
ПРИОРИТЕТНАЯ ПРОГРАММА
«ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА
И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАНЯТОСТИ»

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

ПРОИЗВОДСТВО МАЛЫМИ ПАРТИЯМИ

Методические рекомендации

г. Москва
2017 г.

Оглавление

АННОТАЦИЯ	2
1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	3
2 ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	3
3 ПРОИЗВОДСТВО ПАРТИЯМИ	4
4 ПЕРЕНАЛАДКА	5
4.1 Терминология, связанная с переналадкой	5
4.2 Оптимизация переналадок	7
5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	17
ПРИЛОЖЕНИЯ	19
БИБЛИОГРАФИЯ	20

АННОТАЦИЯ

Настоящие методические рекомендации являются частью методического пакета по внедрению технологии бережливого производства в управленческих и организационных процессах, формируемого в рамках совместных работ с министерством экономического развития Российской Федерации по реализации приоритетной программы «Повышение производительности труда и обеспечение занятости».

Рекомендации разработаны на основе опыта развития Производственной Системы Росатома в ГК «Росатом» и подведомственных предприятиях и практического применения технологии бережливого производства в реализованных проектах в медицинских организациях РФ, подведомственных министерству здравоохранения РФ.

В документе детально описана рекомендуемая последовательность действий по сокращению размеров обрабатываемых партий в рамках проектов по улучшению на предприятиях различных отраслей промышленности и их тиражирования в рамках региональных программ повышения производительности труда.

Документ предназначен для самостоятельного использования персоналом организаций, начинающих проекты по улучшениям и проведения сессий по обучению в рамках консультаций работниками АО «ПСР».

Методические рекомендации разработаны сотрудниками проектного офиса по программе развития производственных систем ГК «Росатом» и АО «ПСР».

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.

Предложения по улучшению данного документа можно отправлять по электронной почте KoVGrabelnikov@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».

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящие методические рекомендации применяются организациями, принявшими решение по усовершенствованию процессов, направленных на:

- повышение производительности труда,
- повышение доступности оказываемых услуг,
- сокращение времени протекания процессов,
- повышение эффективности и устранение существующих временных, финансовых и иных потерь,

а также на усовершенствование организации рабочих мест, обеспечивающей безопасность и комфортность работы сотрудников.

2 ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

2.1. Определения

В настоящих рекомендациях в дополнение к [3] применяются следующие термины с соответствующими определениями:

Владелец процесса – руководитель подразделения предприятия, который управляет процессом и несет ответственность за его результат и эффективность.

Внешняя переналадка - переналадка, которая осуществляется без остановки производственного процесса.

Внутренняя переналадка - переналадка, которая осуществляется только при остановке производственного процесса.

Настройка - работа для обеспечения точности обработки для выхода качественного изделия, исправления неполадки, осуществляемая с остановкой производственного процесса.

Переналадка - необходимые операции (такие как: замена пресс-форм, режущего инструмента, приспособлений, заготовки, тары, изменение режима обработки), которые необходимо провести для перехода с производства одного изделия на другое.

Производственный анализ – мониторинг отклонений по выпуску продуктов или оказании услуг от целевых показателей, осуществляемых на ключевых стадиях процесса с целью оперативного выявления отклонений, выявления их коренных причин и их устранения.

Проект по улучшению (проект) – целенаправленная деятельность по оптимизации процессов, входящих в поток создания ценности, направленная на выявление проблем, препятствующих достижению поставленных целей, поиск и

устранение их коренных причин с использованием методов и инструментов бережливого производства.

Процесс – совокупность действий, осуществляемых по определенной технологии, которая направлена на достижение результата, представляющего ценность для потребителя.

2.2. Сокращения

В настоящих рекомендациях применяются следующие сокращения:

ПСЦ – поток создания ценности;

МР – методические рекомендации;

ОРД – организационно-распорядительные документы;

ВПП – время протекания процесса;

КИМ – коэффициент использования материала;

НЗП – незавершенная продукция.

3 ПРОИЗВОДСТВО ПАРТИЯМИ

Производство партиями – это такой способ организации производства, когда при запуске на процесс множества изделий одинаковые детали непрерывно обрабатываются в постоянном количестве. Принцип «точно вовремя» подразумевает, что изготавливается только проданный объем в том порядке, в котором изделия были проданы, однако на таких процессах, как формовка или прессование, ковка, литье, термообработка, где изменение вида обрабатываемой детали требует переналадки (зачистка, перевалка, смена инструмента или оснастки, переход на другой технологический режим), производство ведется партиями.

В большинстве случаев на подобных производственных площадках объем выпускаемой партии составляет недельную или даже месячную потребность в изделиях.

- Причины увеличения объема партии:
- Переналадки требуют отвлечения персонала (трудозатраты);
- При переналадках линию приходится останавливать (потеря производительности);
- После переналадок требуется время, чтобы вывести оборудование на рабочий режим, добиться требуемого качества. (качество, брак);
- Если при переналадках меняется исходное сырье, это приводит к росту потерь в материале (снижение КИМ).

Какие проблемы создает производство большими партиями?

- Большие объемы партий запускаемых изделий приводят к увеличению запасов готовой продукции.
- Требуется большее количество как тары, так и техники для складирования/перевозки продукции;
- Готовые изделия нужно где-то хранить до того момента, пока их не заберет клиент – требуются большие площади для размещения запасов;
- Большие запасы сложно хранить в один ярус – возникает необходимость складирования в несколько ярусов, что усложняет соблюдение принципа «FIFO»;
- Осложняются контроль и поиск требуемого тарного места, погрузо-разгрузочные работы;
- Для предприятия в целом большие запасы означают ухудшение оборачиваемости и замороженный капитал.

