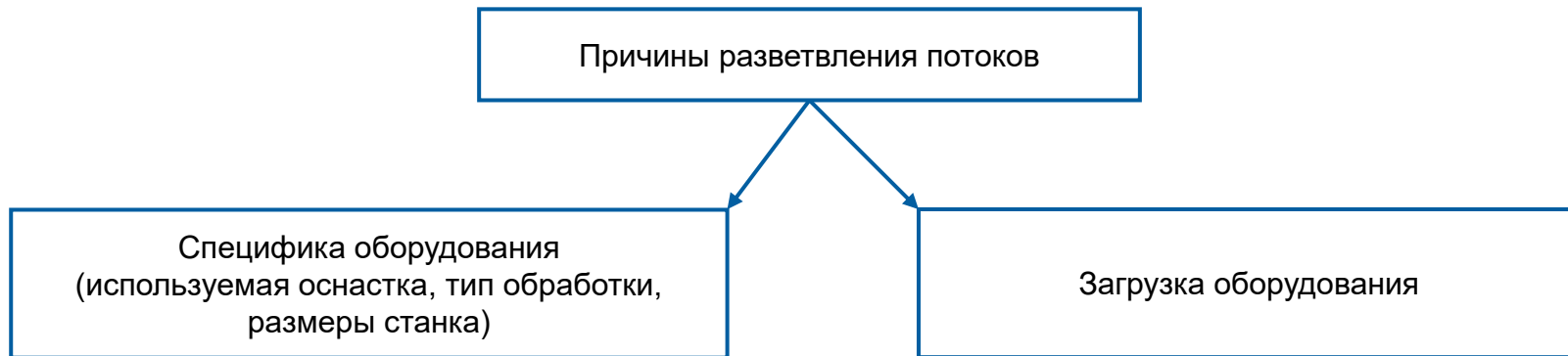


2. Классический способ выпрямления потоков

2.2 Анализ текущей карты маршрутов

Изучение предпосылок формирования текущих потоков

Для устранения разделений (выпрямления) в существующих потоках необходимо выявить ограничения, на основании которых они формируются, и разработать план мероприятий по устранению ограничений.



*Используемый инструмент:
таблица совместимости деталей
и оборудования*

*Используемый инструмент:
диаграмма загрузки оборудования*

2. Классический способ выпрямления потоков

2.2 Анализ текущей карты маршрутов

Таблица совместимости деталей и оборудования – инструмент для оценки возможности изменения взаимосвязей в потоке с целью устранения пересечений потоков. В данную таблицу вносится следующая информация:

1. Информация о производимых изделиях, процессах, объемах производства и технологическом маршруте;
2. Информация, на каком оборудовании возможно производить ту или иную деталь;
3. Указываются ограничения по переносу производства деталей с одной единицы оборудования на другую.

На основании внесенных данных в таблицу необходимо произвести расчет загрузки оборудования. Исходя из расчета загрузки, анализа карт маршрутов и данных о возможности изготовления деталей на другом оборудовании, произвести перезакрепление деталей за оборудованием для выравнивания загрузки и выпрямления потоков.

2. Классический способ выпрямления потоков

2.2 Анализ текущей карты маршрутов

Таблица совместимости деталей и оборудования.

Пример с механообрабатывающего производства цеха № 52 ПАО «МСЗ»

Процесс	Резка						Механообработка				
	Оборудование № А		В		С		D		Е		
Возможность замены оснастки	возможно		возможно		возможно		возможно		возможно		
Объем производства (шт/ смена)	265		372		171		372		265		
Необходимое количество (шт/ смена)	Совместим ость	Время цикла обработки	Совместим ость	Время цикла обработки	Совместим ость	Время цикла обработки	Совместим ость	Время цикла обработки	Совместим ость	Время цикла обработки	
1532-6792	265	1 ●	55 сек	1 ○	58 сек	1 □	–	2 □	–	2 ●	42
1532-7629	98	1 □	–	1 ●	56 сек	1 □	–	2 ●	45 сек	2 △	–
1531-2934	87	1 □	–	1 ●	57 сек	1 □	–	2 ●	45 сек	2 ▽	–
1531-7263	34	1 □	–	1 ●	57 сек	1 □	–	2 ●	45 сек	2 □	–
7638-9834	97	1 ○	54 сек	1 ●	52 сек	1 ○	75 сек	2 ●	45 сек	2 □	–
7638-4279	56	1 □	–	1 ●	54 сек	1 □	–	2 ●	45 сек	2 □	–
9364-2341	34	1 ○	–	1 ○	59 сек	1 ●	57 сек	–	–	–	–
9634-2834	34	1 ○	58 сек	1 □	–	1 ●	57 сек	–	–	–	–
9634-2914	103	1 □	–	1 □	–	1 ●	59 сек	–	–	–	–
Время переналадки (сек/ раз)	–		987		1865		1298		–		
Количество переналадок в смену	0		5		3		5		0		
Время переналадки (мин/ смена)	0		82		93		108		0		
Время обработки (мин/ смена)	242		340		165		279		185		
Время загрузки в смену	242		422		258		387		185		

Условные обозначения:

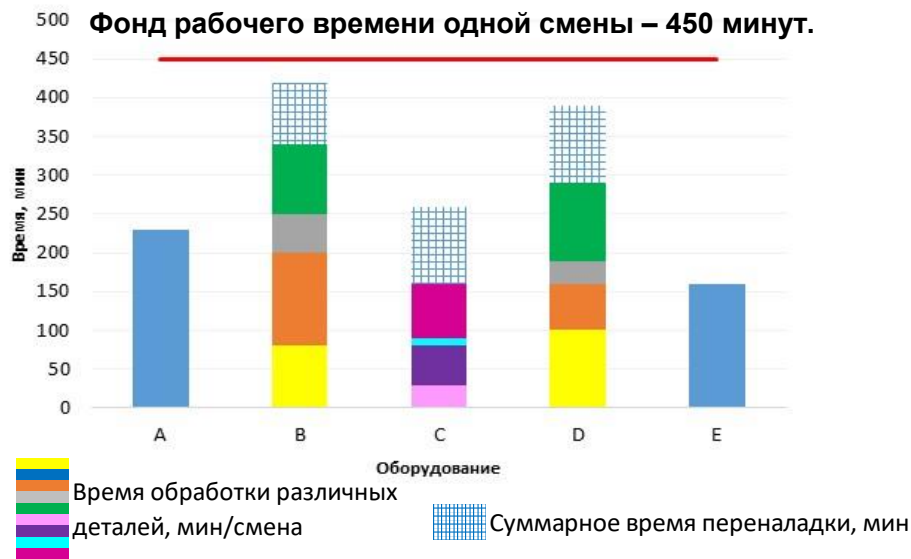
- — обрабатывается на данном оборудовании в настоящий момент.
- — может беспрепятственно обрабатываться на данном оборудовании.
- — может обрабатываться на данном оборудовании при переносе оснастки, штампа.
- ▽ — для обработки на данном оборудовании необходима модернизация оснастки, штампа.
- △ — для обработки на данном оборудовании необходима модернизация оборудования.
- × — не может обрабатываться на данном оборудовании.
- — не рассматривается.

* Цифра перед символом обозначает порядковый номер операции

2. Классический способ выпрямления потоков

2.2 Анализ текущей карты маршрутов

Пример диаграммы загрузки оборудования – инструмента для оценки загрузки оборудования



На диаграмме показана загрузка всего оборудования при обработке закрепленных за ним деталей в течение смены. Время обработки различных деталей выделено разными цветами, что позволяет увидеть их влияние на загрузку оборудования. Также визуализировано суммарное время переналадки, которое необходимо учитывать при оценке загрузки оборудования.

