

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2022.25.81.032

Концептуальная модель измерений бережливого производства**Умалатов Ризван Серажутдинович**

Аспирант

Сургутский государственный университет

628412, Российская Федерация, Сургут, просп. Ленина, 1;

e-mail: umalатов_rizvan@mail.ru

Аннотация

Бережливое производство является одной из самых популярных парадигм в области сокращения потерь в процессах производства товаров и сфере услуг. Выживание абсолютно любых предприятий, промышленных или оказывающих некие услуги, в конечном итоге зависит от способности систематически и непрерывно реагировать на изменения рынка, с целью повышения ценности своей продукции. Именно поэтому необходимо создание добавленной стоимости; следовательно, внедрение системы бережливого производства становится ключевой компетенцией для любого типа организаций. В статье описывается предварительное исследование по разработке концептуальной модели для измерения бережливости на промышленном предприятии. Изучены наиболее распространенные инструменты или методы бережливого производства, изучена их полезность. В исследовании разработана концептуальная модель измерения бережливости, которая состоит из двух основных уровней, а именно измерений и факторов. Кроме того, модель показывает, как измерения бережливости в производственной системе соотносятся с восемью типами потерь (отходов). Отметим, что большинство исследований фокусируются на одном аспекте элементов бережливого производства, лишь очень немногие – на нескольких аспектах, но для успешного внедрения и функционирования концепции бережливого производства организация должна сосредоточиться на всех аспектах, таких как картирование потока создания ценности (VSM), ячеестое производство (CM), система U-line, балансировка линий, контроль запасов, одноминутная замена штампов (SMED), система Pull, Kanban, выравнивание производства и т.д. Предпринята попытка разработать карту бережливого маршрута через сборник технических документов для внедрения системы бережливого производства.

Для цитирования в научных исследованиях

Умалатов Р.С. Обзор методов внедрения бережливого производства: концептуальная модель измерений бережливого производства // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2022. Том 12. № 1А. С. 267-278. DOI: 10.34670/AR.2022.25.81.032

Ключевые слова

VSM, ячеестое производство, SMED, Pull system, Lean manufacturing, Lean production, Lean indicators, Lean assessment, Model.

Введение

Всем известный факт, как реклама – это двигатель торговли, так производство является основным двигателем роста экономики.

В современных реалиях, в условиях постоянно изменяющейся экономики, остро встают вопросы повышения качества продукции (услуг), производительности труда, ну и конечно же, вопросы конкурентоспособности и выживания. Предприятия всегда сталкивались с такими проблемами как растущий спрос клиентов на более качественную и улучшенную продукцию, непостоянный спрос и конкуренция.

Не приходится сомневаться и в том, что производители постоянно вносят изменения, улучшая свою ключевую деятельность или процессы для того, чтобы справиться с постоянно растущими вызовами.

Быть более эффективным – это единственный способ не только удержаться на плаву, но и получать прибыль. Отмечу, что предприятия уделяют много внимания тематике концепции бережливого производства, и, несомненно, внедрение бережливого производства все еще остается сложной задачей.

Бережливое производство – это набор методов, основанных на ошибках и открытиях, которые, призваны помочь в сокращении потерь и затрат и, как следствие, повышать производительность.

Бережливое производство считается методом сокращения потерь, поскольку предлагает, как считают многие авторы, максимизацию ценности продукта за счет минимизации отходов.

Принципы бережливого производства способны определить ценность продукта/услуги, то, как ее воспринимает клиент, а затем привести процесс создания продукта в соответствие с требованиями клиента.

К возможным потерям можно отнести затраты на транспортировку, запасы, перепроизводство, переработку и дефекты или производственный брак.