Преимущества, которые дает уменьшение партии:

- Запасы сокращаются, а, значит, нужно меньше места для паллет и транспортных механизмов, меньше трудозатрат на управление складом;
- При возникновении проблем с качеством легче искать причины, поскольку время обнаружения меньше и диапазон поиска сужается;
- Остается меньше лишних изделий при прекращении производства, изменении конструкции или новых тенденциях в продажах (особенно важно при текущей тенденции расширения ассортимента и сокращения времени жизни изделий);
- На последующем процессе также уменьшаются запасы.

4 ПЕРЕНАЛАДКА

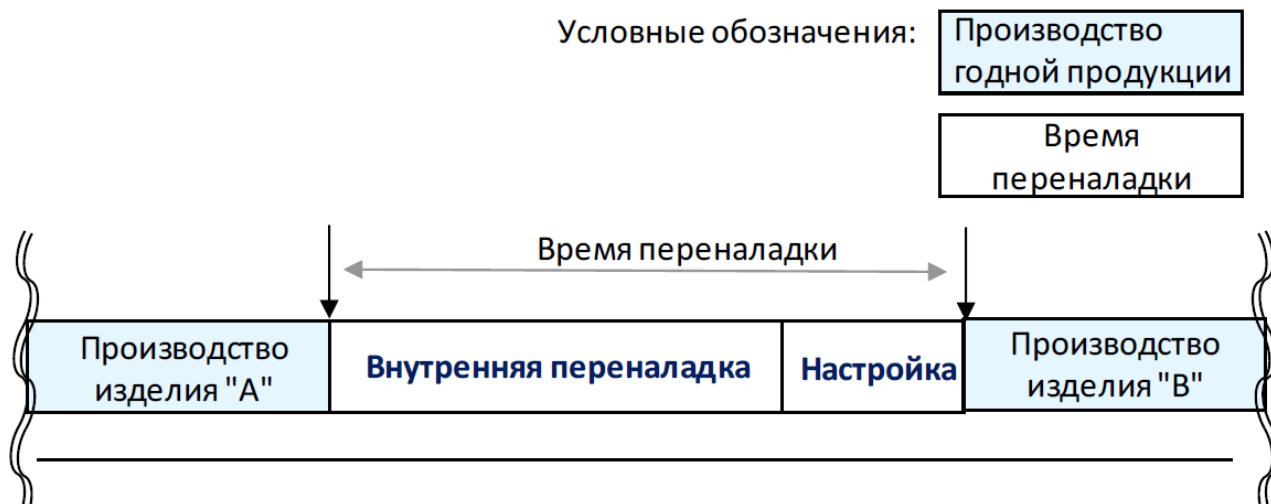
4.1 Терминология, связанная с переналадкой.



Дополнительно к терминам, приведенным в п.2 и [3], в дальнейшем будут использованы и такие термины:

Время переналадки – время, когда из-за переналадки прекращается выпуск годной продукции. Если при работах по переналадке в процессе обработки находится заготовка, то точное время переналадки рассчитывается следующим образом:

Время переналадки = $T_{\text{затраченное}} - \text{МСТ} \times N$,
где МСТ-время цикла обработки (включая машинные и ручные операции);
N- количество годных изделий, произведенных в ходе переналадки.



Трудозатраты на переналадку – все трудозатраты, необходимые для переналадки, включая время ожидания.

Трудозатраты на переналадку = Внутренняя переналадка + внешняя переналадка + настройка + время ожидания.

Если в работе по переналадке принимают участие более одного человека, то они могут ожидать время завершения действий другим рабочим, это время ожидания включается в трудозатраты на переналадку.

Время остановки оборудования на переналадку – это время, когда оборудование или процесс остановлены на переналадку.

Обычно это время равно времени переналадки. В случае, когда оно больше времени переналадки, это говорит о том, что нарушена стандартизированная работа или есть время ожидания при работе более чем одним оператором.

Пропорция времени переналадки – отношение общего времени переналадки ко времени производства.

Хорошей практикой считается, когда время переналадки занимает примерно 10% времени производства. Обычно это говорит о том, что размер партий оптимален и полезная загрузка процесса высока.