2. Классический способ выпрямления потоков

2.2 Анализ текущей карты маршрутов

Автоматизация таблицы совместимости деталей и оборудования с помощью автоматизированной системы учета хода производства.

Пример с механообрабатывающего производства цеха № 52 ПАО «МСЗ»

Закрепление рабочих мест

КОИ 861.01.051-05 № техпроцесса 02141.02071 Исполнитель 101405

Выбрать оборудование только для рабочего центра операции

№ оп.	Наиме операции	Рабочий центр	Код РМ	Наименование	Вид	Т цикла	Ноледжс	Т ручное (с	Код	Наименование	Вид
005	ПОДГОТ	909100				0	Да	0	1401	ГД200	Долбежный
030	Т. ЧПУ	101405	1428	MC-1200P	Т.ЧПУ	0	Да	0	1402	ГД320	Долбежный
035	Т. ЧПУ	101405	1428	MC-1200P	Т.ЧПУ	0	Да	0	1405	22S2-1VAE	Слесарный
040	ТОКАРН	101405	1412	А562 #2 (Объедков Т.А	Токарный	0	Да	0	1406	ГС2112	Слесарный
045	ТОКАРН	101405	1412	А562 #2 (Объедков Т.А	Токарный	0	Да	0	1407	PUMA 2000 #1	Т.ЧПУ
055	СВЕРЛ.	101405	1405	22S2-1VAE	Слесарный	0	Да	0	1408	PUMA 2000 #2	Т.ЧПУ
060	СЛЕС.	101405	1422	Верстак #1	Слесарный	0	Да	0	1409	PUMA 2000 #3	Т.ЧПУ
065	СВЕРЛ.	101405	1405	22S2-1VAE	Слесарный	0	Да	0	1410	СОВРА 65	Т.ЧПУ
070	СЛЕС.	101405	1422	Верстак #1	Слесарный	0	Да	0	1411	СА562 #1 (Меньшakov С	Токарный
085	ОБЕЗЖ.	306300				0	Да	0	1412	СА562 #2 (Объедков Т	Токарный
087	СЛЕС.	101405	1422	Верстак #1	Слесарный	0	Да	0	1413	СА562 #3 (Краевой Ю.А	Токарный
088	ОБЕЗЖ.	306300				0	Да	0	1414	СА562 #4 (Кудинов М.Е	Токарный
090	КОНТР.	909100				0	Да	0	1415	676П	Фрезерный
095	УПАКОВ	707100				0	Да	0	1416	6Р80	Фрезерный
									1417	6Т13	Фрезерный
									1418	6Т13-29	Фрезерный
									1419	6Т83Г	Фрезерный
									1420	КАФО CV-3B #1	Фр.ЧПУ
									1421	КАФО CV-3B #2	Фр.ЧПУ
									1422	Верстак #1	Слесарный
									1423	Верстак #2	Слесарный
									1424	Верстак #3	Слесарный
									1425	аргон	Слесарный
									1426	Верстак #4	Слесарный
									1427	Верстак #5	Слесарный

Обрабатывается на данном оборудовании в настоящий момент (закрепление деталей за оборудованием)

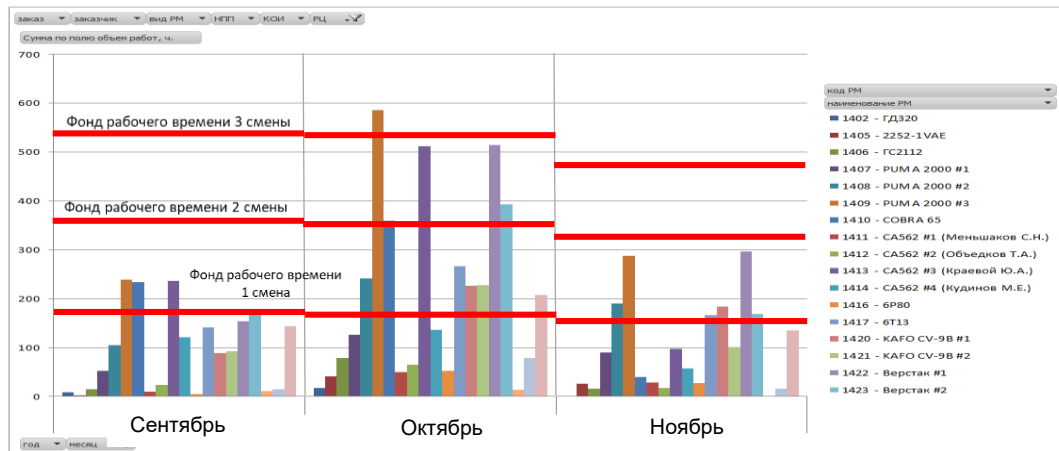
2. Классический способ выпрямления потоков

2.2 Анализ текущей карты маршрутов

Автоматизация таблица совместимости деталей и оборудования с помощью автоматизированной системы учета хода производства.

Пример с механообрабатывающего производства цеха № 52 ПАО «МСЗ»

Расчет загрузки оборудования в автоматизированной системе учета хода производства



Для устранения превышения загрузки оборудования по отношению к фонду рабочего времени необходимо произвести: увеличение режима работы (сменности), перезакрепление деталей, повышение производительности.

2. Классический способ выпрямления потоков

2.2 Анализ текущей карты маршрутов

Автоматизация таблица совместимости деталей и оборудования с помощью автоматизированной системы учета хода производства.

Пример с механообрабатывающего производства цеха № 52 ПАО «МСЗ»

Код	Наименование	Вид	инв.№	код	Наименование	вид	инв.№
1401	ГД200	Долбежный	2953604	1402	ГД320	Долбежный	2954310
1405	22S2-1VAE	Сверлильный	2037950	1406	ГС2112	Сверлильный	5204204
1407	Puma 2000 #1	Т.ЧПУ	2954250	1408	Puma 2000 #2	Т.ЧПУ	2954585
				1409	Puma 2000 #3	Т.ЧПУ	2954249
				1410	Cobra LC65CE	Т.ЧПУ	2953943
1410	Cobra LC65CE	Т.ЧПУ	2953943	1407	Puma 2000 #1	Т.ЧПУ	2954250
				1408	Puma 2000 #2	Т.ЧПУ	2954585
				1409	Puma 2000 #3	Т.ЧПУ	2954249
1411	CA562 #1 (Меньшаков С.Н.)	Токарный	2953952	1412	CA562 #2 (Объедков Т.А.)	Токарный	2954085
				1413	CA562 #3 (Краевой Ю.А.)	Токарный	2953540
				1414	CA562 #4 (Кудинов М.Е.)	Токарный	2953961

Код	Наименование	Вид	инв.№	код	Наименование	вид	инв.№
1420	VMC-600	Фр.ЧПУ	2953941	1421	VMC-600 с АДГ	Фр.ЧПУ	2953942
1421	VMC-600 с АДГ	Фр.ЧПУ	2953942				
1415	676П	Фрезерный	2051590	1418	6Т13-29	Фрезерный	2952740
				1417	6Т13	Фрезерный	2952824
1418	6Т13-29	Фрезерный	2952740	1417	6Т13	Фрезерный	2952824
				1415	676П	Фрезерный	2051590
1419	6Т83Г	Фрезерный	2953152				

