

Выявление и анализ потерь при внедрении бережливого производства на промышленных предприятиях

И.В. Еманаков

аспирант Московского технологического университета (МИРЭА); Москва

e-mail: emanakov2@yandex.ru

С.А. Овчинников

к.т.н., доцент Московского технологического университета (МИРЭА); Москва

П.В. Грудзинский

аспирант Московского технологического университета (МИРЭА); Москва

Аннотация. Предложена методика для выявления и устранения существующих потерь в управленческих и производственных процессах предприятия и оценки возможных резервов повышения эффективности функционирования производственной системы предприятия.

Ключевые слова: «бережливое производство», уменьшение потерь, повышение функционирования, состояние потоков.

Относительно низкие темпы экономического роста в мире, высокие темпы технологического прогресса, а также необходимость захвата, удержания и расширения позиций на мировом рынке ставят предприятия промышленных отраслей в непростое положение.

Основная задача предприятий – выдержать конкуренцию на внешних и внутренних рынках. Эти задачи вынуждены решать компании во всем мире. Так, например, в Японии, одной из наиболее развитых стран, в результате конкурентной борьбы банкротятся 10...15 тыс. предприятий ежегодно. В то же время, выход многих российских производителей на международные рынки, перераспределение объемов экспортных поставок ставит под угрозу до сих пор устойчивое положение на внутреннем рынке, куда зарубежные предприятия способны поставлять более качественную продукцию по более низкой цене.

Таким образом, для того чтобы оставаться конкурентоспособным и обеспечить устойчивое развитие, современным организациям требует-

ся одновременно повысить качество продукции, уменьшить затраты и снизить сроки поставки продукции. Для достижения данных целей в мировой практике разработано множество подходов к управлению, среди которых одной из наиболее эффективных признана **концепция бережливого производства (Lean Production)**, объединившая различные методы управления.

Бережливое производство нацелено на **устранение потерь** во всех сферах деятельности организации, включая построение отношений с потребителями, проектирование продукции, выстраивание цепей снабжения, производственный менеджмент, транспортные и логистические операции. Целью такого производства является достижение минимальных затрат труда, минимальных сроков создания продукции, гарантированной поставки продукции потребителю, высокое качество при минимальной стоимости. При этом под потерями будем понимать любое действие, при выполнении которого расходуются ресурсы, но не создается ценность для потребителя продукции.

Накопленный международный и российский опыт в области бережливого производства [1–5] содержит примеры лучшей мировой практики применения концепции бережливого производства, однако не дает ответы на главный вопрос: как выявить потери в процессах предприятия и реализовать эффективные механизмы их устранения с использованием методов бережливого производства.

В настоящей статье предлагается методика выявления и устранения существующих потерь в управленческих и производственных процессах предприятия и оценки возможных резервов повышения эффективности функционирования производственной системы предприятия.

Методика выявления потерь в производственной системе предполагает выполнение четырех последовательных этапов (рис. 1).

Для реализации этапа «**выбор объекта анализа**» на предприятии формируется рабочая группа. Ее участники выходят на место возникновения проблемы для определения узких мест и системных ограничений в процессах. Определяют приоритетные проблемы путем мозгового штурма и производят последующее их ранжирование с учетом длительности времени производственного цикла.

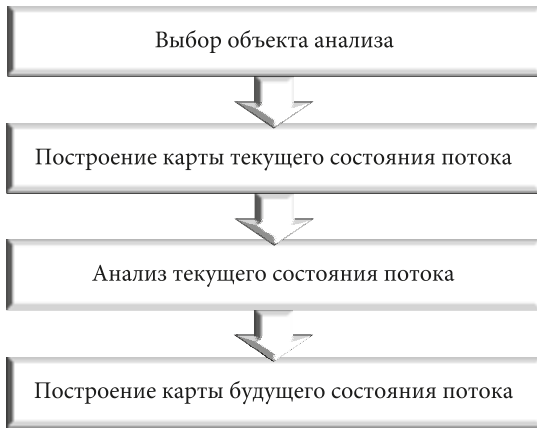


Рис. 1. Этапы выявления потерь в производственной системе

Верхний ранг (максимальное по продолжительности время цикла) является приоритетным процессом (объектом анализа). Далее строятся карты текущего состояния потока для выбранного процесса (объекта анализа).

На этапе «**построение карты текущего состояния потока**» осуществляется картирование производственных процессов с целью визуализации порядка изготовления изделий или оказания услуг путем построения карты потока.

