

УДК 338.3:658.5

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА¹

И. В. Гребёнкин, И. О. Боткин

Долгосрочные принципы бережливого производства являются признанным источником конкурентного преимущества. Тем не менее, можно отметить наличие определенных сложностей в области практической комплексной оценки эффективности реализуемых решений и принципов. Целью исследования является разработка научно обоснованной системы показателей оценки промышленных предприятий, обсуждение возможных особенностей ее реализации и ключевых факторов, которые следует принимать во внимание при принятии решений. Достижение указанной цели в рамках настоящего исследования предполагает: проведение обзора теоретических и эмпирических исследований в рассматриваемой предметной области; анализ собранной информации для идентификации рамок и размерности модельной системы индикаторов; построение системы показателей оценки бережливого производства на промышленных предприятиях; обсуждение некоторых практических особенностей применения модели наряду с возможными ограничениями ее использования.

С учетом результатов предыдущих теоретических эмпирических исследований разработан комплексный инструмент оценки параметров бережливого производства с использованием объективных, количественных, прямо измеримых показателей. Предложенная модель включает девять количественных направлений измерения эффективности, охватывая широкий спектр деятельности и основных процессов в организации, позволяет представить усилия в области реализации идеи бережливого производства в структурированном виде.

Разработанные положения могут быть использованы как в качестве базы для оценки усилий по реализации принципов бережливости на различных предприятиях промышленности, определяя модель и направление дальнейшего развития, так и для совершенствования методических положений дальнейших теоретических и эмпирических исследований.

Ключевые слова: бережливое производство, философия бережливости, оценка эффективности, устранение потерь, количественные измерения, управление качеством, запасы

Введение

Усиление международной конкуренции на открытом мировом рынке оказывает давление на компании, требуя постоянно роста производительности своих систем. Чтобы сохранить и увеличить долю рынка, компании должны выпускать высококачественную продукцию экономически эффективным образом в более короткие сроки. В первую очередь, это ответ на требования клиентов и рынка в контексте создания стоимости, включая устойчивость и индивидуализацию продукции.

Исходя из этого, значительные улучшения в деятельности предприятия могут возникнуть в результате принятия концепции бережливости в течение всего жизненного цикла продукта. Это предполагает систему разработки продукта и управление цепями поставок. Однако вопросам, связанным непосредственно с производством, уделяется большее внимание.

Бережливое производство может быть определено в простых понятиях: как производить именно то, что нужно, когда это необходимо, с минимальным количеством ресурсов и пространства. Основная цель бережливого производства часто рассматривается как ликвидация потерь. Ликвидация потерь и короткие сроки изготовления, безусловно, необходимы для выпуска конкурентоспособной продукции, но не являются достаточными условиями для обеспечения долгосрочного выживания в сегодняшних условиях экономической реальности. Необходима новая парадигма, которая будет принимать концепцию бережливости не только в плане ликвидации производственных потерь, но и в созидании нового продукта.

Чтобы добиться значительных изменений в производительности предприятия и экономии конечных системных издержек, необходимо, чтобы все предприятие подверглось бережливому преобразованию. Для этого должны происходить существенные изменения в эффективности работы предприятия, направленные на создание стоимости, формирование среды, постоянное совершенствование процессов,

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 15–18–00049.

стимулирующих инновации и сотрудничество, основанные на принципах бережливости.

Несмотря на то, что существует значительное число оценочных моделей по различным аспектам бережливого производства, наблюдаются определенные сложности в области формирования комплексной, научно обоснованной, практически применимой, структурированной системы показателей оценки принципов бережливости. Для оценки эффективности бережливого производства в масштабах всей организации необходим соответствующий инструментарий.

Бережливое производство в качестве бизнес-стратегии

Бережливое производство является наиболее известной концепцией, реализуемой на уровне производственной системы, но оно может применяться гораздо более широко — в качестве целостной бизнес-системы [20, 23].

Суть философии бережливости заключается в том, что все бизнес-процессы и функции интегрируются в единую целостную систему, основной целью которой является обеспечение ценности для клиентов за счет непрерывных улучшений и устранения потерь на основе принципов и практических инструментов бережливого производства [20]. Поскольку все бизнес-процессы взаимосвязаны, бережливое производство не может функционировать в изоляции, чтобы реализовать свой потенциал [29]. Это подтверждается результатами ряда эмпирических исследований. Существует значительный разрыв в производительности между фирмами, которые применяют методы бережливого производства исключительно на уровне организации деятельности предприятий или отдельных цехов, по сравнению с теми, которые приняли концепцию бережливости на уровне организационной культуры. Основной причиной указанных различий является то, что многие компании приняли инструменты бережливого производства, но не принимают в расчет их взаимодействие как системы [26].