полностью совместимо
частично совместимо
требуется подготовка
нет замены

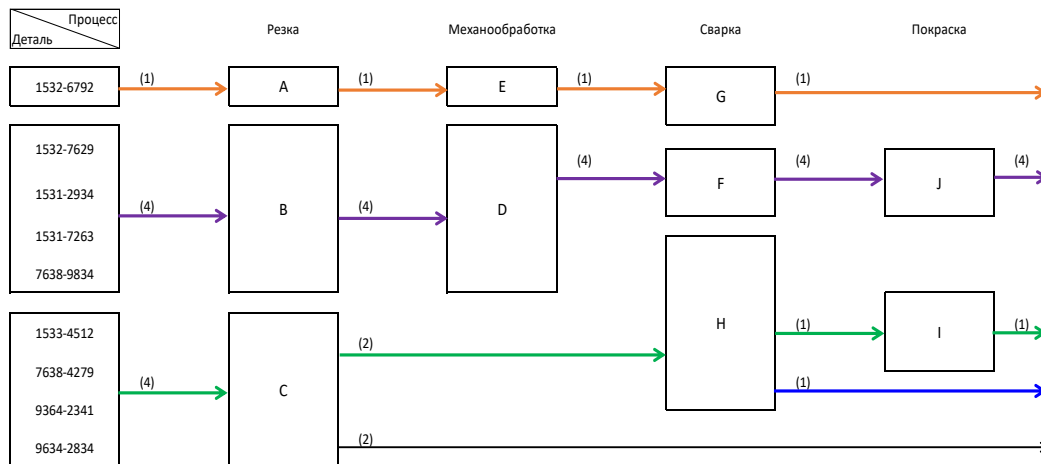
2. Классический способ выпрямления потоков

2.3 Порядок выпрямления потоков

В процессе пошагового устранения слияний и разделений потоков возникают случаи превышения допустимой загрузки оборудования или отсутствие технической возможности изготовления изделия/детали на определенном станке.

В таких случаях проводится анализ возможности увеличения пропускной способности оборудования (см. методики «Производство малыми партиями» и «Производительная способность линии») или иницируется совместная работа с технологической группой по устранению технических ограничений.

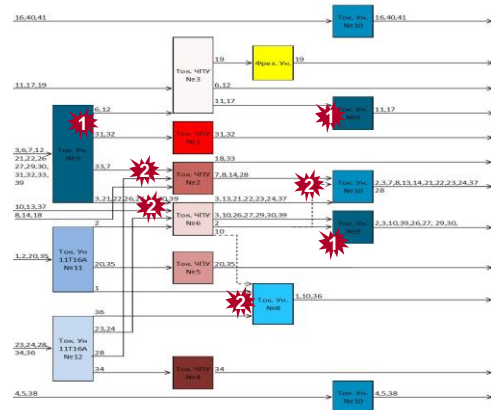
Карта маршрутов после выпрямления потоков



2. Классический способ выпрямления потоков

2.4 Практический пример ПАО «МСЗ» цех № 52

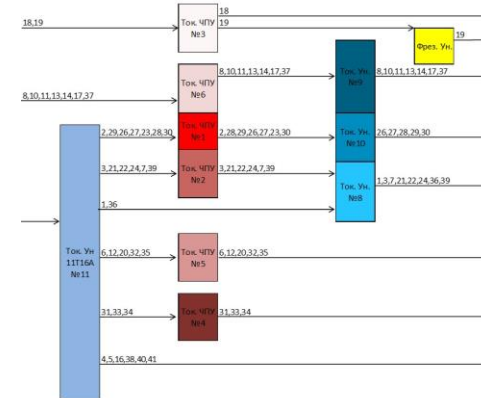
Карта маршрутов до выпрямления потоков (текущая)



1. Одни и те же станки задействованы на разных этапах обработки;
2. Пересечение потоков.

	До выпрямления потоков	После выпрямления потоков
Количество маршрутов	21	9
Слияние потоков	5	1
Разделение потоков	6	1

Карта маршрутов до выпрямления потоков



1. Каждый станок задействован на одном этапе обработки;
2. Потоки выпрямлены.

Данный пример взят из механообрабатывающего производства цеха № 52 ПАО «МСЗ». Аналогично строятся карты маршрутов для сборочных участков и других видов производства и процессов.

2. Классический способ выпрямления потоков

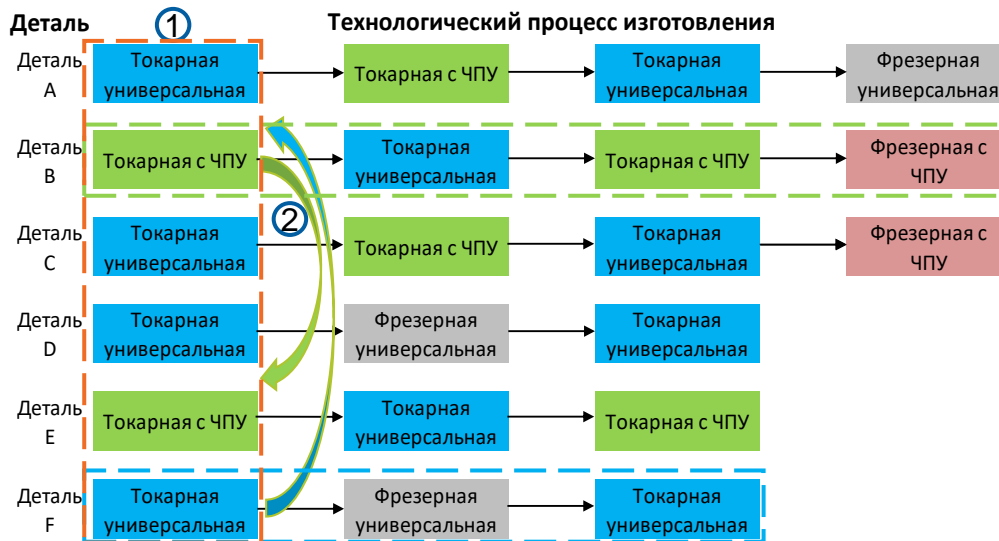
Описанный выше способ выпрямления потоков подходит для механосборочных производств с небольшим количеством номенклатур или технологических операций (заготовительное отделение).

В условиях многономенклатурного производства наибольшую эффективность показывает способ выпрямления потоков путем группировки маршрутов.

3. Выпрямление потоков путем группировки маршрутов

3.2 Анализ текущей карты маршрутов

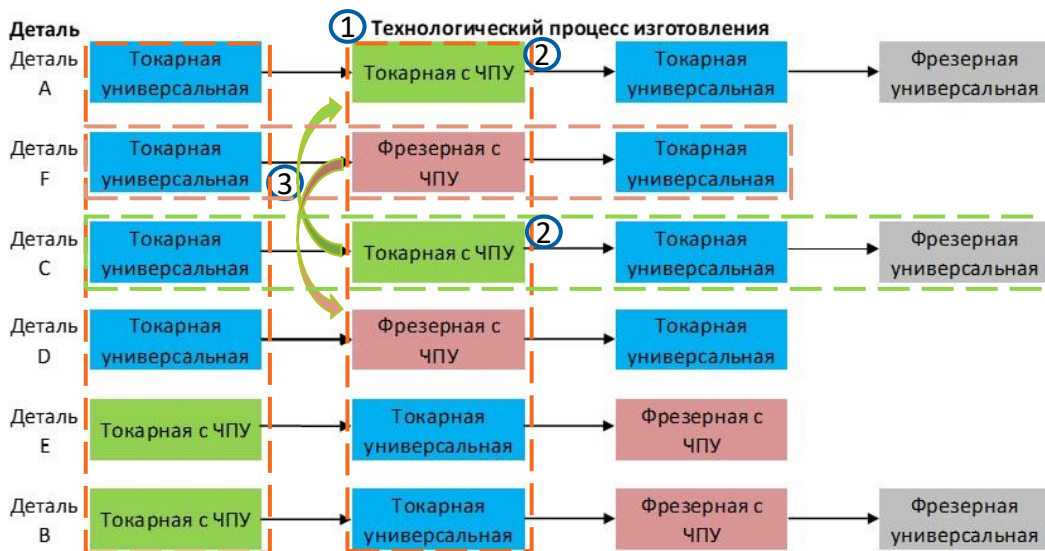
1. Проанализируйте первые операции из ТП для всех деталей;
2. Выберите однотипные операции (пользуйтесь цветовой идентификацией);
3. Произведите сортировку маршрутов изготовления по первой операции.



