

УДК 629.113: 339.137.2

**КОМПЛЕКСНЫЕ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

© 2021 В.Н. Козловский¹, Д.И. Благовещенский², Д.И. Панюков¹, Д.В. Айдаров¹

¹ Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

² Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Тульской области», г. Тула, Россия

Статья поступила в редакцию 02.03.2021

В статье представлены результаты разработки и реализации комплексных инструментов повышения эффективности в современных производственных системах автосборочных предприятий
Ключевые слова: управление качеством; автомобильная промышленность; производственная система.

DOI: 10.37313/1990-5378-2021-23-2-5-10

Работа подготовлена при поддержке гранта Президента РФ НШ-2515.2020.8

В рамках разработки и реализации современных производственных систем необходимо решить целый комплекс вопросов направленных на повышение эффективности. Здесь в первую очередь требуется системная работа в области минимизации производственных и трудовых ресурсов, оптимизация технологического процесса, совершенствование действий в рамках выполнения операций, улучшение маршрутов движения оператора при выполнении производственных операций. В настоящее время в основе передовой теории и практики решения соответствующих задач лежит японский опыт Кайдзен, который реализован в практике крупнейших автопроизводителей машиностроительной продукции. Рассмотрим опыт японских корпораций в контексте его реализации в автомобильном производстве [1 - 3].

Методика минимизации производственных ресурсов. Минимизация запасов в пределах рабочего процесса (поточная линия). Запасы продуктов, оставленных в пределах рабочего процесса – это те продукты или товары в процессе обработки и, например, расположенные на захватах или сборочных конвейерах машин, на носителях в пределах процесса, или между рабочими на сборочной линии. Товары в процессе обработки, найденные внутри процесса

производства – не обязательно те, которые фактически используются для обработки или сборки. Таким образом, нужно сосредоточиться на этих запасах незавершенного производства для их минимизации [4-6]. С этой целью, делая техническую остановку или отключение машины для замены инструмента, требуется как можно сильнее уменьшить расстояние между оборудованием и стремиться к единичному производству. Если единичное производство возможно, то это также уменьшит количество деталей, которые должны временно храниться, и увеличит гибкость для распределения заданий, чтобы компенсировать колебание в производительностях, что внесет свой вклад в производство с минимальным числом рабочих.

Минимизация запасов между рабочими процессами (поточная линия). Заготовки между рабочими процессами могут быть выявлены в поточной линии, с начала и до конца процесса производства. Минимизация страховых запасов в техническом обеспечении при долговременной остановке линии вызывает серьезные проблемы с качеством. Если рабочее место испытывает долговременную остановку поточной линии, на нем будет наблюдаться тенденция хранения большого числа заготовок в качестве резервных. Производство должно быть готово к решению этой проблемы, организуя только один данный рабочий процесс, имея страховые запасы для серьезных проблем (централизация потерь), а не каждого рабочего процесса, имеющего свой собственный страховой запас. Минимизация заготовок реализуется в координации с предшествующими и последующими процессами. Когда два рабочих процесса включают производство партии продукции, запасы

*Козловский Владимир Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Теоретическая и общая электротехника». E-mail: Kozlovskiy-76@mail.ru
Благовещенский Дмитрий Иванович, кандидат технических наук, доцент, директор.*

Панюков Дмитрий Иванович, кандидат технических наук, доцент.

Айдаров Дмитрий Васильевич, кандидат технических наук, доцент.

между процессами могут быть устранены почти полностью, если эти два процесса способствуют совместным усилиям уменьшения запасов в тесной связи друг с другом.

Иногда происходит так, что процесс имеет некоторый запас продуктов для обеспечения решения серьезных долговременных проблем с оборудованием в процессе производства и некоторый другой запас в обеспечении задач для предыдущего процесса. В таком случае требуется осторожная координация двух включенных рабочих процессов, чтобы иметь минимальные запасы при полном рассмотрении этих рабочих процессов.

Необходимо минимизировать опережающее производство. Если в процессе возможен брак, то также возможны и случаи, когда есть необходимость производить детали с поправкой на брак. Необходимо исследовать причину возникновения брака, устранить ее и приложить все усилия для исключения опережающего производства для последующих процессов. И таким образом стремиться к синхронизированному производству, удовлетворяющему потребности потребителя.