4.2 Оптимизация переналадок

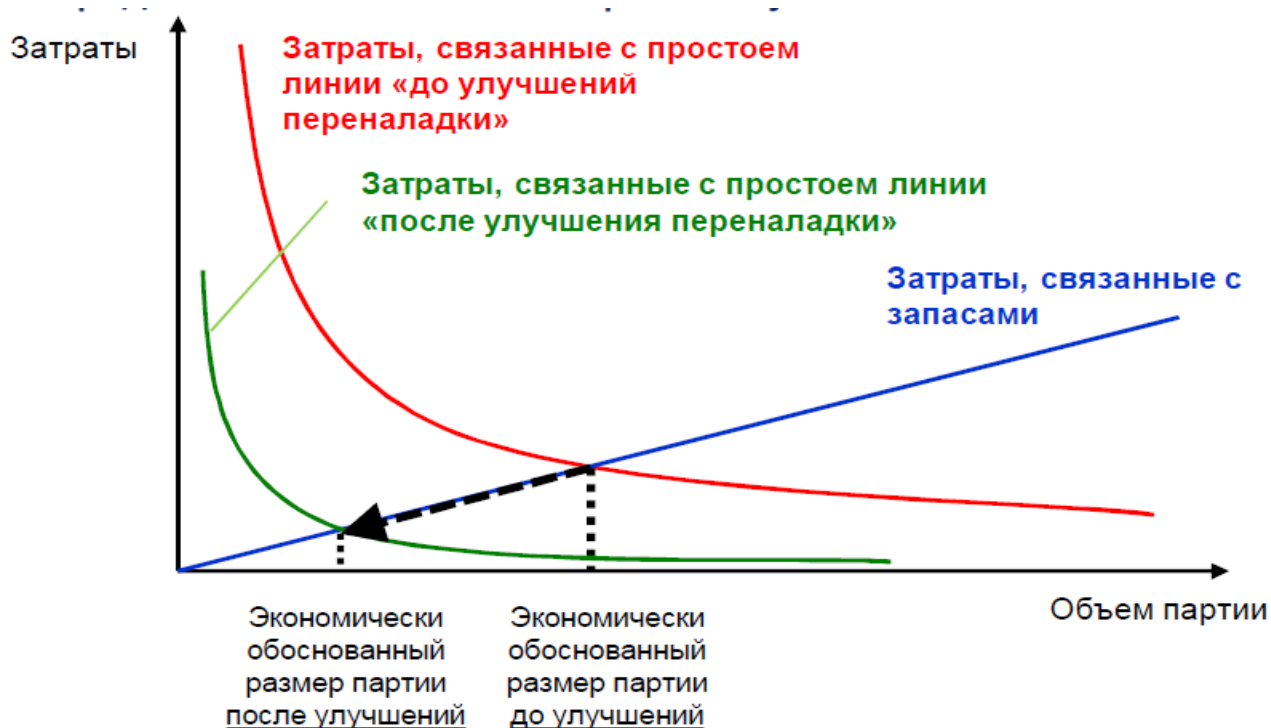
Определение оптимальной партии запуска можно производить по нескольким критериям.

Например, использовать так называемые «методы расчета экономически обоснованного размера партий»:

- Партия за партией
- Экономичный размер заказа
- Метод сбалансированных затрат
- Метод наименьших удельных затрат

Эти методы хорошо описаны в литературе по методам управления производством, например ([4], с.634-642).

Общепринятые виды взаимосвязи между затратами и объемом партии приведены на рисунке:

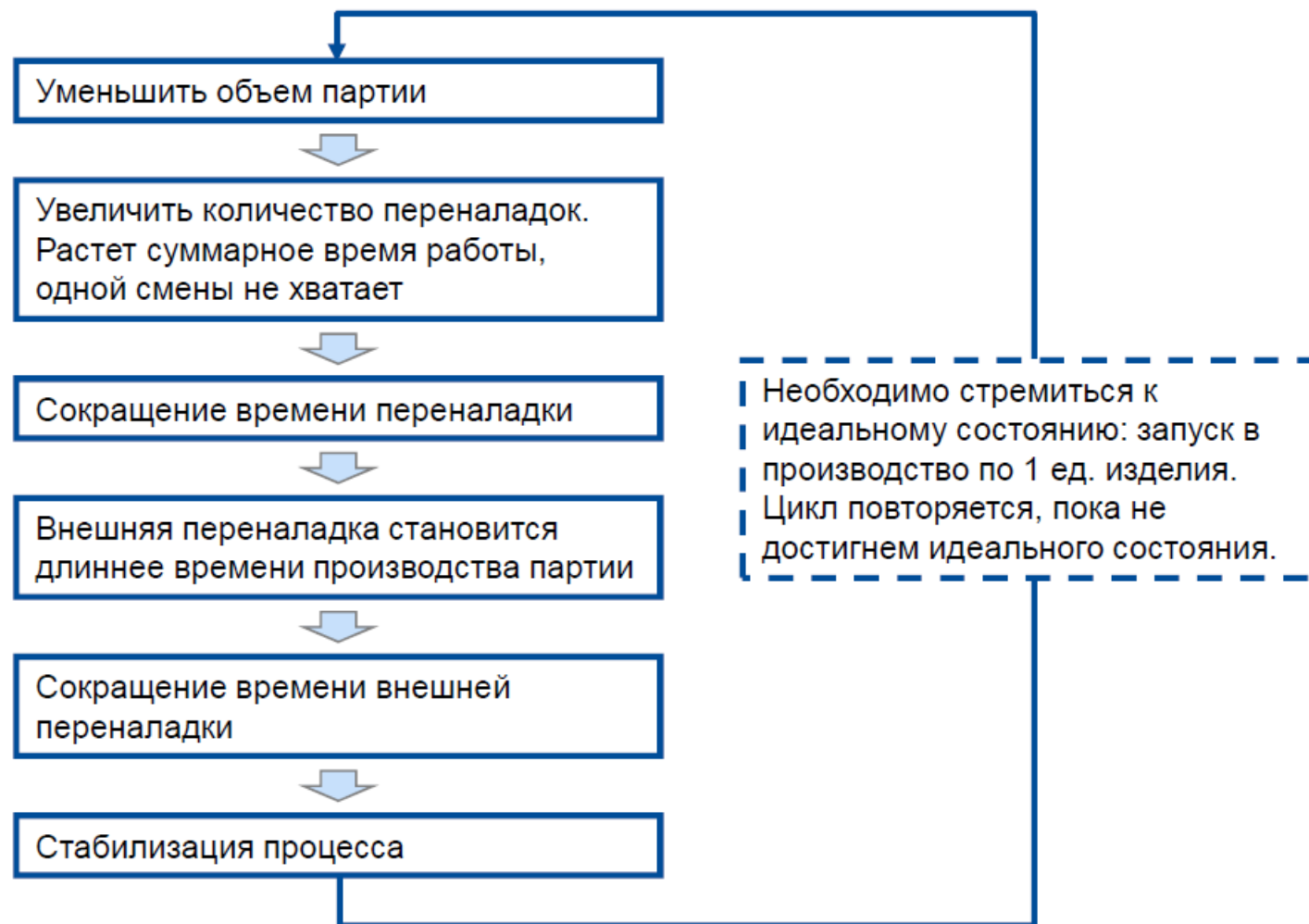


Представленный выше график и аналогичные графики/расчеты, получаемые по представленным методам расчета экономически обоснованного размера партий, действительно дают представление о фактическом (на текущий момент) оптимальном размере партии с точки зрения эффективности затрат.