Устранение этих потерь достигается за счет успешного внедрения элементов бережливого производства. Различные исследования показывают, что большинство исследователей, авторов фокусируются на одном или двух методах выявления потерь и предлагают свои решения для их устранения. Например, в исследованиях, посвященных концепции бережливого производства многие авторы пришли к выводу, что эффективное использование ресурсов путем минимизации потерь является важнейшим аспектом бережливости, так как целью бережливого производства является сокращение потерь и деятельности, не приносящей прибыли.

По сути, основная идея бережливого производства заключается в максимизации потребительской ценности при минимизации потерь.

Конечной целью внедрения бережливого производства является повышение производительности, улучшение качества, сокращение времени выполнения заказа, снижение затрат и так далее [Singo et al., 1985]. Эти факторы указывают на эффективность системы бережливого производства.

Другие авторы утверждают, что внедрение элементов бережливого производства стали причиной успеха Японии. Идеология основана на том, что модель бережливого управления была впервые разработана в Toyota Motor Company японцами после Второй мировой войны, в их стремлении снизить затраты. Таким образом, внедрение концепции lean значительно изменило рынок и стратегию во время его первого появления в развитии автомобильной промышленности, пионером которого стала Toyota Production System (TPS).

Успех TPS показывает и доказывает, что методы бережливого производства являются мощными и значимыми.

Отметим, что основными методами внедрения системы бережливого производства, являются:

- картирование потока создания стоимости (VSM), которое определяет поток создания стоимости как «Каждый вид деятельности, включая деятельность с добавленной стоимостью (VA) и деятельность без добавленной стоимости (NVA), необходимый для преобразования сырья в готовую продукцию путем отображения процессов и информационных потоков, необходимых для каждого продукта» [Rother et al., 1999],
- система «толкай» и «тяни», которая описывает, что система «тяни» полагается на требования клиента, в то время как система «толкай» полагается на заранее установленный график [Benin Dergiz et al., 2000],
- Cellular Manufacturing производства продукции с минимальным временем ожидания и транспортировки путем сглаживания технологического потока. Дальнейшие колебания потока на линии улучшаются с помощью концепции U-линии и концепции балансировки линии, системы Канбан.
- Механизм управления потоком (MFC), который доставляет нужное количество деталей в нужное время [Graves, Koporka, 1995].
- Система Канбан – этап производства и этап изъятия. Поток деталей обеспечивает систему производства «точно в срок» для того, чтобы придерживаться прямолинейного графика без перерывов, обратного потока или брака, сокращая время Takt и снижая риск отказов машин и ошибок оператора.
- Одноминутная замена штампов (SMED)/Однотактная замена штампов (OTED) – это систематическое сокращение времени переналадки путем преобразования возможного внутреннего времени настройки (выполняемого во время остановки машины) во внешнее время (выполняемое во время работы оборудования) и упрощения и рационализации оставшейся деятельности [Singo et al., 1985]. Выравнивание производства увеличивает объем производства, а также производственную структуру и эффективность производства за счет сокращения отходов, неравномерности и перегрузки людей или оборудования [Liker et al., 2004]. Выравнивание деталей ведет к успешной реализации концепции «Каждая деталь через каждый интервал» (EPEI).

Немаловажную роль играют сотрудники их вера, приверженность, методы работы и коммуникация. Для успешного внедрения и функционирования системы бережливого производства необходима мотивация. Однако вспомогательные элементы, такие как TPM, TQM, в данной обзорной статье не рассматриваются.

Основная часть

Основной целью данного исследования является изучение концепции бережливого управления, применяемой на практике в различных отраслях промышленности. Для этого ставятся такие задачи как:

- Анализ текущей практики внедрения бережливого управления в промышленности.
- Анализ ограничений, которые сдерживают бережливое производство на начальной стадии на предприятиях, выявление потерь, которые присутствуют на предприятии и способы их устранения.