Методика анализа технологического процесса. Технологические процессы – это действия, в результате которых материалы превращаются в готовую продукцию. Эту деятельность можно разделить на виды: обработка, контроль, транспортировка и складирование. Для улуч-

шения сложных технологических процессов, в соответствии с которыми работают различные поточные линии, необходимо показать взаимоотношение между различными процессами на технологических картах и схемах производственного процесса, обозначив каждый процесс символом. Такая схема дает легкость и полноту визуального восприятия [3].

Составление карты технологического маршрута. Карта технологического маршрута – это диаграмма технологического процесса, составленная в соответствии с фактическим расположением рабочих мест для отображения потока технологических операций. Эта диаграмма облегчает поиск дефектов и расположения во время технологического процесса, так как четко обозначены маршруты транспортировки материалов и фактическая комбинация линий вспомогательных сборочных линий (рисунок 1).

Целью проведения усовершенствования технологического процесса в пределах какой-либо линии является усовершенствование всего процесса от начала до завершающего этапа одной детали, которое можно выполнить независимо от изменения объема производства путем объединения или исключения каких-либо этапов технологического процесса и контроля. Идеальная ситуация для рабочего места – иметь одного работника, ритмично выполняющего работу без остановки с самого первого до последнего этапа обработки детали (мобильное производство).