Бережливое производство представляется в качестве философии долгосрочного роста, обеспечиваемого за счет генерации ценности для потребителя, общества и экономики с задачами снижения издержек, уменьшения сроков поставки и улучшения качества путем полной ликвидации потерь. Исходя из этого, концепция бережливого производства предполагает развитие эффективных производственных систем, которые потребляют меньше ресурсов,

создавая более высокое качество при меньшей себестоимости. Используя практические и проектные перспективы, одной из ключевых стратегий в рамках данной концепции является ликвидация отходов [32].

Менеджмент на основе принципов бережливого производства позволяет фирмам получить более высокий уровень эффективности, конкурентоспособности при минимальных затратах, с высоким уровнем производительности, скорости доставки, минимальном уровне запасов и оптимальном качестве. Поскольку устранение отходов снижает переменные производственные издержки, связанные с использованием рабочей силы, материалов и энергии, происходит повышение рентабельности продукции. Кроме того, бережливое производство нацелено на уменьшение непроизводительных потерь, связанных с постоянными издержками (производственные помещения, оборудование, другие элементы основного капитала, а также затраты на их обслуживание) и инжинирингом.

Концепция бережливости, основанная на философии производства точно в срок, была разработана в условиях ведения бизнеса, которые сильно отличались от моделей лидирующих компаний того времени. Последние использовали массовое производство, экономию за счет масштаба и крупное оборудование для производства максимально возможного количества деталей при минимально возможных затратах. Модель бережливого производства была ориентирована на относительно узкий рынок и, отчасти, обуславливалась необходимостью производить различные модели на одной и той же сборочной линии, чтобы удовлетворить требования своих клиентов. Следовательно, ключевым критерием являлась гибкость [26].

Одной из основных целей бережливого производства является реализация философии непрерывного совершенствования, которая позволяет компаниям сократить расходы, улучшить процессы и устранить потери для повышения удовлетворенности клиентов и прибыли [43]. Бережливое производство предоставляет компаниям инструменты для выживания на мировом рынке, который требует более высокого качества, более быстрой доставки и более низких цен, при объемах, необходимых для поддержания доходности бизнеса. В частности, его основными задачами являются: радикальное сокращение потерь в цепочке поставок; сокращение запасов и площадей, задействованных на производстве; создание

более стабильных и надежных производственных систем; создание соответствующих систем для доставки сырья и материалов; улучшение в области использования производственных площадей организации для повышения гибкости.

Одним из самых сложных изменений, которые должны быть внесены руководством организации при запуске процесса бережливой трансформации, является отказ от восприятия улучшений производства в качестве средства для сокращения затрат в краткосрочной перспективе [28]. Это связано с тем, что такое мышление, характерное для массового производства, будет ограничивать результативность усилий, предпринимаемых компаниями с бережливыми инициативами [2].

Бережливое производство — это набор методов, которые концептуально отличаются от традиционных производственных систем. Модель бережливости базируется в основном на новом способе мышления и повседневной работе внутри компании, требуя радикальных изменений в том, каким образом люди воспринимают производственный процесс. Преобразование системы массового производства в бережливую систему, включающее рядовые технологические изменения и реализацию стандартизированных бережливых инструментов и методов, таких как улучшение потоков, разработка способов обеспечения непрерывности производства, сокращение запасов, представляет собой незначительный объем усилий по внедрению бережливой системы производства в компании. Остальные инструменты менее очевидны, их значительно сложнее реализовать. Поэтому необходимым элементом для применения новых концепций и принципов являются культурные изменения, увеличивающие шансы на успешную реализацию бережливой системы производства [2].

Экономическая оценка бережливого производства

У существующих инструментов и моделей оценки бережливого производства, описанных в литературе, есть слабые и сильные стороны. Тем не менее большинство способов оценки ориентировано на различные стороны экономики, а не цельную картину. Кроме того, некоторые из инструментов сосредоточены только на вопросах, связанных с восприятием сотрудников, и предполагают использование качественных методов [8, 14, 18, 19, 37, 40].