3. Выпрямление потоков путем группировки маршрутов

3.2 Анализ текущей карты маршрутов

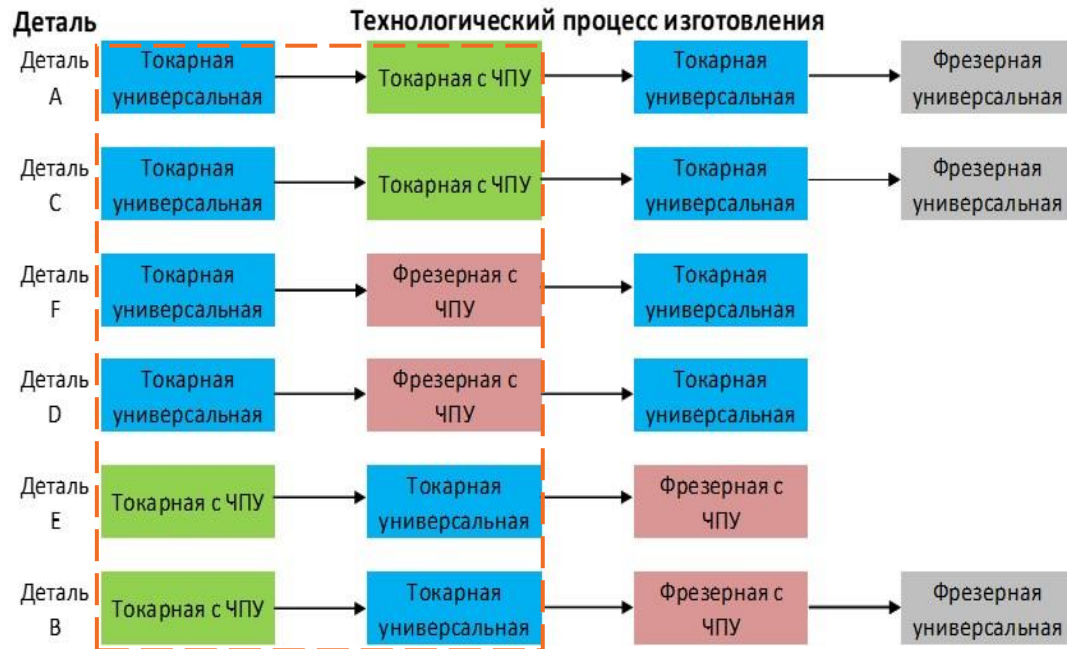
1. Проанализируйте вторые операции из ТП (пользуйтесь цветовой идентификацией);
2. Выберите однотипные операции (пользуйтесь цветовой идентификацией);
3. Произведите сортировку маршрутов изготовления по вторым операциям, не нарушая сортировки проведенной по первым операциям.



3. Выпрямление потоков путем группировки маршрутов

3.2 Анализ текущей карты маршрутов

Результат сортировки карт маршрутов изготовления по первым и вторым операциям из ТП.



3. Выпрямление потоков путем группировки маршрутов

3.2 Анализ текущей карты маршрутов

1. Разделите по группам детали со схожими ТП;
2. Рекомендуется в одну группу объединять детали по первым трем операциям, так как при объединении по большему числу операций увеличивается количество групп и появляется проблема с нехваткой оборудования. Группировка деталей с большим количеством операций описана ниже:



3. Выпрямление потоков путем группировки маршрутов

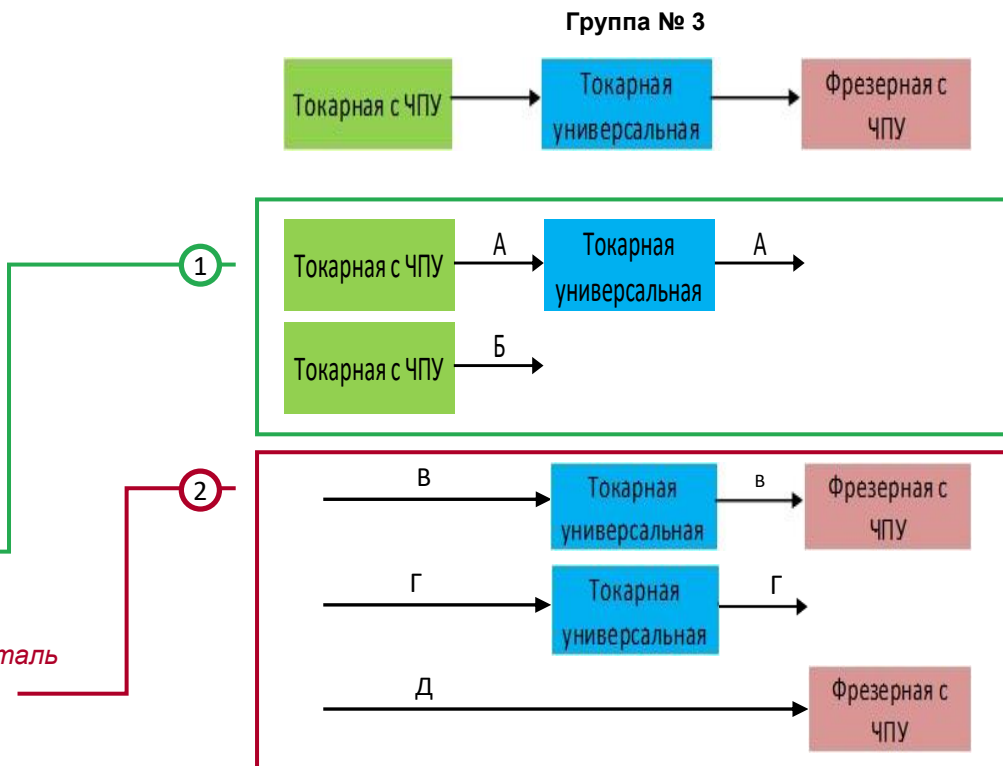
3.2 Анализ текущей карты маршрутов

Правила объединения деталей в группы

1. Деталь, входящая в группу, не обязательно должна проходить через все операции маршрута. Обработка детали может закончиться на первой или второй операции маршрута;
2. Деталь не должна попадать в середину маршрута группы.