Но, как видно из графика, только за счет уменьшения трудозатрат на переналадку (сокращение времени переналадки) возможно добиться сокращения объема партии и, следовательно, снижения затрат.

Зачастую, помимо сокращения времени самой переналадки, сокращают время на производство годной продукции (ускорение машинного цикла), время периодических работ, время простоя оборудования. И высвободившееся время используют для проведения переналадок.

Оптимизацию переналадок принято проводить в виде бесконечного цикла:
Уменьшение объема партии,
сокращение времени переналадки,
снова уменьшение объема партии и так далее.



Всю стратегию по оптимизации переналадок можно разделить на следующие шаги:

4-2-1. Анализ текущей ситуации



4-2-2. Перенос работ из внутренней переналадки во внешнюю



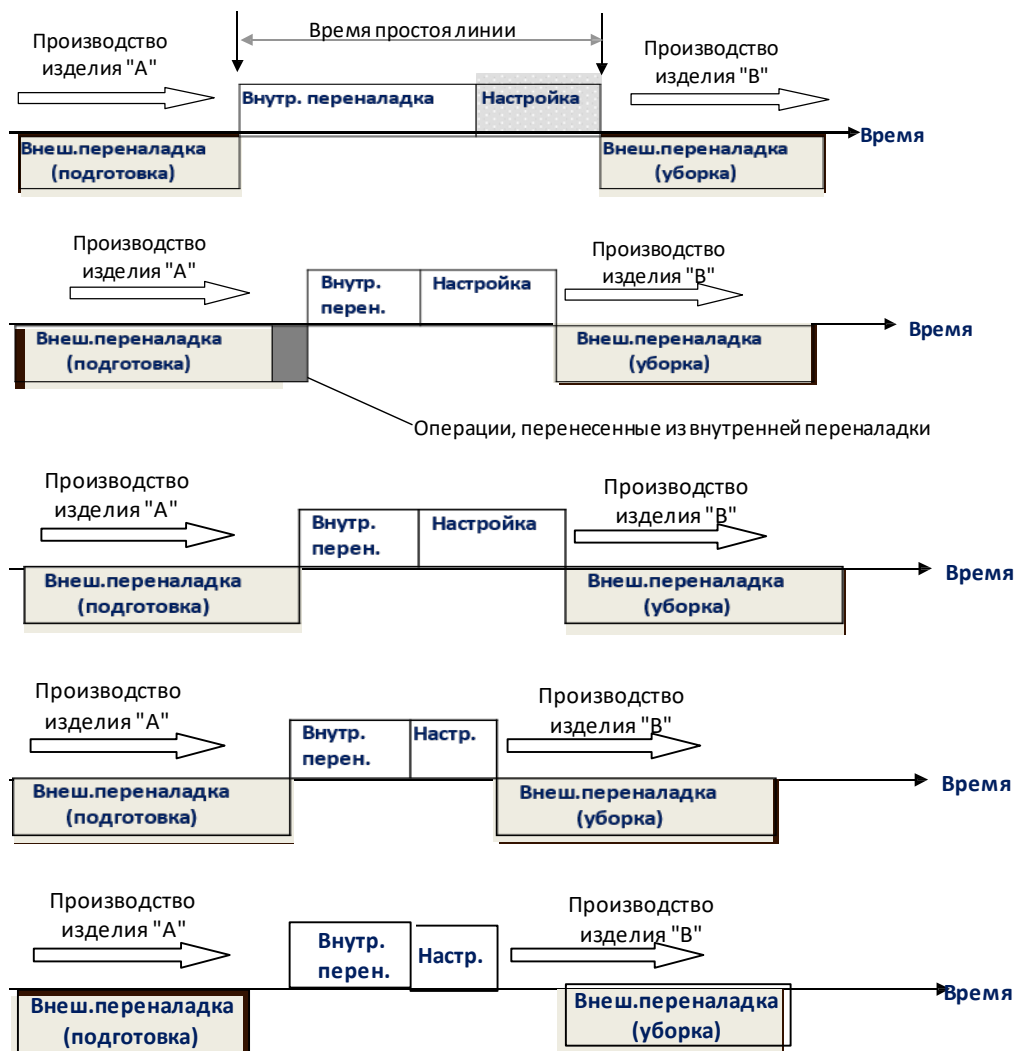
4-2-3. Сокращение времени внутренней переналадки



4-2-4. Сокращение времени на настройку (в идеале до 0)



4-2-5. Сокращение времени внешней переналадки



4.2.1 Анализ текущей ситуации

Оптимизацию переналадок следует начинать с анализа текущей ситуации.