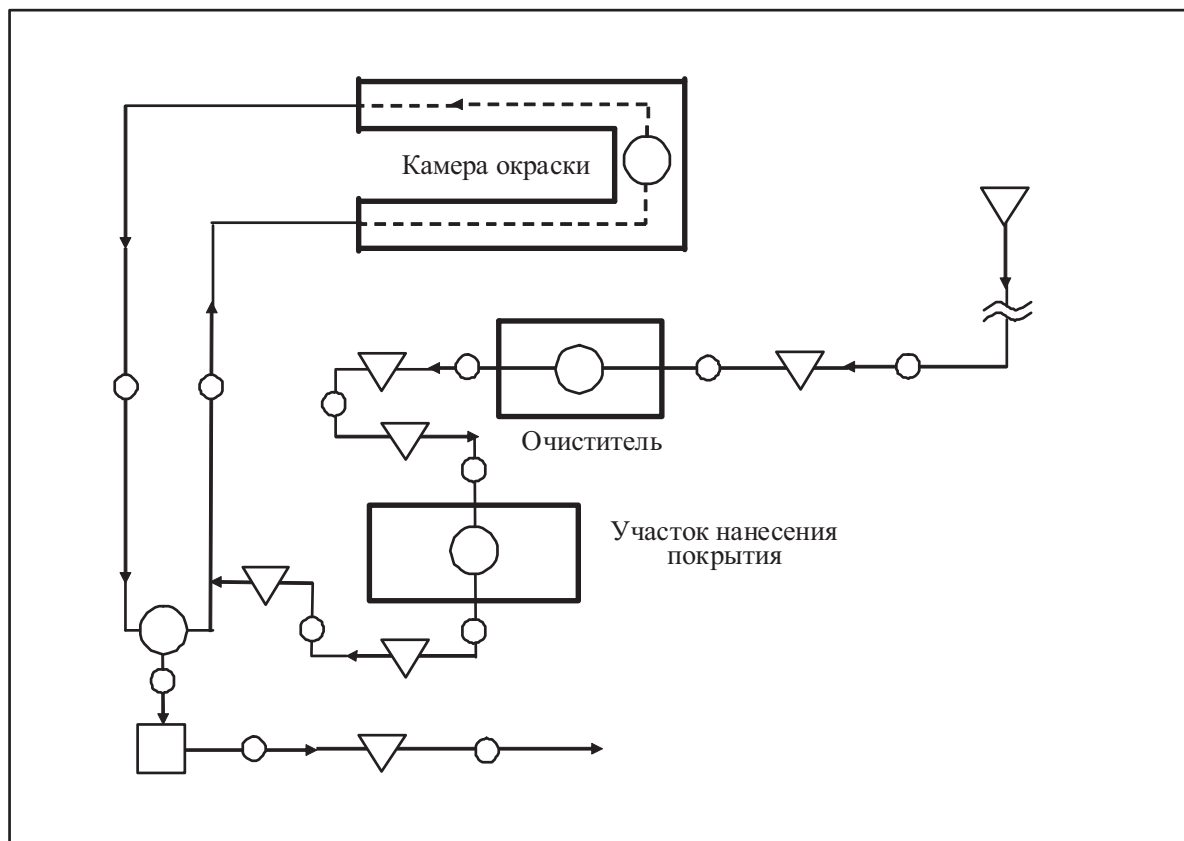


Рис. 1. Пример карты технологического маршрута

Для этой цели необходимо предпринять меры для усовершенствования технологического процесса, как показано ниже и прилагать усилия для побуждения работников овладеть смежными профессиями.

Основные правила для усовершенствования технологического процесса:

1. Уменьшение количества отдельных станков и их объединение с линиями;
2. Расстановка станков в U-образную поточную линию;
3. Не держите работника в отдалённом месте;
4. Сокращение времени подготовки к работе и времени замены инструмента;
5. Поощрение работников к овладению смежными профессиями.

Методика совершенствования действий. Различный темп выполнения операции работником анализируется с помощью диаграммы Исикавы (рисунок 2).

Из всех указанных выше факторов, физическое и психическое состояние может проявляться в любое время и быть непредсказуемым. Единственно возможной мерой, которую можно предпринять в этой области, является внимательность и осторожность каждого человека. Но такие факторы, как скорость движений и навыки были признаны основными во многих исследованиях. Скорость движений у работников в одних и тех же условиях почти не отличается; операция не может продолжаться в том же темпе при усталости и при слишком быстрой скорости выполнения работы и при слишком медленной. Лучшая скорость отдельного работника, с которой он может продолжать работать даже если он делает все от него зависящее, составляет не более 10% от максимальной.

Совершенствование в действии – это совершенствование, которое имеет целью сократить время операции, путем исключения неэкономных движений или способность работать комфортно. Неправильно считать, что это заставляет быстрее двигаться. Другими словами, необходимо выяснить навыки (опыт при выполнении операций), а совершенствование в действии – определить полезные рабочие умения. Совершенствование в действии не только ведет к идеальному выполнению работы и оперативному контролю производства минимальными ресурсами, но и позволяет ценить трудовые ресурсы.

При оперативном контроле необходимо проводить количественный анализ работы. Для этого необходимо разделить операции на элементы операции, провести измерение времени элементов. Для улучшения операции необходимо более подробно проанализировать элементы на предмет определения ненужных движений.

Простые операции и простые движения являются единицами измерения, используемые для разделения работ по участкам. Элемент операции - единица, представляющая серии непрерывных рабочих движений, например, от поднятия детали или инструмента для её установки или обработки (это такая же разделительная единица работы стандартных операций). Элемент движения - минимальная единица, включающая все простые операции, например, движение подъема руки или перемещение ноги.

Алгоритм совершенствования действий во время выполнения операций представлен на рисунке 3.

Улучшение маршрутов. Улучшение маршрутов связано с движением оператора и нацелено на объяснение маршрута и расстояния прохож-