Система бережливого производства

Liker J., профессор промышленного инжиниринга Мичиганского университета посвятил себя изучению бережливых систем, и пришел к выводу, что концепция значительно улучшает качество продукции, снижает затраты и доставку,

Shah R и др. отмечают, что бережливое производство – это многомерный подход, который охватывает широкий спектр методов управления, включая «точно в срок», систему качества, рабочие команды, клеточное производство и управление поставщиками в интегрированной системе.

По мнению Петерсена Дж., бережливое производство – это больше, чем набор инструментов, поскольку это философский подход к производству. Поэтому бережливое производство также рассматривается как философия непрерывных улучшений и уважения к людям.

Дом бережливости

Рассматривая инструменты бережливого производства, невозможно пройти мимо трудов Лайкера, который проиллюстрировал наиболее распространенные инструменты бережливого производства в виде дома, как показано на рисунке 1.

Цель бережливого производства находится на крыше и заключается в достижении наилучшего качества, наименьших затрат, кратчайшего времени выполнения заказа, наивысшей безопасности и высокой морали.

Левая колонна включает в себя принцип Just-in-Time, который состоит из планирования производства и инструментов выравнивания, таких как время такта, непрерывный поток, система вытягивания, быстрая переналадка и интегрированная логистика.

Правый столп связан с принципом Jidoka, который не позволяет дефектной детали попасть на следующий этап процесса производства, а также предлагает роботизацию (отделение людей от машин).

Люди находятся в центре концепции lean house, поскольку люди видят потери и решают проблемы, что, в свою очередь, приводит к постоянному улучшению производственных процессов.

Фундамент дома должен быть стабильным, чтобы столбы стояли устойчиво, и должен состоять из таких инструментов, как система 5S, стандартизированная работа и выровненное производство.

Методы бережливого производства

Как отмечалось выше, достаточно нелегко внедрить концепцию бережливого производства на предприятии. Для этого необходимы всестороннее улучшение каждого процесса функционирования организации.

Существует ряд методов и параметров, которые помогают поддерживать систему бережливого производства в организации:

- Составление карты ценности.
- Одноминутная замена штампов.
- Поток отдельных деталей.
- Контроль запасов с помощью карточной системы.
- Концепция (Разделение, Самодисциплина, Упрощение, Стандартизация, Устойчивость).
- Всеобщее продуктивное обслуживание.

- Визуальное управление.
- Оптимизация производственных линий.



Рисунок 1 - Дом бережливости по Д. Лайкеру

Виды потерь, на которые направлен метод Lean

Согласно статье Shabeena et al, различные виды потерь в процессе жизнедеятельности предприятия подразделяются на категории (табл. 1).

Интересно отметить, что «отходы», на которые обычно ориентируются экологи, такие как отходы сырья, не включают в список производственных потерь, изучаемых бережливым производством.

Таблица 1 - Возможные виды потерь на производстве

Виды потерь	Расшифровка потерь
Дефекты	Производство продукции не в соответствии со спецификацией, компонентов или услуг, которые приводят к браку, переработке, замене продукции, перерасходу, и/или дефектным материалам
Ожидание	Задержки, связанные с отсутствием запасов, задержка в обработке, простои оборудования
Ненужная обработка	Процессы, которые не требуются для производства продукта
Перепроизводство	Производство дополнительных изделий, на которые нет заказов
Движение	Ненужные или напрягающие движения человека, а также транспортировка незавершенного производства на большие расстояния
Инвентаризация	Сырье в избытке или готовая продукция
Неиспользуемый сотрудник Творчество	Неспособность охватить сотрудников предложениями по улучшению процессов
Сложность	Большее количество деталей, сложные технологические операции или затраты времени, неспособные удовлетворить потребности клиента

Основные методы бережливого производства

На рисунке 2 изображены восемь основных методов бережливого производства.