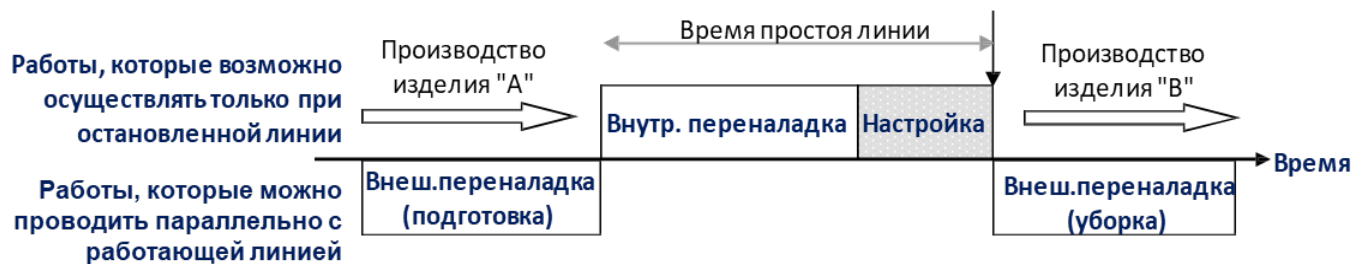
Необходимо тщательно пронаблюдать процесс переналадки непосредственно на производственной площадке. Во время наблюдения стараться сразу выделять:

Работы, которое можно проводить параллельно с работающей линией (не останавливая производство) – **ВНЕШНЯЯ ПЕРЕНАЛАДКА** и

Работы, которые возможно осуществлять только при остановленной линии, которые следующим шагом следует разделить на внутреннюю переналадку и настройку.

Основное внимание при таком наблюдении нужно обратить на разделение операций переналадки. Помимо наблюдения за ходом работ и классификации, следует проверить соответствие порядка и содержания операций существующим стандартам переналадок. Если таковых стандартов не существует, то необходимо их определить для стабилизации времени переналадки и дальнейшей оптимизации.

В ходе работ по анализу текущей ситуации удобно использовать «Карту стандартизированной работы» и «Объединённую таблицу стандартизированной работы», при помощи которых можно выявить и обозначить проблемные места, классифицировать операции (подробно см. [2]).

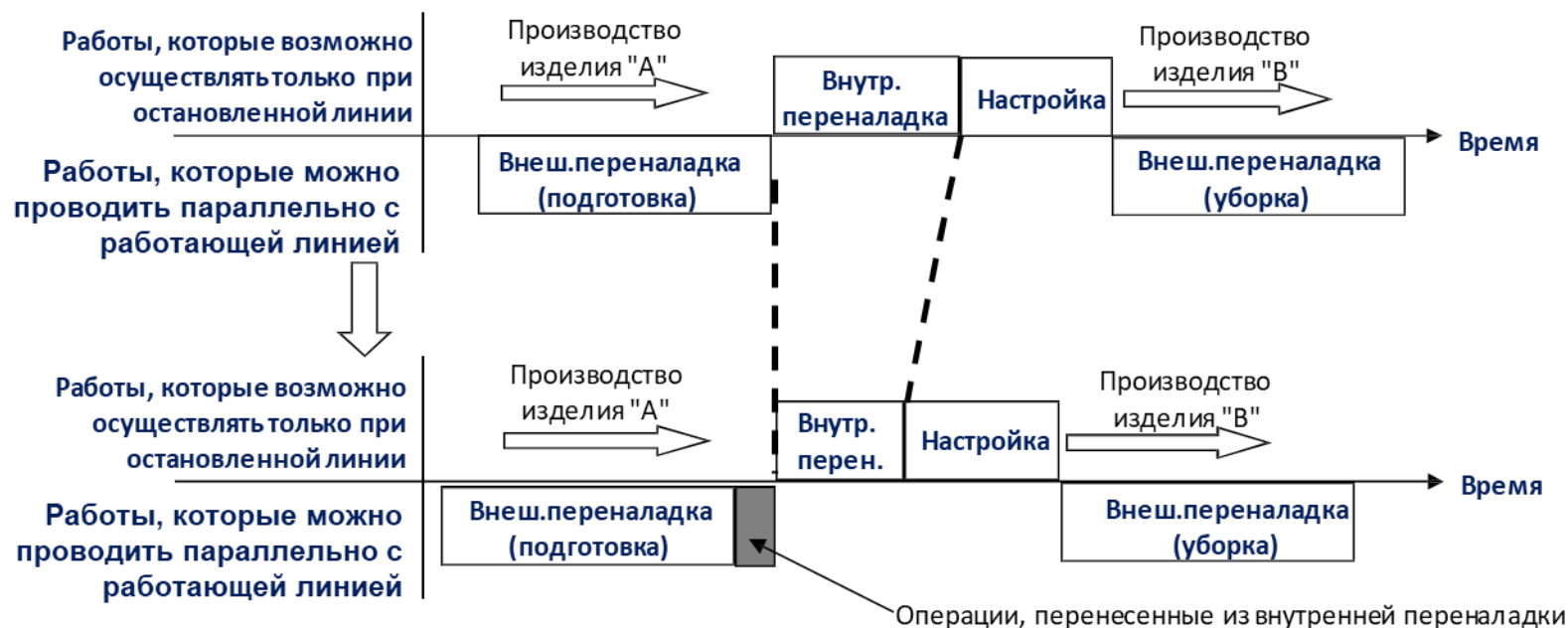


4.2.2 Перенос работ из внутренней переналадки во внешнюю

Задача этого этапа - вынести за пределы внутренней переналадки все работы, которое можно проводить параллельно с работающей линией (не останавливая производство). Самое первое улучшение – сокращение потерь от простоев оборудования.

К таким работам относятся:

- Операции по подготовке штампов, материалов, инструментов;
- Операции по уборке использованных штампов, оснастки, инструментов;
- Предварительная подготовка (нагрев) литейной формы.



Обратите особое внимание на реальную необходимость остановки оборудования во время внутренней переналадки и настройки:

- Все ли необходимое (материал, штампы, инструмент, приспособления, резцы) подготовлено для остановки оборудования?
- Происходит ли уборка использованных вещей (материал, штампы, инструмент, приспособления, резцы) после повторного запуска оборудования?