Рис. 2. Анализ выполнения рабочих операций

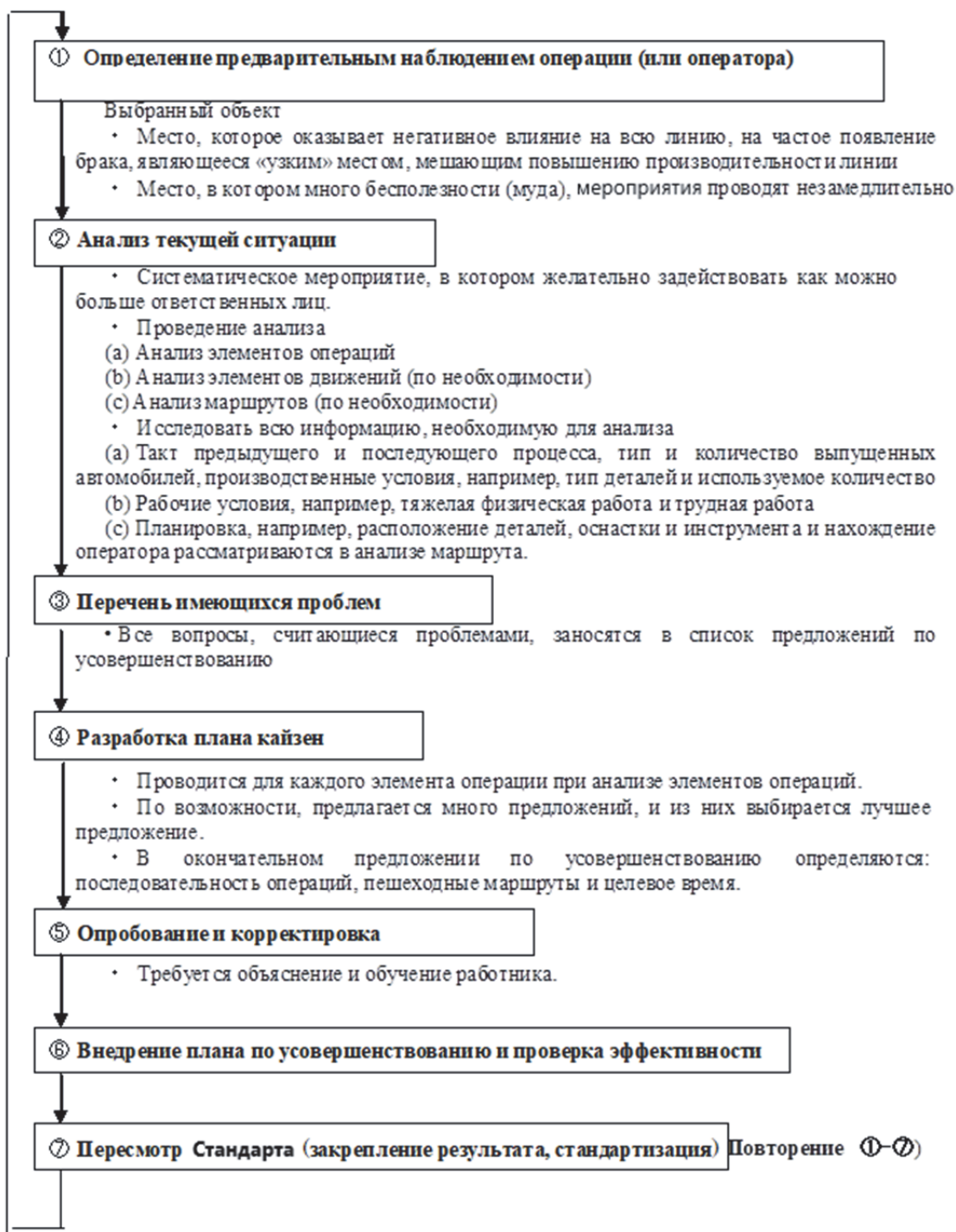


Рис. 3. Алгоритм совершенствования действий

дения, соответствующие процедуре работы при анализе маршрутов. Улучшение маршрутов нацелено на определение процедуры для работы и проблему расстановки деталей и станков для оптимизации всей технологической операции. Данное улучшение может оказать большое воздействие на производственную площадку.

Алгоритм создание карты пешего маршрута:

1. Пеший маршрут обозначается видом сверху, а расположение деталей обозначается вертикальной проекцией (бланк разделён на две части, вверху предметы в высоту, внизу перемещения (шаги) в горизонтальной плоскости);

2. Сокращение габаритов площадки расположения деталей, также является целью улучшения. Определите длину площадки расположения деталей и длину шага конвейера на карте пешех маршрутов;

3. Выбрать временную шкалу (минуты) по такту и длине 1 шага конвейера;

4. Обозначить начало цикла операции знаком Δ , а окончание знаком \blacktriangle ;

5. Маршрут обозначить толстой сплошной линией;

6. Если направление ходьбы совпадает, линии должны быть слегка сдвинуты;

7. Указать количество шагов около каждой линии маршрута;

8. Ходьба при монтаже деталей во время синхронного движения с кузовом, и ходьба при приведении в движение рабочего стола обозначается пунктирной линией. Количество шагов не считается;

9. Движение вместе с автомобилем, синхронная ходьба с кузовом или способ движения с рабочим столом. В этом случае конечная точка работы определяется исходя из времени монтажа и шкалы времени.