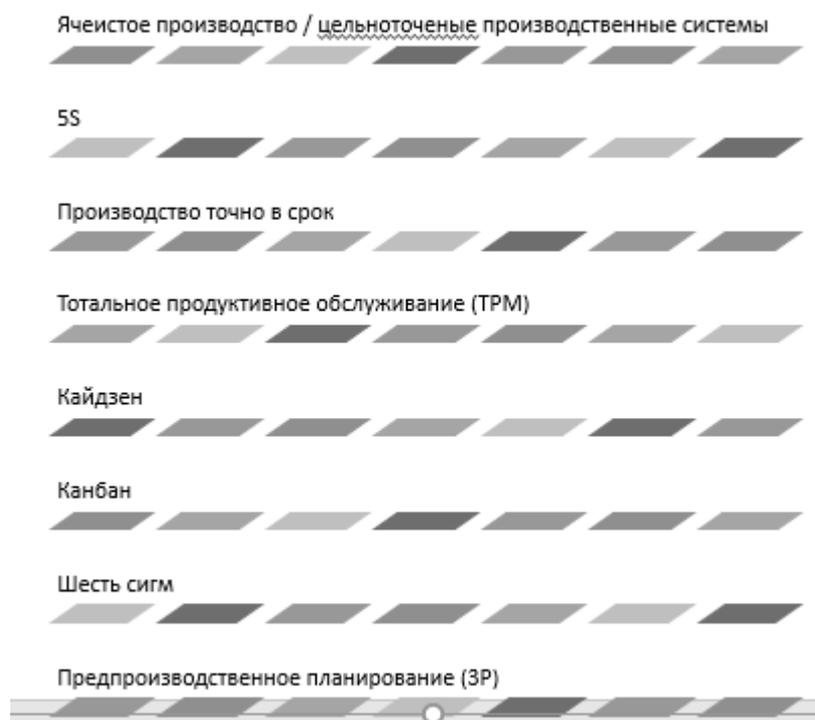


Рисунок 2 - Основные методы бережливого производства

Инструменты бережливого производства

Многие авторы проводят исследования в области методов и инструментов бережливого управления, например, такие как 5S, анализ узких мест, непрерывный поток, Gemba, Heijunka, HoshinKanri, Jidoka, Just-In-Time, Kaizen, Kanban, KPI, Overall Equipment Effectiveness, PDCA, PokaYoke, Root Cause Analysis, Single Minute Exchange of Die (SMED), Six Big Losses, SMART Goals, Standardized Work, TaktTime, Total Productive Maintenance, Value Stream Mapping и Visual Factory, используемые для повышения производительности на предприятиях. В статье рассмотрены, менее известные, на мой взгляд, инструменты.

Сотовое производство (СМ): Ячеечное производство – это концепция, которая позволяет увеличить ассортимент продукции с минимальными возможными потерями. Ячейка состоит из оборудования и рабочих мест и располагается в определенном порядке, чтобы поддерживать плавный поток ресурсов и компонентов в процессе производства.

Непрерывные улучшения (5S): Одним из наиболее эффективных инструментов непрерывного совершенствования является система 5S, которая является отправной точкой для эффективной бережливой компании. 5S – это первый, модульный шаг к серьезному сокращению потерь. 5S состоит из пяти японских слов:

Seiri (сортировать), Seiton (выпрямлять), Seiso (подметать и убирать), Seiketsu (систематизировать) и Shitsuke (стандартизировать).

Сейри: Занимается перемещением тех предметов, которые в настоящее время не используются на постоянной основе (например, предметы, которые не будут использоваться в ближайший месяц или около того) от тех, которые используются.

Сейтон: Имеет отношение к расположению нужных предметов в нужной области.

Предметы, которые не относятся к определенной зоне, не должны находиться в этой зоне.

Сейсо: Занимается методичной уборкой и подметанием рабочего места. Рабочее место должно выглядеть аккуратным, чистым и готовым к следующей смене.

Сейкетсу: Поддерживать высокий стандарт уборки и обустройства рабочего места.

Shitsuke: ответственность руководства за обучение людей правилам ведения домашнего хозяйства. Иногда добавляется шестое S – безопасность.