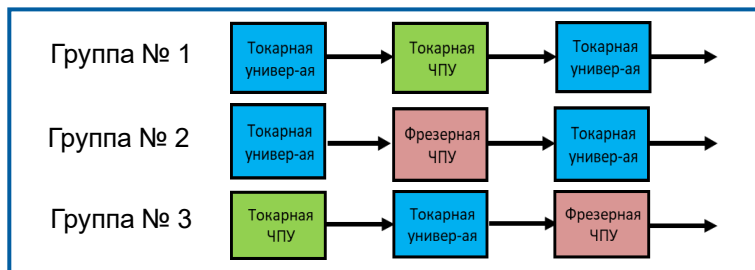
Допускается объединение в одну группу

Не допускается объединение в одну группу (деталь «Д» не проходит через Токарную универсальную операцию)



3. Выпрямление потоков путем группировки маршрутов

3.2 Анализ текущей карты маршрутов

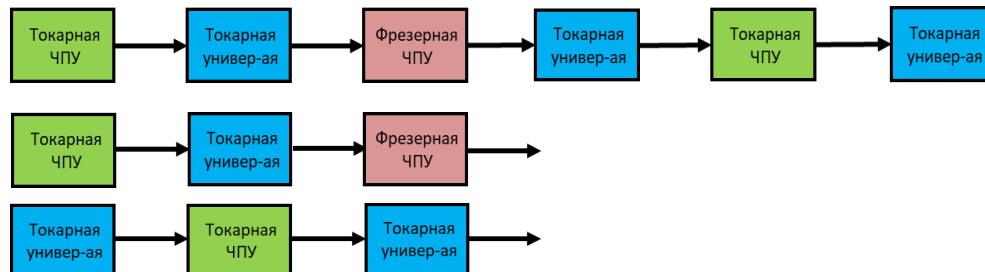


В результате проведения работ по выпрямлению потоков было выделено 3 группы маршрутов

Рассмотрим пример разделения по группам деталей, операций в маршруте изготовления которых больше чем три.

Выбираем первые три операции и закрепляем их за группой маршрутов № 3

Затем, оставшиеся операции закрепляем за группой маршрутов № 1



В итоге:

1. Количество групп и маршрутов ограничено;
2. Детали с длинными маршрутами в процессе изготовления переходят из группы в группу, но при этом маршруты и закрепление деталей за оборудованием в группе не меняется – потоки остаются выпрямленными.

3. Выпрямление потоков путем группировки маршрутов

3.2 Анализ текущей карты маршрутов

1. Обозначьте на каком оборудовании или рабочем месте выполняется каждая операция;
2. Рекомендуется каждой единице оборудования или рабочему месту присвоить свою цветовую идентификацию, что позволит упростить дальнейший анализ.

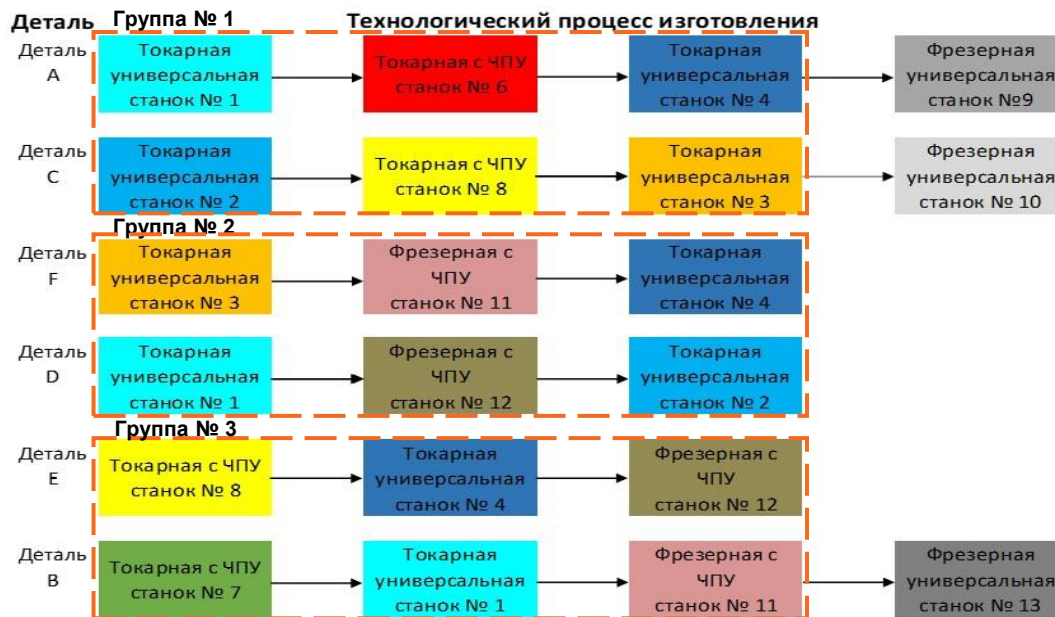


3. Выпрямление потоков путем группировки маршрутов

3.2 Анализ текущей карты маршрутов

Пример невыпрямленных потоков, проблемы которого описаны в разделе I.

1. Из примера видно, что в процессе изготовления задействовано разное оборудование в рамках одной группы;
2. Одно и то же оборудование используется в разных группах, на разных этапах обработки.



3. Выпрямление потоков путем группировки маршрутов

3.3 Порядок выпрямления существующих потоков

1. Проведите анализ карт маршрутов и информации о существующих потоках по таблице совместимости деталей и оборудования, диаграмме загрузки оборудования;
2. Произведите жесткое закрепление деталей за оборудованием по группам. Если выяснится, что в текущем состоянии это не возможно, то нужно зафиксировать причины и проработать их с технологической группой. Примеры устранения подобных причин приведены ниже:



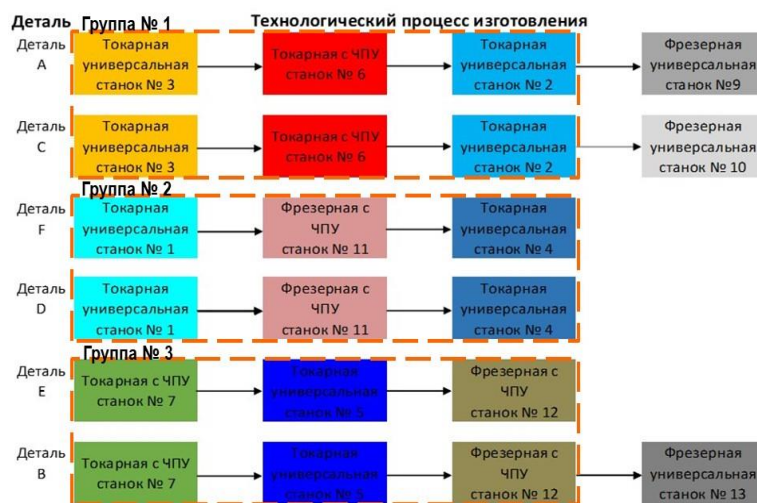
3. Выпрямление потоков путем группировки маршрутов

3.4 Результат выпрямления потоков

Карта маршрутов до выпрямления потоков (текущая)



Карта маршрутов после выпрямления потоков



1. Одни и те же станки задействованы на разных этапах обработки;
2. Детали с разного оборудования стекаются на один станок.