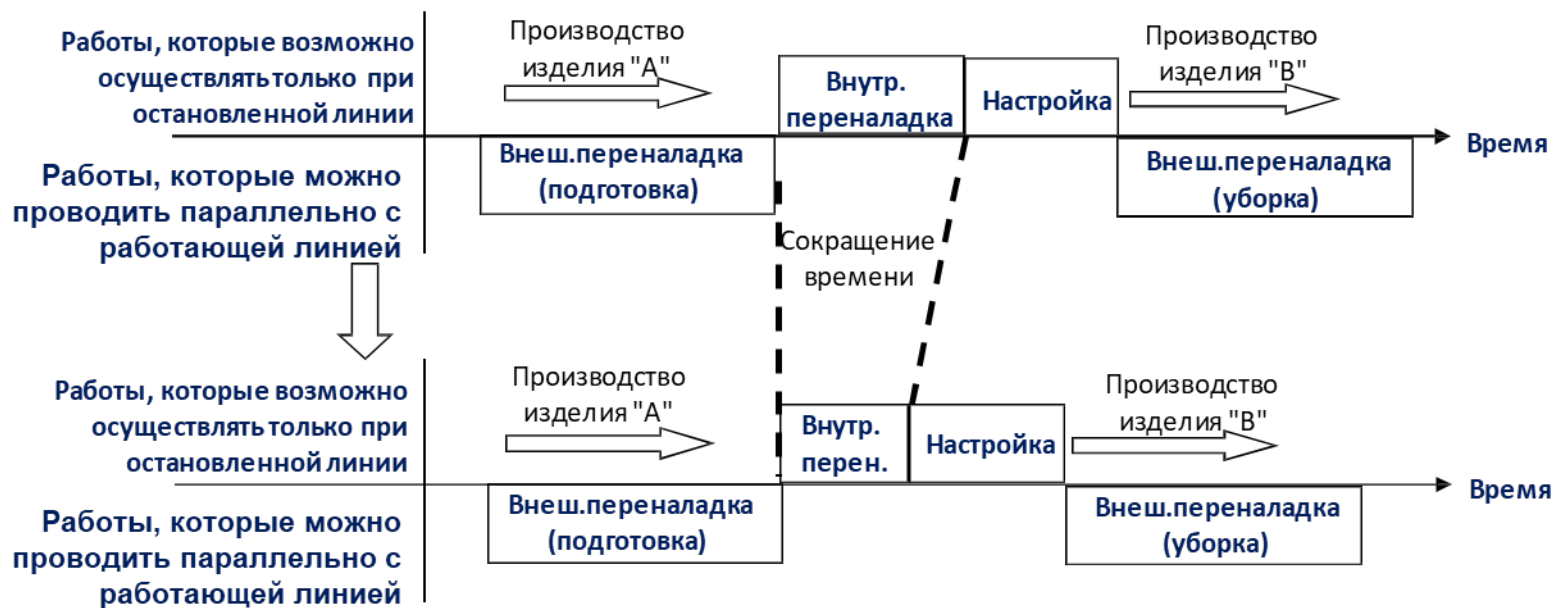
Важно понимать, что на этом этапе только часть работ по переналадке с остановкой и настройке переходит во внешнюю переналадку, поэтому общее время переналадки не сокращается.

4.2.3 Сокращение времени внутренней переналадки

После того, как часть операций была перенесена во внешнюю переналадку, необходимо сократить время оставшихся операций внутренней переналадки.

Стоит обратить внимание на:

- Унификацию оснастки, отказ от переналадки, как таковой;
- Возможно ли производить замену оснастки без использования дополнительного инструмента (применение быстросъемных приспособлений, зажимов и т.д.);
- Сокращение перемещений во время проведения переналадки (расположение материалов и инструментов в непосредственной близости к оборудованию);
- Привлечение к работам по внутренней переналадке дополнительного персонала для выполнения работ параллельно;
- Если при смене вида продукции нужно перемещать детали – можно ли этого избежать;
- Для станков с ЧПУ сокращение времени, требуемого для автоматизированной смены инструмента.