При построении карты текущего состояния потока рабочая группа, в зависимости от поставленных целей оптимизации, определяет границы потока. Затем участники рабочей группы проходят по потоку от его начала до конца по фактической последовательности операций потока, фиксируя параметры ценности на каждой операции. Участники группы разрабатывают перечень показателей, собираемых по каждой операции потока. К основным показателям потока необходимо отнести:

- *штучное время* (время цикла) – время, за которое совершаются производственные операции, необходимые для изготовления единицы продукции в рамках одного цикла (от запуска до выпуска продукции), $t_{шт}$;

- *операционное время* (время создания ценности на каждой операции) – время, затрачиваемое на действия по созданию дополнительной ценности для потребителя продукции (внутреннего или внешнего), $t_{оп}$;

- *время такта потока* – интервал времени, в течение которого производится единица продукции, r ;

- *эффективность потока* (коэффициент эффективного использования рабочего времени) – относительный показатель, отражающий степень использования рабочего времени в производственном процессе, $K_{эф}$.

Рассмотрим подробнее расчетные соотношения для определения значений по основным показателям потока создания ценности.

Штучное время предлагается рассчитывать по формуле:

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{пер},$$

где: $t_{шт}$ – штучное время, мин.; $t_{осн}$ – основное время (время добавления ценности) – время, в течение которого происходит качественное изменение предмета труда, мин.; $t_{всп}$ – вспомогательное время – время, которое затрачивается на действия, связанные с обеспечением выполнения основной работы, мин.; $t_{обс}$ – время обслуживания – время, необходимое для поддержания рабочего места в надлежащем состоянии (организационное и техническое обслуживание производственных участков), мин.; $t_{пер}$ – время перерывов – время, необходимое на отдых и производственные надобности (переналадка оборудования, замена инструмента и т.п.), а также обусловленное технологией и особенностями организации конкретного производственного процесса., мин.

Операционное время предлагается рассчитывать по формуле:

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{всп},$$

где: $t_{оп}$ – операционное время, мин.; $t_{осн}$ – основное время, мин.; $t_{всп}$ – вспомогательное время, мин.

Время такта потока предлагается рассчитывать по формуле:

$$r = T_{эф}/N,$$

где: r – время такта потока, мин./шт.; $T_{эф}$ – эффективный фонд рабочего времени (доступное время) без учета всех перерывов за выбранный период, мин.; $T_{эф}$ отражает весь объем рабочего времени для изготовления продукции с учетом всех перерывов, связанных с выходными и праздничными днями, сокращенными сменами, очередными, дополнительными, учебными отпусками, отпусками без сохранения заработной платы, невыходами на работу, с выполнением государственных и общественных обязанностей за выбранный период времени; N – объем заказа продукции за выбранный период, шт.

Эффективность потока предлагается рассчитывать по формуле:

$$K_{эф} = \frac{\sum ВСЦ}{\sum ВСЦ + \sum T_{п}},$$

где: $K_{эф}$ – коэффициент эффективного использования рабочего времени; $\Sigma ВСЦ$ – суммарное время создания ценности на всех операциях потока; $\Sigma T_{п}$ – суммарное время потерь в потоке.

Определив перечень показателей, участники рабочей группы собирают данные по каждой операции, начиная с первой и до последней, фиксируя при этом процессы передачи информации. При сборе данных необходимо пользоваться достоверными данными хронометража, используя специальные инструменты: хронометры (секундомеры), рулетки (шагомеры), статистические данные, записи в журналах, отчетах.

При отсутствии достоверных данных по какому-то показателю руководитель подразделения организует ежесменный мониторинг данного показателя с помощью фотографирования рабочего

процесса и хронометража. В случае если нет возможности собрать достоверные данные по длительности процесса (редкий или очень длительный процесс), допускается использование экспертной оценки. При первой возможности следует уточнить собранные данные фактическими наблюдениями.

После сбора данных участники рабочей группы (на листах бумаги/в программном продукте) оформляют карту текущего состояния потока с использованием специальных условных обозначений.