Другое направление предполагает использование различных измерителей производи-

тельности на основе количественной оценки [1, 7, 12, 13, 41]. Большинство из существующих исследований не используют качественные и количественные методы одновременно [3].

Использование только ограниченного ряда измерителей может приводить к однобокости и предвзятости оценки. В то время как количественная оценка ориентирована на достижение приемлемого уровня эффективности, качественная оценка является контекстной и отражает восприятие заинтересованных сторон. В этой связи использование качественных методов в ряде случаев может давать более широкие перспективы оценки. Исходя из этого при построении системы оценки необходимо использовать как количественные, так и качественные показатели, чтобы дать общее представление о характере усилий организации в области «бережливости».

Количественные измерители результативности предполагают использование относительных показателей, основанных на использовании нечеткой логики и базовых принципах концепции бережливого производства.

В количественных исследованиях, рассмотренных в литературе, были реализованы различные модели измерения показателей эффективности бережливого производства [12, 13, 16, 41].

Несмотря на то, что в каждом исследовании представлены уникальные методики оценки, можно отметить их недостатки, поскольку конкретные показатели эффективности используются только для определенных частей организации, что приводит к ограниченности перспектив их использования (табл. 1).

Хотя некоторые важные показатели эффективности рассматриваются более подробно, ни одно из существующих исследований не представляет собой всеобъемлющую модель, включающую все основные аспекты, относящиеся к бережливому производству. Другим существенным недостатком можно считать, тот факт, что ряд исследований имеет количественную базу, но их результаты, по сути, являются в значительной мере субъективными, поскольку уровни эффективности работы по ключевым показателям ранжируются респондентами.

Следует отметить, что недостатки моделей оценки во многом связаны с некоторой нечеткостью самой концепции бережливого производства, объединяющей обширный набор отдельных практик в некую взаимосвязанную, и, в большей степени, организационно-философскую модель.

Таблица 1

Методики комплексных оценок бережливого производства

Авторы	Содержание	Показатели и основные измерители
Karlsson, Ahlstrom (1996)	Дискретные измерения, выделенные на основе принципов бережливого производства. Измерители, отражающие производительность бережливой системы, связаны с определенным набором показателей	Производительность, качество, время выполнения, стоимость
Bayou, De Korvin (2008)	Сравнения уровня бережливости организаций на основе нечеткой логики. Выделены три уровня бережливости для организаций в сфере промышленного производства	JIT (точно в срок), <i>kaizen</i> (кайзен), контроль качества
Wan, Chen (2008)	Интегрированный количественный показатель общего уровня бережливости. Весовые показатели должны сопоставляться со стратегической направленностью и задачами организации	Время, издержки, стоимость продукта
Fullerton, Wempe (2009)	Влияние нефинансовых показателей эффективности производства на бережливое производство и финансовые показатели. Прибыль в качестве измерителя финансовой эффективности	Время производства, качество продукции, размер партии, вовлеченность сотрудников
Searcy (2009)	Композитный измеритель, отражающий общую успешность организации. Различные измерители бережливости могут быть взвешены в зависимости от целей и приоритетов фирмы	Качество, производственная мощность, производительность, материальные запасы и стоимости
Singh, Garg, Sharma (2010)	Методология измерения бережливости на базе элементов нечеткой логики. Текущий уровень эффективности ключевых показателей определен исходя из субъективных оценок респондентов	Поставщики и клиенты, инвестиционные приоритеты, практика бережливости, минимизация потерь
Behrouzi, Wong (2011)	Модель оценки эффективности в системах JIT («точно в срок») с использованием относительных показателей на основе нечеткой логики	Минимизация потерь, качество, издержки, время
Давыдова Н. С., Клочков Ю. П. (2012)	Оценка целевых показателей бережливого производства в контексте разработки стратегии менеджмента предприятия, с использованием регрессионного анализа	Стратегическое управление, персонал, процессы
Наугольнова И. А., Бажуткина Л. П. (2015)	Оценки эффективности бережливого производства на основе системы дискретных индексных индикаторов	Производство, организация и управление, финансы
Антипова О. В., Кашафутдинова Н. (2016)	Многофакторная модель оценки эффективности бережливого производства на основе интегрального измерителя	Производство, экономические факторы, организация и управление, финансы

Моделирование показателей оценки эффективности бережливого производства

Система оценки бережливого производства, рассматриваемая в данной статье, предполагает использование нескольких агрегированных категорий: (1) Эффективность времени, (2) Качество, (3) Запасы, (4) Процессы, (5) Транспортировка, (6) Персонал, (7) Издержки, (8) Устойчивое развитие и (9) Потребители.