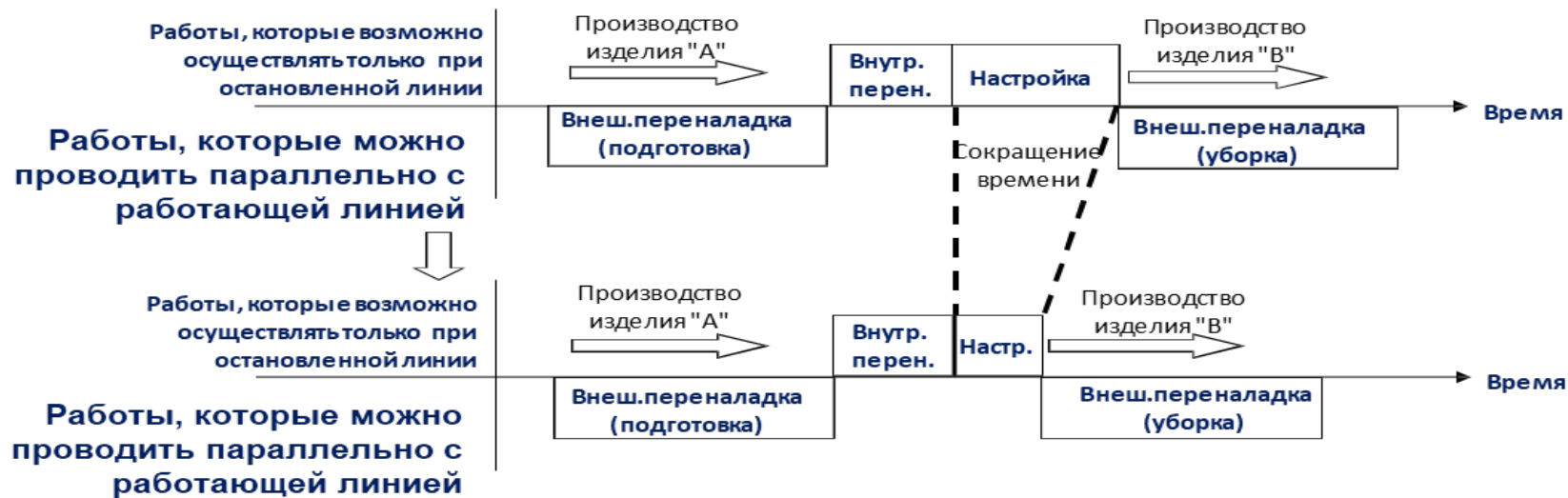
4.2.4 Сокращение времени на настройку

Настройку оборудования после проведения операций по переналадке следует рассматривать как **проблему** и работу, которую следует полностью исключить. Как правило, операции по настройке повторяются несколько раз до тех пор, пока не будет получено годное изделие. Невозможность настроить оборудование с первого раза приводит к увеличению «настроечного брака» и времени переналадки.

На что необходимо обратить внимание:

- Стандартизированы ли работы по переналадке с остановкой, нет ли нарушений;
- Можно ли заранее проводить регулировку по режущему инструменту (предварительные настройки);
- Всегда ли доступны специализированные шаблоны;
- Есть ли сбои в работе оборудования после переналадки? Известны ли причины этого.

При анализе операций по настройке оборудования, обратите внимание на наличие действий, требующих от оператора решения, выбора (настройка параметров «на глаз», «по опыту»).



Результатом выполнения шагов 4.2.1 – 4.2.4 станет сокращение времени простоя линии при проведении переналадки. Следует выполнять улучшения незамедлительно, отдавая приоритет тем, которые не требуют больших финансовых вложений. После каждого этапа – закреплять достигнутые результаты.

4.2.5 Сокращение времени внешней переналадки

Очень важно добиться сокращения времени простоя линии во время проведения переналадок, но в то же время не стоит забывать и про сокращение общей трудоемкости работ по переналадке.

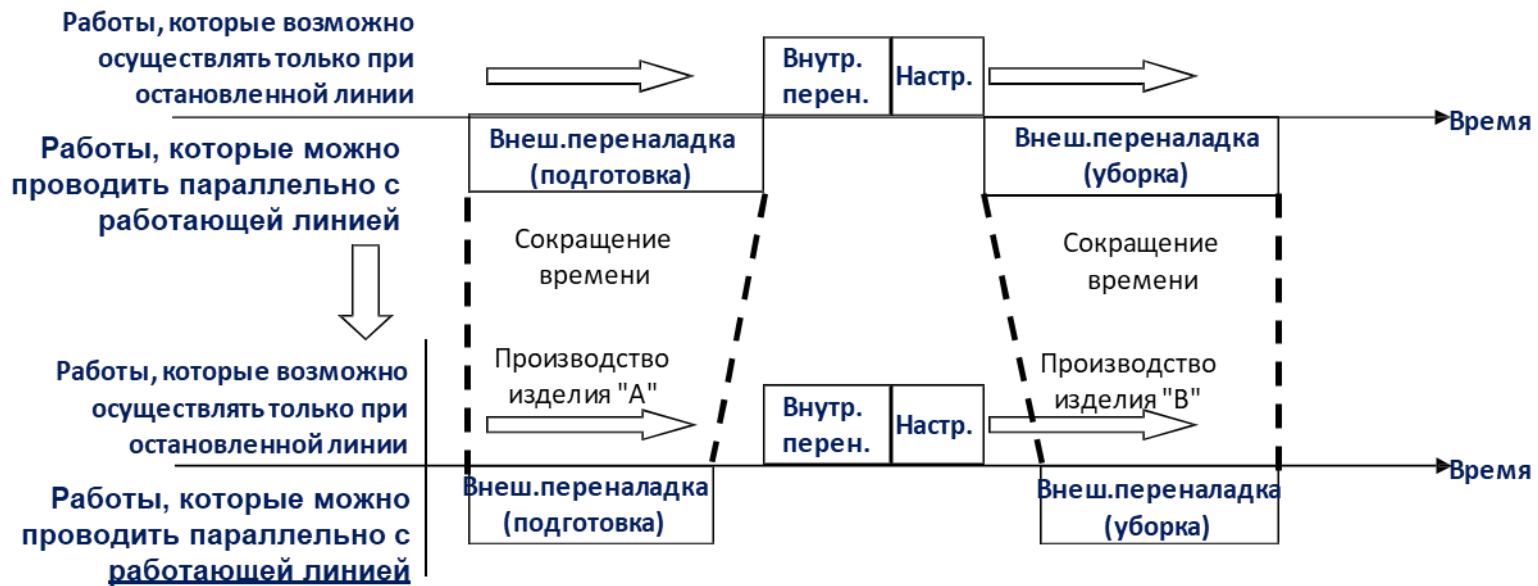
Возникают и такие случаи, когда после продолжительных усилий, направленных на сокращение объема партий, время внешней переналадки становится больше времени производства одной партии и производственная линия вынуждена ждать окончания подготовительных операций.

Поэтому, при оптимизации переналадок не стоит забывать и про сокращение времени внешней переналадки. Это время увеличивается на предыдущих шагах, потому что туда переносится часть операций из внутренней переналадки и настройки, так что трудозатраты на переналадку в целом не сокращаются.