На этапе «Анализ текущего состояния потока» участники рабочей группы в соответствии с целями работ по оптимизации выполняют анализ причин появления узких мест и системных ограничений в текущем состоянии потока. Для анализа используются специальные методы, перечень и краткое описание которых приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Перечень методов, используемых для анализа текущего состояния потока

№ п/п	Наименование метода	Описание метода
1	Метод исследования движений	<p>Применяется в целях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проектирования и совершенствования организации трудовых процессов; – исследования и совершенствования методов работы исполнителя; – исследования связей между трудом человека и работой машины в целях максимального использования времени работы человека и оборудования; – определения средств труда, т.е. машин, инструментов, оснастки и вспомогательных средств; – пространственного формирования рабочих мест, т.е. размещения предметов и средств труда. <p>При исследовании и совершенствовании трудовых процессов в полной мере применяются принцип анализа и синтеза, т.е. разбивка процессов на движения и их анализ, а также изучение процесса как целого.</p> <p>При методе исследования связи движений человека с работой машины исследуется: как часто и в какой последовательности рабочий приводит в действие отдельные элементы управления. Например: если сначала элемент А, а потом Б, то возникает связь АБ. Последующее приведение в действие элемента В создает связь БВ и т.д.</p> <p>На основе наблюдений или анализа хода работы можно установить все связи (сочетания), одновременно оценивая частоту и значимость отдельных связей, например, с точки зрения безопасности системы. Эти признаки оцениваются по трехбалльной шкале, т.е. наиболее многочисленные и важнейшие связи получают оценку 3, а последующие 2 и 1. Перемножением оценок частоты и важности получается общее значение связей.</p> <p>Для визуализации фактической траектории перемещения продукта/работников при выполнении заказа/операции применяют ленточный график (диаграмму «Спагетти»), который отображается на планировке участка (цеха, завода) либо на схеме расположения операций</p>
2	Диаграмма «Загрузки операторов» (диаграмма «Ямазуми»)	<p>Применяется для определения загрузки операторов с учетом времени цикла и времени такта. Диаграмма используется для последующего анализа и перераспределения нагрузки с целью устранения потерь</p>
3	Причинно-следственная диаграмма (диаграмма «Исикавы»)	<p>Применяется при разработке и непрерывном совершенствовании продукции. Диаграмма позволяет в простой и доступной форме систематизировать все потенциальные принципы рассматриваемых проблем, выделить самые существенные и провести поуровневый поиск первопричины</p>



№ п.п.	Наименование метода	Описание метода
4	А3	<p>Применяется для согласования решений между заинтересованными сторонами. Представляет собой отчет, составленный на листе формата А3, на котором размещается таблица, состоящая из нескольких столбцов, в которых:</p> <ul style="list-style-type: none"> – отражается существующая ситуация («текущее состояние»); – анализируются причины; – фиксируются предложения по улучшению; – описываются ожидаемые преимущества и изменения, после внедрения предложений по улучшению («будущее состояние»); – отображаются этапы реализации; – разрабатываются контрмеры с назначением ответственных и сроков исполнения; – периодически проверяется эффективность каждой контрмеры. <p>При возникновении проблемы заинтересованные лица одновременно выходят на место возникновения проблемы («Гемба») и совместно заполняют листок А3. Отчет рассылается для ознакомления всем заинтересованным сторонам, которые дают свои отзывы, и на их основе отчет корректируется, после чего руководство утверждает окончательную версию.</p>
5	Пять «Почему?»	<p>Применяется для поиска причин возникших несоответствий путем последовательной постановки вопросов и позволяет быстро построить причинно-следственные связи.</p>
6	Диаграмма Парето	<p>Применяется для выявления ключевых проблем с использованием ABC-анализа, поскольку в большинстве случаев подавляющее число потерь (проблем) (80%) возникают из-за относительно небольшого числа причин (20%).</p>

На последнем этапе «**Построение карты будущего состояния потока**» участники рабочей группы разрабатывают карту будущего (целевого) состояния для последовательного улучшения потока с учетом устранения (минимизации) выявленных потерь, а также и план организационно-технических мероприятий по переходу к будущему состоянию.

Чаще всего внедрение улучшений следует начинать с области задающего ритм процесса. Как правило, он находится ниже по потоку (но не обязательно). Также к существенным результатам приводят улучшения в системных ограничениях.

Карта будущего состояния потока должна быть разделена на области:

- область задающего ритм процесса (приоритетная для улучшений область);
- дополнительные области.

После внедрения улучшений в задающем ритм процессе следует двигаться выше по потоку к дополнительным областям. Цели улучшений в дополнительных областях будут определяться областью задающего ритм процесса.