В таблице 2 представлены показатели эффективности, используемые в каждом основном измерении.

Каждое измерение отражает определенную часть модели бережливого производства и включает несколько ключевых показателей

эффективности. Измерения коррелируют с основными типами потерь, устранение которых определено в качестве ключевого элемента концепции бережливости: ненужные запасы, перепроизводство, лишние перемещения, время ожидания и исправление дефектов.

Первая группа измерителей напрямую связана с основными типами потерь. Значительная часть показателей связана со временем. Время — это мощная переменная, которая может использоваться для оценки многих организационных мероприятий, таких как производственные операции, стратегическое планирование и транспорт. Коррекция дефектов коррелирует с каче-

Индикаторы бережливого производства

Измерение	Показатели
<i>Основные типы потерь</i>	
Потери времени из-за ожидания	Среднее время подготовки, установки и наладки на ед. продукции; время подготовки, установки и наладки/общее время производства; среднее время выполнения на ед. продукции; время цикла; время такта; время такта/время цикла; общее время простоя/общее машинное время; время незапланированного или аварийного ремонта/общее время обслуживания
Потери из-за выпуска дефектной продукции	Доля дефектной продукции; общая дефектность / объем продаж; процент исправимого брака; затраты на исправление дефектов/объем продаж; процент брака; стоимость брака/объем продаж; стоимость брака/общая стоимость продукции; процент приемки/неприемки с первого предъявления; процент проверок, проведенных автономными системами контроля дефектов; численность персонала, занятого контролем качества/численность сотрудников; затраты на обеспечение качества/общие издержки; общие затраты на предотвращение ошибок/общие издержки; общие затраты на предотвращение ошибок/общий объем продаж; общие гарантийные расходы/общий объем продаж
Перепроизводство (запасы)	Общее количество поставщиков/количество позиций ТМЗ; коэффициент оборачиваемости запасов, объем запасов/общий объем продаж; доля сырья в общем объеме запасов, объем незавершенного производства/общий объем продаж; стоимость сырья и незавершенное производство/текущие активы; запасы готовой продукции/общая стоимость запасов; величина запасов готовой продукции/текущие активы
Транспортировка и доставка	Количество перемещений/ объем продаж; общее расстояние транспортировки сырья и материалов/общий объем продаж; среднее время исполнения заказа; время исполнения/общий объем заказов; количество просроченных заказов/годовой объем поставок; годовые транспортные расходы/общий объем продаж
Процессы (лишние стадии обработки)	ОЕЕ; площади, используемые для ремонта и наладки/общая площадь; коэффициент использования производственной мощности; коэффициент производительности производственных площадей
Нереализованный потенциал сотрудников	Коэффициент текучести кадров; коэффициент невыхода на работу (уровень прогулов); количество менеджеров/количество сотрудников; количество выдвинутых предложений/общее число сотрудников; количество внедренных предложений/общее число предложений; общее число сотрудников, работающих в командах/общее число сотрудников; количество иерархических уровней; численность вспомогательных сотрудников/численность основных рабочих; число сотрудников, вовлеченных в бережливые практики/общая численность сотрудников; количество команд по решению проблем/общее количество сотрудников; объем продаж на одного работника
<i>Дополнительные потери</i>	
Издержки	Общие затраты/общий объем продаж, средние общие издержки; чистая прибыль/общий объем продаж
Устойчивое развитие	Потребление электроэнергии на единицу продукции (кВт на единицу); потребление воды на единицу продукции (литров на единицу); объем отходов, образующихся в процессе производства, на единицу продукции (кг/ед.); количество аварий и несчастных случаев в расчете на час рабочего времени
Потребитель	Индекс удовлетворенности клиентов; уровень рекламаций; уровень закрепления клиентов; общее количество продуктов, возвращенных клиентом/объем продаж

ством, включая доработки и неисправимый брак.

Процессы — это измерение производительности, связанное с организацией производства и использованием производственных мощностей. Показатели перепроизводства связаны с запасами, поскольку избавление от излишних запасов является ключевой в идее бережливо-

сти. Доставка также относится к процессингу. Данная группа показателей, наряду с остальными, измеряет, насколько эффективно работают связанные процессы.