Хотя приверженцы 5 S утверждают, что эффективное внедрение 5 S в конечном итоге приведет к безопасности.

Just-in-Time: С бережливым производством тесно связан принцип «точно в срок», поскольку это управленческая идея, которая пытается устранить источники производственных потерь путем производства нужной детали в нужном месте в нужное время. Идея в целом состоит из трех элементов:

- производство,
- распределение,
- закупка.

Кайдзен: Кайдзен – японский термин, который переводится как «постоянное улучшение» или «изменение, чтобы расти и быть хорошим».

Концепция управления, созданная японцами для того, чтобы непрерывно осуществлять постепенные изменения к лучшему, вовлекая в них каждого сотрудника организации, от менеджеров до рабочих. Целью Кайдзен является создание все большей и большей производственной ценности с меньшими и меньшими потерями (превосходная эффективность), достижение лучшей рабочей среды и развитие стабильных процессов путем стандартизации.

Вопросы и проблемы

Хорошо известно, что благодаря применению LMS любая организация может извлечь выгоду из имеющихся ресурсов. Многие компании, внедряющие Lean, не пользуются всеми преимуществами в должной мере, а останавливаются на каком-либо достигнутом этапе. Исключительно успешные компании могут, обратив выгоду от внедрения концепции в капитализацию.

В современных реалиях, в условиях развития технологий и глобализации сотрудники предприятий, включая топ-менеджмент, не знают о системе, которая может быть полезна для их профессионального роста и улучшения условий труда. С применением LMS существует невидимая опасность отказа или отмены определенных существующих методов и инструментов в организации. Успех LMS в значительной степени зависит от различных факторов, но ключевым фактором является восприятие сотрудниками и работа в организации.

Ключевым фактором является восприятие сотрудников и работа руководства. Несмотря на то, что LMS – это не очень старая техника, позволяющая повысить качество продукции и улучшить производственные процессы в любой организации, тем не менее, она требует глубокого понимания, знаний и навыков для ее успешного применения. Обучение обычно предоставляет сотрудникам золотую возможность отточить свои скрытые навыки и дать им возможность узнать о последних тенденциях и технологиях. Поскольку LMS является чем-то новым, сотрудники нуждаются в серьезном обучении. Но иногда организации считают, что обучение – это дополнительное финансовое бремя, которое может уменьшить их долю прибыли и не принести пользы их сотрудникам.

Успех от внедрения концепции во многом зависит от планирования и реализации планов и политики.

Обзор внедрения элементов бережливого производства (отечественный опыт).

На данном этапе развития мирового общества, компании, являющиеся несомненными лидерами в своей области (например, Toyota, Boeing Airbus, Ford, Xerox и др.) активно используют методы бережливого производства, в то время как Россия отстала в этом плане на десятилетия. Однако, российские предприятия уже сейчас пытаются, то ли наверстать упущенное, то ли от жизненной необходимости, активно внедрять систему бережливого производства на своих предприятиях. Доказательством этому может служить рост числа отечественных предприятий, совершенствующие целые системы менеджмента качества с использованием элементов бережливого производства.

Как показывает статистика, с каждым годом в Российской практике увеличивается число компаний, совершенствующих системы менеджмента качества под систему бережливого производства (рис.4). Подтверждением может служить статья Умалатова Р.С., Фейзуллаева М.А. «Перспективы внедрения элементов бережливого производства в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре».



Рисунок 3 - «Карта бережливого производства России»

Проблемы внедрения и устойчивости бережливого производства

Решение проблем, возникающих в процессе внедрения и поддержания lean, это кропотливая работа, поскольку концепция связана со временем, затратами, интересом и вовлеченностью – понятиями, которые в совокупности создают и поддерживают новые изменения для дальнейшего развития фирмы. Многие исследования показывают, что новые, создающиеся предприятия активно внедряют и принимают бережливое производство и другие инновационные концепции, в отличие от старых уже существующих фирмы.