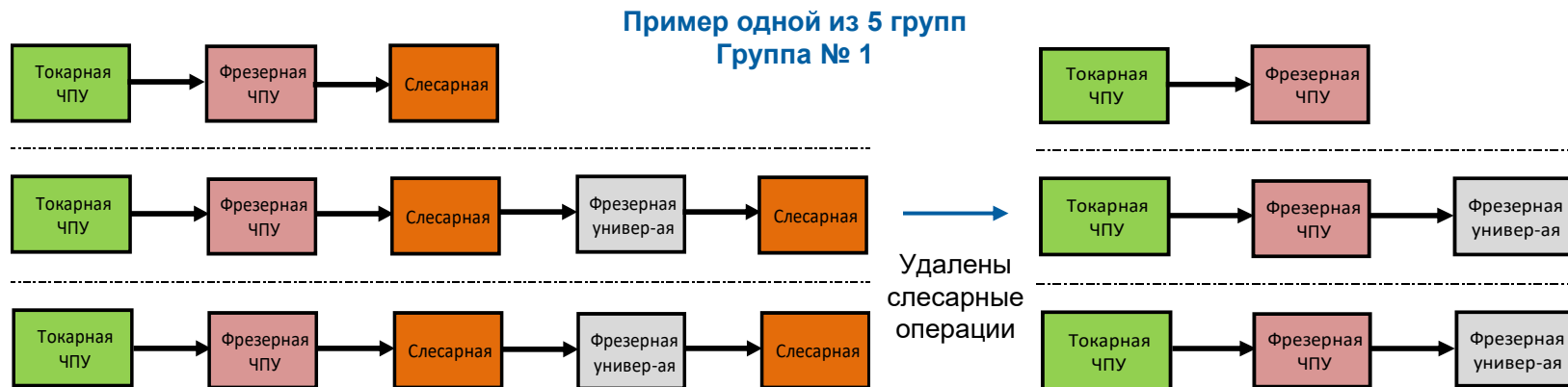
1. Каждый станок задействован на одном этапе обработки;
2. Потоки выпрямлены.

3. Выпрямление потоков путем группировки маршрутов

3.5 Практический пример ПАО «МСЗ» цех № 52

Этапы работ по выпрямлению потоков:

1. Построены карты материальных потоков одной из бригад;
2. Все материальные потоки разбиты на 5 групп;
3. С карт маршрутов удалены слесарные операции для упрощения процесса их анализа. Это сделано из тех соображений, что слесарное рабочее место не является «якорным» и слесарные операции может выполнять оператор станка с ЧПУ или проходящие слесаря на специально отведенных местах.

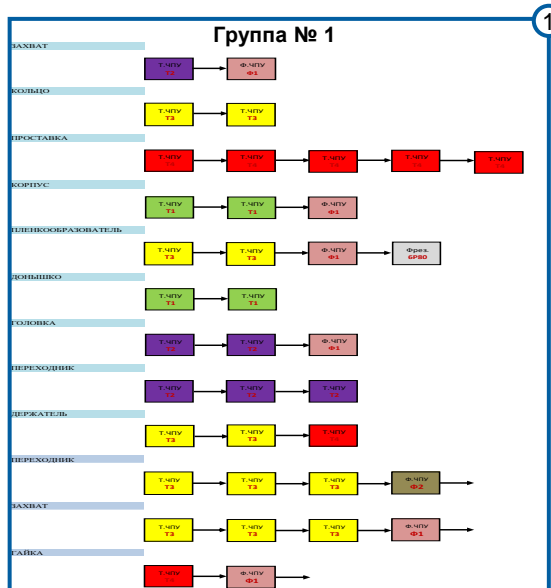


3. Выпрямление потоков путем группировки маршрутов

3.5 Практический пример ПАО «МСЗ» цех № 52

Этапы работ по выпрямлению потоков:

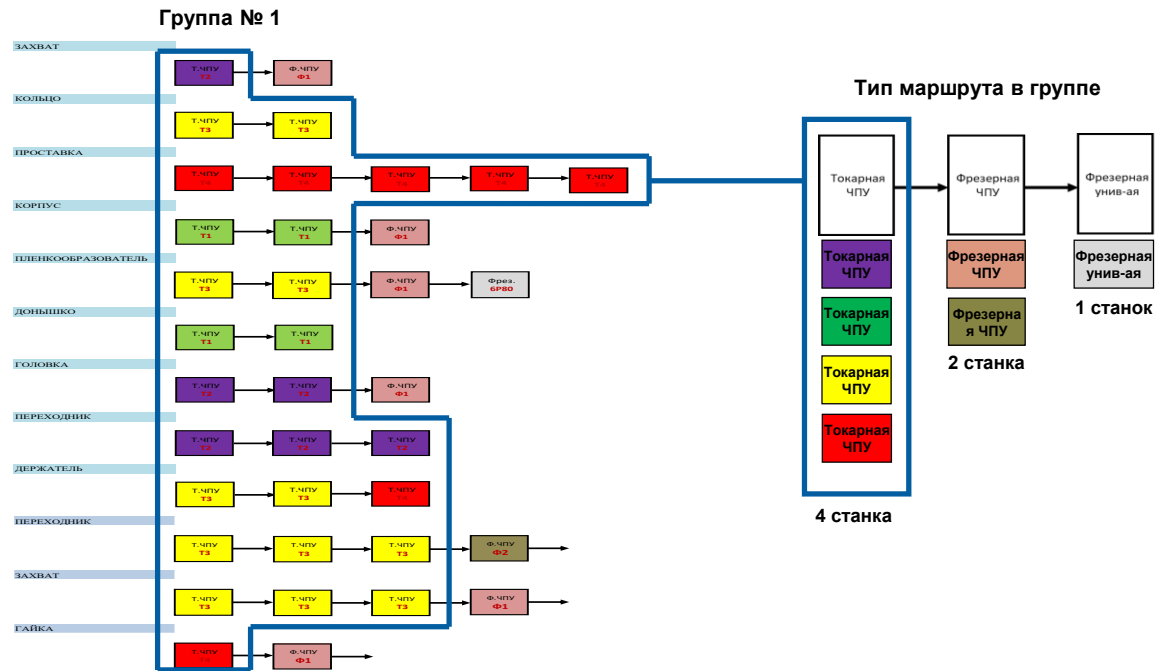
1. Обозначено конкретное оборудование, на котором выполняется каждая операция;
2. Проведен анализ карты материального потока с использованием таблицы совместимости деталей и оборудования, а также диаграммы загрузки оборудования.



3. Выпрямление потоков путем группировки маршрутов

3.5 Практический пример ПАО «МСЗ» цех № 52

По результатам анализа установлено, что на однотипном маршруте изготовления задействовано четыре станка с ЧПУ. Три из которых абсолютно идентичны.