Подходы к проведению временного анализа (таблица 1). Управлять производством, привлекая минимальные ресурсы, это необходимо для гарантии эффективности операций рабочих, а также высокой производительности оборудования, понимая фактическую ситуацию рабочих, оборудования и других элементов, и принимая соответствующие меры, если рабочим приходится ждать или произошла поломка машин. Чтобы это выполнить, возможные проблемы должны быть релевантными общему наблюдению операций рабочих или машин, и результатом должно стать улучшение. Операционный анализ – это методика анализа для получения количественного понимания статуса операции (или отсутствия операции) рабочих, машин и оборудования, а также рейтинг выполнения основных операций (или вспомогательных операций).

Существуют три методики операционного анализа — методика частотного анализа, методика анализа непрерывных операций и методика автоматической регистрации.

Таким образом, в представленной работе показан комплексный инструментарий повышения эффективности современной производственной системы, обеспечивающий улучшение качества процессов и продуктов и ориентированный для применения в машиностроительных производствах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Имаи Масааки*. Кайдзен : ключ к успеху японских компаний / Масааки Имаи ; пер. с англ. [Т. Гутман]. - 3-е изд. - Москва : Альпина Бизнес Букс : Приоритет, 2006.
2. *Имаи, Масааки Кайдзен*. Ключ к успеху японских компаний / Масааки Имаи. - М.: Альпина Паблишер, 2014. - 274 с.
3. Кайдзен для рабочих. - М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2007. - 152 с.
4. *Козловский, В.Н.* Комплексная оценка удовлетворенности потребителей качеством автомобилей / В.Н. Козловский, В.И. Строганов, С.И. Клейменов // Стандарты и качество. 2013. № 5. С. 94-98.
5. *Козловский, В.Н.* Методология анализа и прогнозирования качества автомобилей в эксплуатации / В.Н. Козловский, Д.В. Антипов, А.В. Зятров // Актуальные проблемы экономики. 2016. Т. 186. № 12. С. 387-398.
6. *Panyukov, D.I.* Higglights of russian experience in implenting ISO/TS 16949/D.I.Panyukov,V.N.Kozlovskiy // Life Science Journal. 2014. Т. 11. № 8s. С. 439-444.

Таблица 1. Подходы, используемые при временном анализе

Классификация	Метод временного анализа	Цель
Временной анализ	Измерение времени (метод с секундомером)	Для измерения рабочего времени по каждой основной операции или машине.
	Измерение операций рабочих или машин (операционный анализ и ежедневные отчеты с регистрацией времени)	Для количественного измерения операционной ситуации рабочих или машин, нацеленного на улучшение работы.
	Измерение времени передачи данных по сети	Для измерения времени передачи данных по сети для конкретной модели автомобиля и понимания операции на основе этого времени, для возможного сокращения рабочего времени посредством инструкций и обучения.
	Измерение дисперсии (исследование шага)	Для стабилизации рабочего времени и качества продукта, определяя дисперсию рабочего времени и решая причины каждой дисперсии.

**COMPLEX TOOLS FOR INCREASING THE EFFICIENCY
OF THE PRODUCTION SYSTEM OF A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE**

© 2021 V.N. Kozlovskiy¹, D.I. Blagoveshchenskiy², D.I. Panyukov¹, D.V. Aidarov¹

¹ Samara State Technical University, Samara, Russia

² Federal Budgetary Institution "State Regional Center for Standardization, Metrology
and Testing in the Tula Region", Tula, Russia

The article presents the results of the development and implementation of comprehensive tools for increasing efficiency in modern production systems of car assembly plants

Key words: quality management; automotive industry; production system.

DOI: 10.37313/1990-5378-2021-23-2-5-10

*Vladimir Kozlovskiy, Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department of Theoretical and General
Electrotechnics. E-mail: Kozlovskiy-76@mail.ru*

*Dmitry Blagoveshchenskiy, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor, Director.*

*Dmitry Panyukov, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor, State Technical University.*

*Dmitry Aidarov, Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor, State Technical University.*