Противодействующие и движущие силы перехода к бережливому производству, определенные Т. Мелтоном, показаны на рисунке 5.

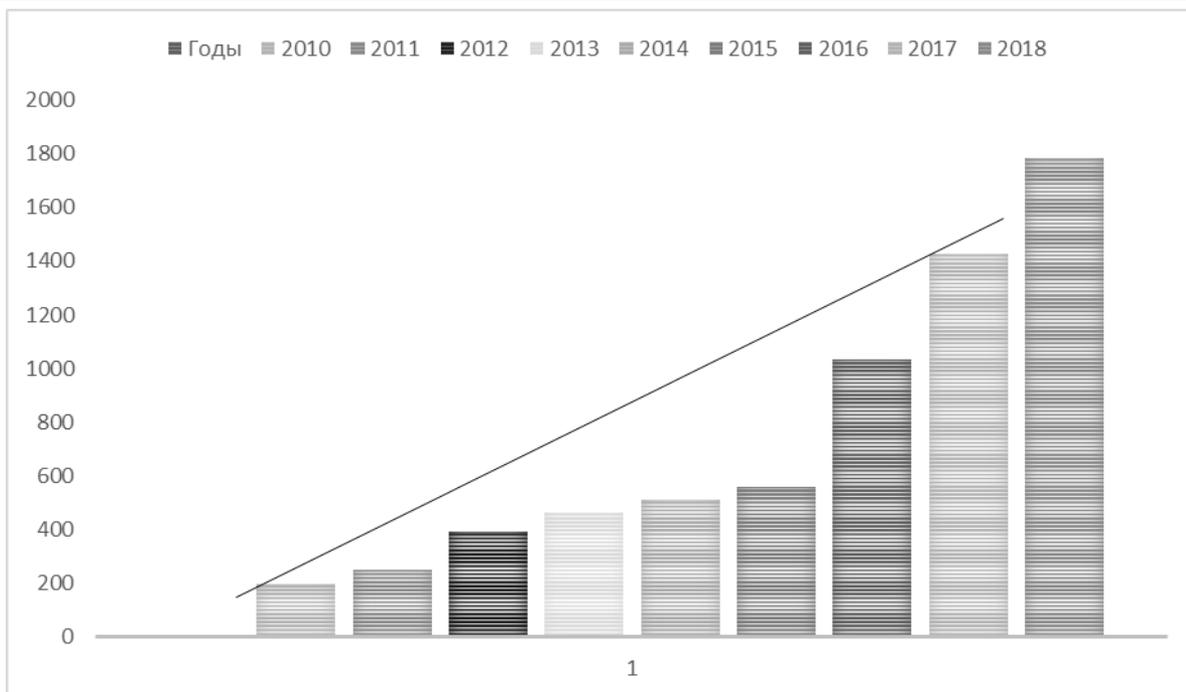


Рисунок 4 - Динамика использования элементов бережливого производства в РФ по годам (собственное исследование)