3. Выпрямление потоков путем группировки маршрутов

3.5 Практический пример ПАО «МСЗ» цех № 52

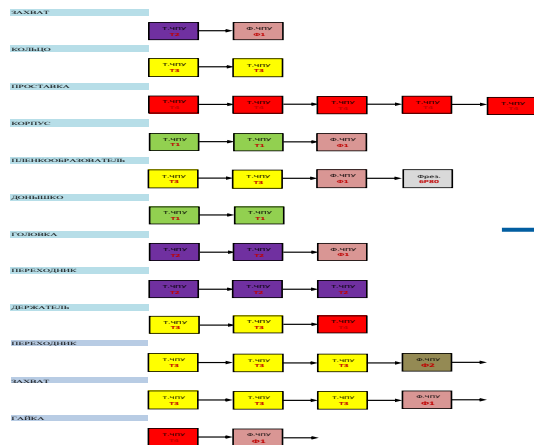
Этапы работ по выпрямлению потоков:

1. По результатам анализа карт маршрутов, произведено жесткое закрепление деталей за оборудованием;
2. В результате получена группа с конкретным набором оборудования, не задействованным в других группах

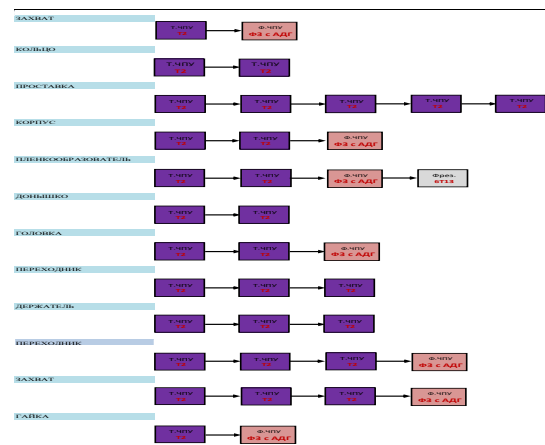
Результаты работы по выпрямления потоков в цехе № 52 ПАО «МСЗ»

- Сокращение незавершенного производства на 40%;
- Внедрена автоматизированная система построения графиков запуска-выпуска изделий;
- Благодаря жесткому закреплению деталей за оборудованием, а соответственно и режущего инструмента с оснасткой, удалось сократить время каждой переналадки на 10 мин;
- Удалось добиться 100 % выполнения плана точно в срок.

Группа № 1. До выпрямления потоков



Группа № 1. После выпрямления потоков

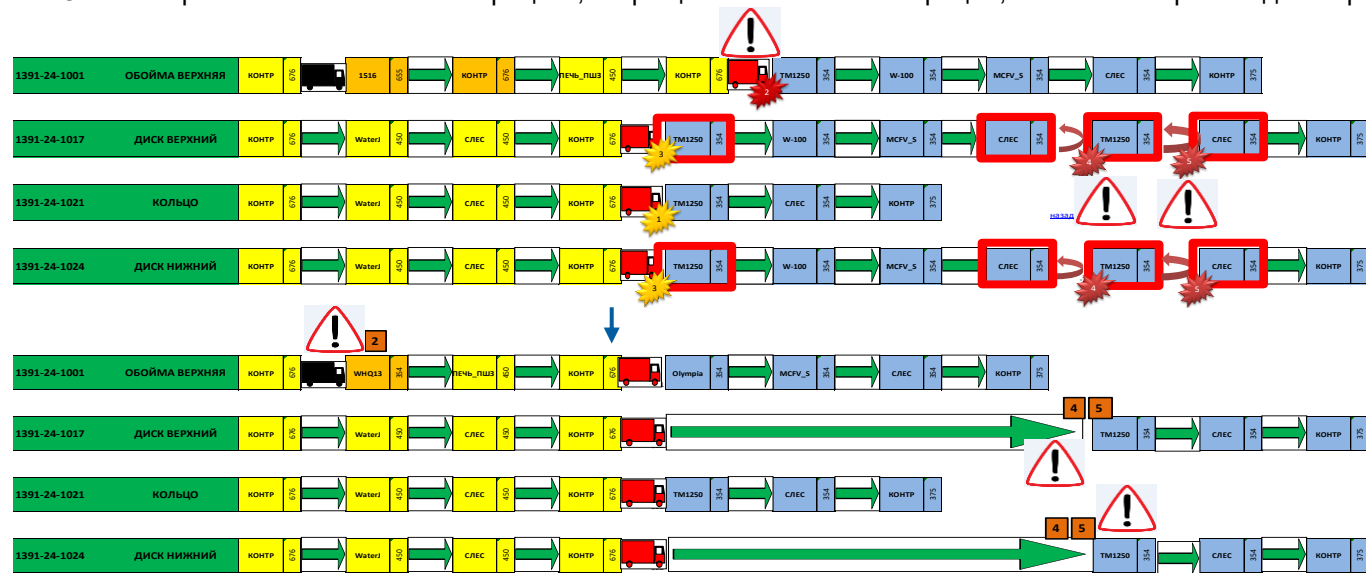


3. Выпрямление потоков путем группировки маршрутов

3.5 Практический пример АО «ЦКБМ»

Этапы работ по выпрямлению потоков:

1. По результатам анализа карт маршрутов устранены возвраты деталей на одно и то же оборудование, рабочие места;
2. Оптимизирован технологический процесс, сокращено количество операций, излишние переналадки и транспортировка.



4. Оптимизация технологического процесса

Немаловажным этапом при выпрямлении потоков является оптимизация технологического процесса.

Оптимизация заключается в пересмотре технологических процессов с целью исключения дублирующих операций, объединения нескольких операций, изменения последовательности выполнения операций.

Оптимизация технологического процесса должна производиться совместно с технологической службой цеха/ завода и производственным персоналом.

Рекомендуемый порядок действий по оптимизации технологического процесса:

1. Построить карту маршрутов;
2. Выделить однотипные операции;
3. Изучить технологический процесс, чтобы понять, какая обработка происходит на каждой операции;
4. Проконсультироваться с исполнителями по вопросу объединения однотипных операций. Зафиксировать все озвученные ограничения (отсутствие оснастки и режущего инструмента не являются ограничивающим фактором);
5. Посчитать предполагаемый эффект от объединения операций (сокращение числа переналадок, сокращение ВПП, сокращение количества оборудования и персонала, задействованного при изготовлении конкретной детали (персонал и оборудование перевести на изготовление других деталей);
6. Провести совещание с технологами по вопросу объединения однотипных операций;
7. В случае отсутствия технических и технологических ограничений, необходимо составить план работ по оптимизации технологического процесса;
8. В случае наличия технических и технологических ограничений необходимо составить план работ по их устранению.

4. Оптимизация технологического процесса

4.1 Практический пример ПАО «МСЗ» цех № 52

Оптимизация заключается в пересмотре технологических процессов с целью исключения дублирующих операций, объединения нескольких операций в одну, изменения последовательности выполнения операций. **Оптимизация технологического процесса должна производиться совместно с технологами и производственным персоналом.**

Объединены повторяющиеся операции, слесарная операция передана на станок с ЧПУ за счет изменения оснастки.

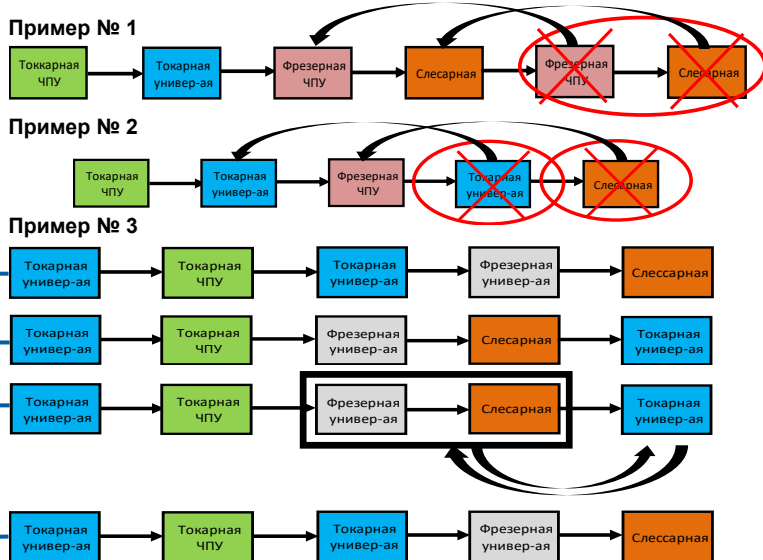
Сокращено перемещение деталей и количество переналадок оборудования