После построения карты будущего состояния участники рабочей группы рассчитывают и указывают на карте показатели эффективности потока с учетом его будущего состояния.

План перехода к будущему состоянию должен включать:

- карту будущего состояния;
- детализацию процесса или компоновки участка, если это требуется;

- мероприятия по переходу к будущему состоянию.

При составлении плана перехода следует отчетливо сформулировать:

- что вы планируете делать и когда, шаг за шагом;
- измеримые цели улучшений;
- контрольные точки с указанием реальных конечных сроков и имен ответственных сотрудников.

Конкретные улучшения в области потока создания ценности необходимо выполнять по такому образцу:

- создание непрерывного потока, который движется в соответствии с временем такта;
- внедрение выравнивания (загрузка операторов в соответствии с требуемым временем такта потока);
- создание вытягивающей системы для управления производством (производство продукта только по требованию заказчика) на основе принципа «канбан» (инструмент вытягивающей системы, который дает сигнал о начале производства или доставке изделий с одного процесса на другой);
- использование местных улучшений для постоянного устранения потерь, сокращения объемов партий, расширения складов комплектующих изделий, работающих на принципе вытягивания и находящихся в непосредственной близости от места потребления.

Предложенная методика может быть использована предприятиями промышленности в целом, независимо от специфики и сферы деятельности, для обеспечения единства подхода к выявлению, анализу и устранению потерь в производственной системе при внедрении современных методов бережливого производства в целях повышения конкурентоспособности производимой продукции за счет снижения ее себестоимости, повышения качества и совершенствования производственных процессов.

Литература

1. Оно Т. Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства / Пер. с англ. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2005. – 192 с.
2. TMS. Total Management System. Всеобщая Система Управления (официальный текст). 4-й уровень. Первое издание. Перевод с японского. Институт сертификации по TPS (Toyota Production System), Исполнительный комитет сертификации по TMS, 2012.
3. Total Toyota Production System. Всеобщая производственная система Тойоты (официальный текст), 4-й уровень, Первое издание. Перевод с японского А.Г. Суханов. Институт сертификации по TPS (Toyota Production System), 2013.
4. Имаи М. Гемба кайдзен: Путь к снижению затрат и повышению качества/Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 346 с.
5. ГОСТ Р 56020–2014 Бережливое производство. Основные положения и словарь.

Identification and the Analysis of Losses at Introduction of Lean Manufacturing at the Industrial Enterprises

I.V. Emanakov, graduate student of Moscow Technological University (MIREA); Moscow

e-mail: emanakov2@yandex.ru

S.A. Ovchinnikov, candidate of technical sciences, associate professor of Moscow Technological University (MIREA); Moscow

P.V. Grudzinskiy, graduate student of Moscow Technological University (MIREA); Moscow

Summary. The technique intended for identification and elimination of the existing losses in administrative and productions of the enterprise and assessment of possible reserves of increase in efficiency of functioning of a production system of the enterprise is offered.

Keywords: «Lean manufacturing», reduction of losses, increase in functioning, condition of streams.

References:

1. Ono T. Production system of Toyota. Avoiding mass production. *Institute of complex strategic researches*. 2005. Moscow, 192 p.
2. TMS. Total Management System. General Control system (official text). 4th level. First edition. Translation from Japanese. *Institute of certification on TPS (Toyota Production System)*, Executive committee of certification on TMS, 2012.
3. Sukhanov A.G. Total Toyota Production System. General production system of Toyota (official text). 4th level. First edition. *Institute of certification on TPS (Toyota Production System)*. 2013.
4. Imai M. Gemba kayden: Way to cost cutting and improvement of quality. *Alpina Business Books*. 2005. Moscow, 346 p.
5. State standard R 56020-2014 Lean manufacturing. Basic provisions and dictionary.

О перспективах деятельности технического комитета по стандартизации №187 «Проведение исследований в полярных регионах»



Н.М. Куприков

к.т.н., директор АНО «Научно-информационный центр «Полярная инициатива»; Москва

e-mail: kuprikov@russianpolar.ru

В XXI веке Российская Федерация активно расширяет свое присутствие в полярных регионах. Поддержание приоритета РФ в Арктической зоне базируется на развитии научных исследований и образовательных инициатив академических институтов и университетов, государственных научных центров, высокотехнологичных компаний и корпораций.

Для развития Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) необходимым и важным является установление научного приоритета в данном регионе, путем разработки специальных инструк-