Несмотря на то, что измерение стоимости не связано напрямую с каким-либо конкретным типом потерь, оценка издержек может иметь существенное значение в бережливом

производстве. Бережливое производство — это производственная система, конечной целью которой является сокращение затрат, а основное средство сокращения затрат — абсолютная ликвидация потерь. Показатели, связанные с клиентами, также напрямую не связаны с какими-либо видами потерь, но отражают конечную производительность, учитывая, что удовлетворение потребностей и ожиданий клиентов является одной из основных задач в бережливом производстве.

Эффективность по времени

Эффективность по времени связана как с деятельностью всей организации в целом, так и отдельных ее уровней или сегментов. Существует множество различных практически применимых способов оценки переменных или индикаторов, связанных со временем. Показатели эффективности по времени являются одним из наиболее распространенных индикаторов оценки бережливого производства, используемых для всех типов организаций в очень широких пределах.

Время выполнения — это ключевой показатель, который считается наиболее представительным измерителем в концепции бережливого производства. Время выполнения — это время, которое проходит между началом и окончанием набора действий, рассчитываемое как сумма времени непосредственно процесса производства и оборота материальных запасов [30]. Совокупное время выполнения может быть определено как общее время, которое требуется фирме для выполнения нового заказа, начиная с момента поступления до даты доставки клиенту [38]. Сокращение времени выполнения не только повышает скорость реагирования и ускоряет денежный поток, но также увеличивает возможность привлечения новых клиентов. Время цикла — это время, необходимое для обработки производственной единицы на любой заданной операции в рамках общего процесса. Малое время цикла указывает на высокую вероятность того, что система будет более точна при выполнении заказа клиента. Сокращение времени установки и наладки создает более компактные производственные линии, поскольку сокращается время простоя между сменой продукта. Потери, вызванные перепроизводством, могут быть уменьшены, главным образом с помощью методов сокращения времени установки, подготовки и наладки.

Чтобы противодействовать влиянию изменчивости спроса, бережливое производство

фокусируется на времени такта [37]. Время такта — идеальное время выполнения работы для каждого потребителя, то есть темп, который соответствует требованиям клиентов, найденный путем деления общего доступного времени на количество партий [30, 44]. В то время как такт (временной интервал между откликами клиента) указывает на запланированное стандартное время работы в соответствии с требованиями клиента, время цикла может быть больше или меньше времени такта из-за незапланированных задержек или улучшений.

Время машинного простоя, как правило, указывает на техническое состояние и общую эффективность машин и оборудования в организации. Любое оборудование, которое останавливает производство, вызывает потери и задержки на всех остальных производственных линиях. Тем не менее, машинный простой может возникать и за счет таких вспомогательных сфер, как бухгалтерский учет, человеческие ресурсы и маркетинг, а также может включать сбои в компьютерных системах и системах связи. Время, затрачиваемое на незапланированный или аварийный ремонт, также относится к общей эффективности оборудования.

По результатам теоретических и эмпирических исследований, оценка эффективности по времени включает в себя: среднее время подготовки, установки и наладки на единицу продукции; отношение времени подготовки, установки и наладки к общему времени производства; среднее время выполнения на единицу продукции; время цикла; время такта; отношение времени такта к времени цикла; отношение общего времени простоя к общему машинному времени; отношение времени, затраченного на незапланированный или аварийный ремонт, к общему времени обслуживания.

Качество

Соответствие любой операции идее бережливого производства предполагает, что стандарты и требования качества должны выполняться с первого раза без контроля, по крайней мере, теоретически. Однако полностью исключить контроль качества невозможно, поскольку в реальной деятельности неизбежно возникают случайные и запланированные отклонения.

Качество в обрабатывающей промышленности можно оценить по уровню дефектов, необходимости доработки и наличию неисправимого брака. Доля дефектной продукции — это

доля продуктов или услуг, которые не соответствуют хотя бы одной из характеристик качества, в общем объеме выпуска. Уровень (процент) исправимого брака — это доля продуктов или услуг, требующих дополнительных усилий для удовлетворения требований к качеству, в общем объеме выпуска. Уровень неисправимого брака — отношение объема продуктов или услуг, которые не соответствуют спецификациям качества даже после доработки, к общему объему выпуска.

Показатель не принятой при окончательном контроле продукции является еще одним индикатором эффективности бережливого производства. Предельно достижимым показателем качества является нулевой уровень дефектов [22], то есть предотвращение дефектов или брака, а не их устранение, доработки или переделки.