Маршрут в группе

Деталь - маршрут изготовления, которой не соответствует маршруту группы

Изменена последовательность выполнения операций

Маршрут изготовления детали соответствует маршруту группы



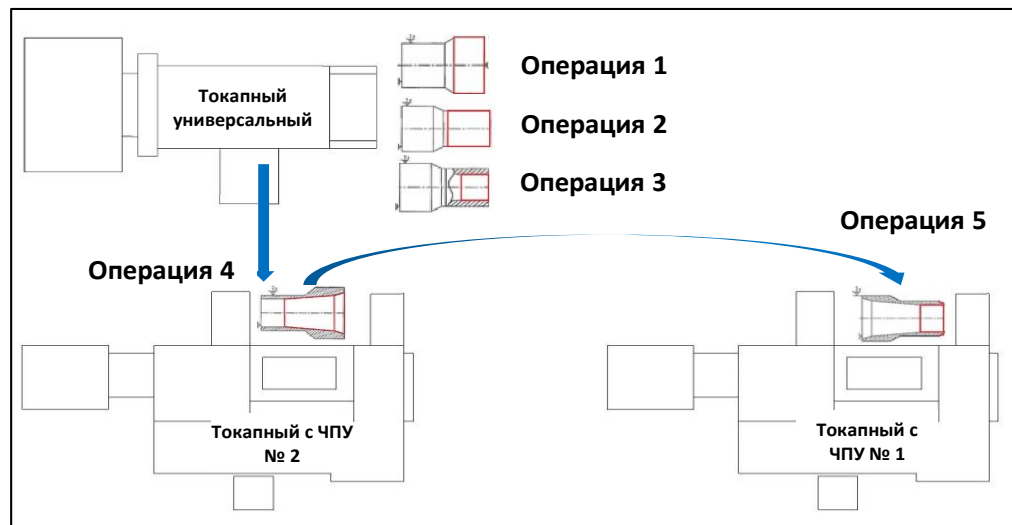
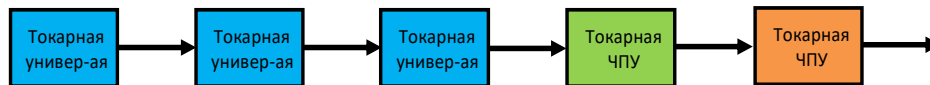
4. Оптимизация технологического процесса

4.2 Практический пример ООО «НЗХК-Инструмент»

Как было:

На универсальном токарном станке выполняется 3 операции подряд. В такой ситуации производство вынуждено делать частые переналадки или партионную обработку деталей на каждой операции. Частые переналадки снижают производительность участка. Как правило, в таких ситуациях обработка происходит партиями.

Партионная обработка на каждой операции приводит к увеличению ВПП, так как первая изготовленная деталь ждет последнюю на всех трех операциях.



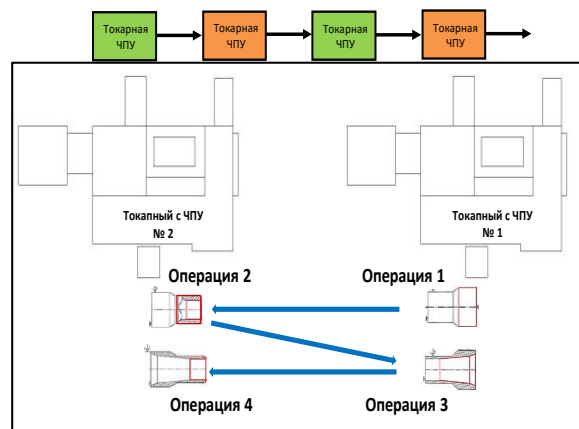
4. Оптимизация технологического процесса

4.2 Практический пример ОАО «НЗХК-Инструмент»

Как стало (шаг-1):

Изготовление изделий переведено на токарные станки с ЧПУ. Удалось сократить количество операций с 5 до 4. Но проблемы с частыми переналадками и партионной обработкой на каждой операции не ушли.

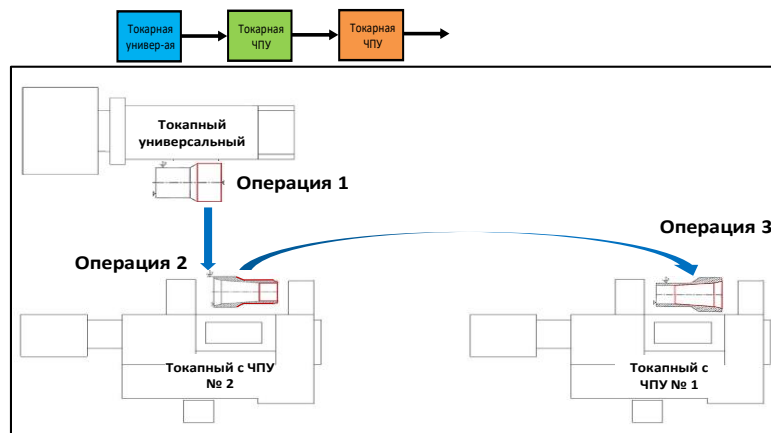
Ситуация усложнилась постоянными возвратами деталей от станка к станку.



Как стало (шаг-2):

Результатом работ по выпрямлению потоков и оптимизации технологического процесса изготовления стал переход на изготовление в три операции, без дополнительных переналадок и возвратов деталей от станка к станку.

Для реализации данной технологии понадобилась разработка и изготовление новой оснастки. Оптимизация ТП дала возможность сократить



5. Оптимальное планировочное решение

После выпрямления потоков и жесткого закрепления деталей за оборудованием необходимо проанализировать пути перемещения деталей и операторов. По результатам анализа путей перемещения выявляются проблемы, связанные с удаленным расположением станков одного потока, что приводит к увеличению времени перемещения деталей, увеличению трудоемкости и снижению производительности.

Продолжением работ по выпрямлению потоков является работа по созданию оптимального планировочного решения. Подробные методические указания по разработке планировочного решения описаны в методике «Создание оптимальной планировки».

5. Оптимальное планировочное решение

5.1 Практический пример ПАО «МСЗ» цех № 52

Состояние до разработки оптимального планировочного решения и перестановки оборудования



Состояние после разработки оптимального планировочного решения и перестановки оборудования



Расчет эффекта в виде сокращения путей перемещения работниками 1 партии продукции по каждому маршруту, в метрах.

Маршрут	Состояние до	Состояние после	Эффект
	270	58	212
	302	108	194
	254	78	176
	246	110	136
	56	37	19
	291	95	196
Итого:			933

Заключение

Выпрямление потоков - одно из ключевых направлений работ, которое позволяет значительно облегчить трудоемкость планирования многономенклатурного производства, сократить ВПП и НЗП, вести полноценный производственный контроль и анализ.

Полноценная работа по выпрямлению потока не возможна без привлечения технологической службы, планового отдела, представителей производства.

Основные задачи производственного участка и технологической службы:

1. Построить карты маршрутов изготовления/ сборки изделий;
2. Произвести сортировку по схожим маршрутам;
3. Выделить группы со схожими маршрутами;
4. Произвести работы по оптимизации технологических процессов;
5. Произвести жесткое закрепление деталей за оборудованием;

Основные задачи планового отдела:

1. Разработать систему планирования работ на каждую единицу оборудования/ рабочее место;
2. Учитывать условия выравнивания при планировании загрузки по группам/ маршрутам.



РОСАТОМ



Спасибо!