Стоит обратить внимание на:

- Стандартизированы ли работы по переналадке;
- Весь инструмент находится под рукой?
- Расположены ли все необходимые материалы и приспособления в непосредственной близости к оборудованию.
- Расположены ли штампы/оснастки согласно частоте использования?
- Нет ли трудновыполнимых операций?
- Есть ли стандарты обращения с приспособлениями и инструментом (резак, штампы, и т.д.) после окончания переналадки?

- Можно ли сделать какие-то операции параллельными?



Время переналадки меняется в зависимости от способов переналадки. Мы покажем различные методы переналадки на примере линии общего назначения с ручными операциями.

Существуют следующие способы переналадки для универсальной линии с ручными операциями: «по порядку», «все вместе», «свободная»; нужный вид выбирается в соответствии с условиями на линии:

- Сколько видов деталей?
- Сколько составляет время простоя оборудования при переналадке?
- Размер производимых изделий?
- Количество процессов на линии?
- Спецификация оборудования? (есть ли автоматическое оборудование для переналадки)

Достоинства и недостатки разных способов переналадки:

Способ	Описание	Достоинства и недостатки
По порядку	Способ переналадки, при котором оператор по очереди проходит процессы и производит «переналадку + установку и обработку следующей детали». Заготовки внутри каждого процесса на каждом цикле меняются по порядку, и после повторения объема цикла выходит новое изделие.	Достоинства: нет подготовки, не нужен отдельный специалист. Недостатки: нужно повторять весь цикл до тех пор, пока поменяется изделие <i>Подходит для линий с малым количеством процессов и большим количеством видов деталей</i>
Все вместе	На каждом процессе заранее готовятся изделия в стадии обработки (готовые для переналадки), этот готовый запас после переналадки и запуска меняется, наладчик идет на следующий процесс. Действия повторяются, и таким образом за 1 цикл заменяются заготовки на всех процессах.	Достоинства: переналадка завершается за 1 цикл, со второго цикла выходят новые изделия. Недостатки: поскольку нужна подготовка изделий, их нужно где-то положить. <i>Подходит для линий, где производится мало видов изделий, и они небольшого размера.</i>

Способ	Описание	Достоинства и недостатки
С пропуском	Когда наступает время переналадки, вызывают наладчика, и он по порядку ее производит. Оператор пропускает процесс, где идет переналадка, и работает дальше.	Достоинства: время переналадки занимает только время цикла 1 единицы. Недостатки: нужен отдельный наладчик. <i>Поскольку возникает простой оборудования порядка времени цикла, подходит для линий с высокой нагрузкой (небольшие потери из-за дополнительного персонала), поэтому годится там, где главное - обеспечить объемы.</i>

Как избежать повышения себестоимости при увеличении многократности переналадок?

1. Если из-за многократных переналадок повышается расход энергии, и возникают потери в материале, нужно продумать способы, как их сократить.

Пример 1.

- Смена краски.

Для того, чтобы СНИЗИТЬ расход растворителя, смывающего остатки краски, можно:

- Сократить расстояние от вентиля до сопла.
- Использовать там шланг меньшего диаметра.

2. Исключение переналадок с использованием малозатратного оборудования.

Существуют способы избежать переналадок вообще, отказавшись от работы на универсальных линиях, производящих много видов изделий, и используя вместо них столько специализированных станков, сколько нужно для выпуска продукции.

Такое средство, как замена универсального оборудования на специализированное, может быть применено лишь там, где минусы от переналадок исключительно велики, и все возможности для улучшений исчерпаны.

Во избежание таких изменений следует очень внимательно изучить возможности проведения плановых переналадок.

5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оптимизация переналадок, как и любое улучшение, проводимое на производстве, не статический процесс. Для достижения максимального результата недостаточно будет проведения разовых мероприятий – требуется длительная и планомерная работа. Важен ежедневный подход к оптимизации переналадок: контроль, отслеживание отклонений, обновление целей.

Самым простым и эффективным инструментом, который позволит продлить процесс оптимизации является «Доска(карта) производственного анализа». На операциях/линиях, где существуют переналадки, предлагается использовать следующий формат производственного анализа (приложение 1). Важный параметр – это «лучшее время» - время, за которое удалось провести переналадку быстрее всего. Как только получается установить «новый рекорд» - значение «лучшего времени» обновляется.

Оптимизируя переналадки, не забывайте вашу главную цель – снижение объема обрабатываемой партии. Идеал, как правило – поток единичных изделий.

Приложение 1.

Пример доски производственного анализа с учетом «лучшего времени» переналадок

Номенклатура	Объем партии	Лучшее время		Фактическое время	Причины остановов линии
		Производство	Переналадка		
AAAA	100	Производство	3,5 сек	3,5 сек	-
		Переналадка	650 сек	645 сек	
BBBB	200	Производство	4 сек	4 сек	Сорыв резьбы, замена на новый болт
		Переналадка	450 сек	500 сек	
CCCC	150	Производство	2,5 сек	2,5 сек	-
		Переналадка	250 сек	250 сек	

Отставание на 50сек, по сравнению с лучшим временем.

Новое лучше время.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. ГОСТ Р 56407-2015. «БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ».
2. «ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ. СТАНДАРТИЗИРОВАННАЯ РАБОТА. Методические рекомендации». Опубликовано 30.10.2017 по адресу «https://drive.google.com/drive/folders/0B2_8HpN2Py0LalFJakd3em9pRmc?usp=sharing»
3. «ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ. КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ»
Опубликовано 30.10.2017 по адресу
«https://drive.google.com/drive/folders/0B2_8HpN2Py0LalFJakd3em9pRmc?usp=sharing»
4. ЧЕЙЗ, Р.Б., ДЖЕЙКОБЗ, Ф.Р., АКВИЛАНО, Н.Д. «Производственный и операционный менеджмент», 10-е издание, М: ООО «И.Д. Вильямс», 2007г., 1184с.