Организациям следует систематически оценивать затраты на обеспечение определенного уровня качества. На практике это предполагает снижение затрат и одновременное улучшение качества продукции. Организации могут внедрять передовые и сложные системы управления производством и качеством, но по-прежнему могут получать рекламации от клиентов или возврат продукции. Поэтому отношение годовых общих гарантийных расходов к общему годовому объему продаж должно быть компонентом оценки бережливости.

Поддержание уровня качества предполагает использование разнообразных систем предотвращения ошибок (*poka-yoke*) в процессе производства, в обслуживании и доставке, являющихся одним из ключевых элементов концепции бережливости [5]. Высокий уровень качества обеспечивается не только реактивными мерами (контроль), но и активными (предотвращение). В бережливом производстве вместо контроля произведенных деталей под контролем держатся процессы [22]. Исходя из этого, существенным является количество сотрудников, занимающихся деятельностью по контролю качества. Это предполагает увеличение заинтересованности и вовлеченности сотрудников в производственный процесс и уменьшение количества персонала, требуемого для контроля качества.

Показатели качества: доля дефектной продукции; отношение общей дефектности к общему объему продаж; процент исправимого брака; отношение общих затрат на исправление дефектов к общему объему продаж; процент брака; отношение стоимости брака к общему объему продаж; отношение стоимости

брака к общей стоимости продукции; процент приемки /неприемки с первого предъявления; процент проверок, проведенных автономными системами контроля дефектов; доля персонала, занятого контролем качества, в общей численности сотрудников; отношение затрат на обеспечение качества к общим издержкам; доля общих затрат на предотвращение ошибок в общих издержках; отношение общих затрат на предотвращение ошибок в общем объеме продаж; соотношение общей величины гарантийных расходов и общего объема продаж.

Запасы

Наиболее значимым источником потерь в концепции бережливого производства являются запасы, поскольку излишнее сырье, материалы и готовая продукция на складах не создают ценности ни для клиентов, ни для фирмы. Запасы — это сырье и материалы, затраты в незавершенном производстве, готовая продукция и товары для перепродажи.

Каждый элемент запасов связан с расходами, оплачиваемыми либо из собственных средств, либо из заемных. Исходя из этого, большие объемы запасов приводят к замораживанию финансовых ресурсов, которые можно использовать в других направлениях. В дополнение к прямым очевидным затратам также существует множество менее очевидных издержек, которые непосредственно сказываются на финансовых показателях. Это такие области, как транспортировка, перемещение и утилизация запасов; пространство, оборудование, инвентарь и тара, необходимые для их хранения; затраты на управление и контроль, ущерб и убытки, которые происходят во время транспортировки; списание материалов, которые становятся устаревшими; страховые расходы.

Основной причиной излишних запасов является перепроизводство: производство больших объемов, чем требуется клиенту, или в период ожидаемого роста спроса на продукцию. Излишние запасы могут быть вызваны отсутствием баланса в производственном процессе, что приводит к накоплению запасов до или после различных его стадий [4].

Одной из причин повышенной величины запасов является недоверие к поставщикам, процессам и клиентам, что заставляет вводить «запас комфорта», формирующий своеобразный страховой буфер. Поскольку запас комфорта буферизует ряд проблем, позволяя их игнорировать, можно заключить, что излишние запасы скрывают другие виды потерь.

Для работы с меньшим (или нулевым) запасом требуются системы с минимальным временем машинного простоя и качественно организованные операции цепочки поставок.

При этом предполагается, что уменьшение количества поставщиков улучшает организационную производительность. Работа с меньшим количеством поставщиков снижает затраты на управление цепочкой поставок. Уменьшение запасов в системе может быть достигнуто путем устранения избыточной мощности или уменьшения длительности производственного цикла. Последнее предпочтительнее, но для этого требуются надежные поставщики и процессы, сокращающие общее время выполнения [37]. Сокращение совокупного времени выполнения напрямую приводит к сокращению запасов.

Очевидно, что использование только одного измерителя, например, отношения общего объема запасов к объему продаж, фокусирующегося на конкретном аспекте производительности, не может представлять общий уровень бережливости [41].

Для успешного управления запасами в модели бережливого производства требуется оценка различных показателей эффективности, характеризующих оборачиваемость запасов, долю сырья и материалов и объемы незавершенного производства.