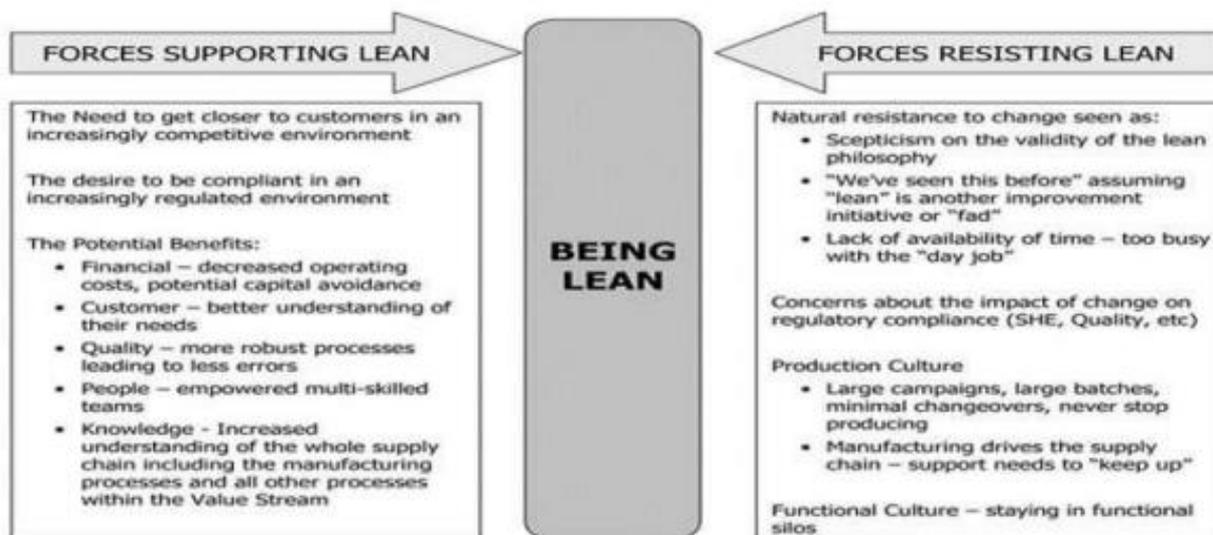


Рисунок 5 - Противодвижущие и движущие силы перехода к бережливому производству

- Важными факторами сопротивления изменениям в производственных секторах являются:
- Боязнь изменить унаследованную систему в соответствии с новыми успешными тенденциями и методологиями
 - Неиспользование возможностей и преимуществ новой политики.
 - Дестабилизация рынка приведет к принуждению к изменениям, которые будут иметь нестандартный формат.

Резюме и обсуждение

Проведя анализ теорий и практик по внедрению элементов бережливого производства, можно сказать, что предприятия зачастую фокусируются только на некоторых аспектах методов бережливого производства, например, таких как ячеестое производство, система вытягивания, выравнивания производства и т.д.,

В действительности, долгосрочный успех в конкурентной бизнес-среде зависит от устранения таких проблем, как отсутствие планирования, отсутствие последовательности и взаимозависимости элементов бережливого производства. Чтобы преодолеть эту проблему, элементы бережливого производства внедряются последовательно в соответствии с грамотно составленным планом.

В данном исследовании предложена «Дорожная карта бережливого производства», которая выстраивает алгоритм внедрения системы бережливого производства.

Заключение

Внедрение концепции бережливого производства способно дать положительный эффект за счет таких факторов как: увеличение производительности в несколько раз; снижение простоев; возможно сокращение производственных циклов; снижение риска выпуска бракованных изделий, некачественное предоставление услуг; и т.д.

Обобщая все, можно сказать, что перспектива внедрения элементов бережливого производства имеет место быть. Применение системы бережливого производства располагает к созданию адаптивной, гибкой системы управления, которая, в свою очередь, способна к непрерывному улучшению, повышению конкурентоспособности предприятия и производительности труда.

Внедрение такой системы позволит найти возможности для минимизации потерь, улучшения качества продукции, визуализировать возможные риски и т.д.

Вывод данного исследования показывает, что для успешного внедрения системы бережливого производства необходима интеграция и одновременное внедрение элементов бережливого производства в правильной последовательности. В исследовании также предлагается подробная Дорожная карта внедрения, которая дает хорошую теоретическую для внедрения системы бережливого производства.

Библиография

1. Ablulmalek F. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study // *International Journal of Production Economics*. 2007. Vol. 107. Is. 1. P. 223-236.
2. Bhuyian N. An overview of continuous improvement: From the past to the present // *Management Decision*. 2005. 43(5). P. 761-771.
3. Das K. et al. Machine reliability and preventive maintenance planning for cellular manufacturing systems // *European Journal of Operational Research*. 2007. Vol. 183. Is. 1. P. 162-180.
4. Graves R. et al. Literature review of material flow control mechanism // *Production planning and Control*. 1995. 6(5). P. 395-403.
5. Guerriero F., Miltenburg J. The stochastic U-line balancing problem // *Naval Research Logistics*. 2003. 50. P. 31-57.
6. Liker J. *The Toyota Way to Lean Leadership: Achieving and Sustaining Excellence*. McGraw Hill, 2004. 476 p.
7. Monden Y. *Toyota Production Systems*. Industrial Engineering and Management Press, 1983. 247 p.
8. Petersen J. *Toyota way*. McGraw-Hill Publishing House, 2003. P. 28-33.
9. Rother M., Shook J. *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA*. Lean Enterprise Institute, 1999. 102 p.

10. Shingo S. A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Productivity Press, 1985. 384 p.

Conceptual model of lean manufacturing measurements

Rizvan S. Umalatov

Post graduate student,
Surgut State University,
628412, 1 lenina av., Surgut, Russian Federation;
e-mail: umalatov_rizvan@mail.ru

Abstract

Lean manufacturing is one of the most popular paradigms in the field of waste reduction in the production of goods and services. The survival of absolutely any enterprise, industrial or providing some kind of service, ultimately depends on the ability to systematically and continuously respond to market changes in order to increase the value of their products. That is why it is necessary to create added value; therefore, the implementation of a lean manufacturing system becomes a core competency for any type of organization. The article describes a preliminary study on the development of a conceptual model for measuring lean in an industrial enterprise. The most common tools or methods of lean manufacturing have been studied, their usefulness has been studied. The study developed a conceptual model for measuring thrift, which consists of two main levels, namely measurements and factors. In addition, the model shows how measures of lean in a manufacturing system correlate with eight types of waste (waste). Note that most studies focus on one aspect of the elements of lean manufacturing, very few ones focus on several aspects, but for the successful implementation and operation of the concept of lean manufacturing, an organization must focus on all aspects, such as value stream mapping (VSM), cellular manufacturing (CM), U-line system, line balancing, inventory control, one-minute die change (SMED), Pull system, Kanban, production leveling, etc. An attempt was made to develop a lean route map through a collection of technical documents for the implementation of a lean manufacturing system.

For citation

Umalatov R.S. (2022) Kontseptual'naya model' izmerenii berezhlivogo proizvodstva [Conceptual model of lean manufacturing measurements]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 12 (1A), pp. 267-278. DOI: 10.34670/AR.2022.25.81.032

Keywords

VSM, cellular manufacturing, SMED, Pull system, Lean manufacturing, Lean production, Lean indicators, Lean assessment, Model.

References

1. Ablulmalek F. (2007) Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107, 1, pp. 223-236.
2. Bhuyian N. (2005) An overview of continuous improvement: From the past to the present. *Management Decision*, 43(5), pp. 761-771.

3. Das K. et al. (2007) Machine reliability and preventive maintenance planning for cellular manufacturing systems. *European Journal of Operational Research*, 183, 1, pp. 162-180.
4. Graves R. et al. (1995) Literature review of material flow control mechanism. *Production planning and Control*, 6(5), pp. 395-403.
5. Guerriero F., Miltenburg J. (2003) The stochastic U-line balancing problem. *Naval Research Logistics*, 50, pp. 31-57.
6. Liker J. (2004) *The Toyota Way to Lean Leadership: Achieving and Sustaining Excellence*. McGraw Hill.
7. Monden Y. (1983) *Toyota Production Systems*. Industrial Engineering and Management Press.
8. Petersen J. (2003) *Toyota way*. McGraw-Hill Publishing House.
9. Rother M., Shook J. (1999) *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA*. Lean Enterprise Institute.
10. Shingo S. (1985) *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press.