В систему показателей в качестве индикаторов включены: отношение общего количества поставщиков к общему количеству позиций товарно-материальных запасов; коэффициент оборачиваемости запасов; соотношение общего объема запасов и общего объема продаж; соотношение запасов сырья и общего объема запасов; отношение объема незавершенного производства к общему объему продаж; отношение стоимости сырья и объемов незавершенного производства к текущим активам; отношение запасов готовой продукции к общей стоимости запасов; отношение величины запасов готовой продукции к текущим активам.

Транспортировка

Транспорт является одним из источников ненужных потерь бережливого производства, представляя перемещение продуктов из одного места в другое. Это может быть как перемещение в рамках одного предприятия (например, от цеха механической обработки до сварочного цеха), так и перемещение компонентов и полуфабрикатов между регионами (например, от производственного объекта в одной стране до сборочной линии в другой).

При больших расстояниях транспортировки и слабой логистике также появляются дополнительные риски задержек или повреждения. Транспортировка часто приводит к операциям, требующим ожидания доставки продукта из-за задержек (потери из-за ожидания), таким образом, требуется продление времени выполнения. Это предполагает, что основные поставщики должны располагаться как можно ближе к предприятиям.

Основной причиной возникновения потерь при транспортировке является перепроизводство, что, в свою очередь, связано с излишними запасами. В дополнение к перепроизводству организация производственного процесса часто приводит к необходимости транспортировки в рамках функциональных областей.

Исходя из этого, потери, возникающие при транспортировке, можно разделить на две категории: внутреннюю и внешнюю деятельность. Первая категория касается внутренних операций по доставке, таких как транспортировка деталей, сырья и полуфабрикатов между технологическими операциями или подразделениями.

Было установлено, что надежность и производительность в области доставки являются важными показателями эффективности в концепции бережливого производства [6, 13, 14, 18, 19]. Транспортировка любых деталей или готового продукта в организации или между различными предприятиями не добавляет ценности, увеличивая вместо этого эксплуатационные расходы и время выполнения [22]. Исходя из этого, соотношение годовых транспортных расходов и годовых объемов продаж имеет решающее значение для всестороннего изучения бережливого производства [13]. В бережливых организациях принцип «точно в срок» применяется не только к внутренним операциям транспортировки, но также к процессам доставки до клиентов.

После изучения указанных исследований было признано возможным использование следующих показателей: отношение количества перемещений к общему объему продаж; отношение общего расстояния транспортировки сырья и материалов к общему объему продаж; среднее время исполнения заказа (среднее число дней от момента получения заказа до его доставки); отношение времени исполнения к общему объему заказов; отношение общего количества просроченных заказов (выполненных с опозданием) к общему годовому объему поставок; отношение годовых транспортных расходов к общему объему продаж

Процессинг

Производственный процесс традиционно рассматривается в качестве ключевого показателя успешной реализации модели бережливого производства. Методы бережливого производства способствовали существенному повышению эффективности, скорости реагирования и гибкости производства на многих промышленных предприятиях благодаря управлению на основе процессного подхода.

В данном направлении можно выделить два основных момента. Первый связан с состоянием, обслуживанием и эффективностью оборудования. Одним из методов, используемых в управлении бережливыми процессами, является всеобщий уход за оборудованием TPM (Total Productive Maintenance), а основным показателем эффективности является ОЕЕ (Overall Equipment Effectiveness) — общая эффективность оборудования, представляющая широко распространенную систему анализа и оценки работы оборудования на основе измерения и обработки ряда определенных производственных индикаторов.

Второй момент касается использования производственных мощностей. Производственная мощность является ключевым показателем в бережливом производстве, не только в промышленности, но и в сфере услуг [14, 36]. Если основная идея бережливого производства заключается в создании потенциала путем устранения потерь, то это также может быть достигнуто за счет увеличения эффективности оборудования [21].

Кроме того, существенную роль играет эффективное использование пространства. Следовательно, отношение размера площадей, используемых для ремонта и наладки, к общей площади может быть индикатором эффективности процесса в модели бережливого производства

Система бережливого производства минимизирует производственные мощности, чтобы максимизировать объем производства и прибыли на единицу площади [24]. Кроме того, реализация принципов бережливого производства может быть наиболее результативной в тех отраслях, где ключевым фактором является эффективное использование пространства.

Исходя из этого, в системе показателей можно использовать: показатель ОЕЕ, отношение площадей, используемых для ремонта и наладки, к общей площади, коэффициент использования производственной мощности и коэффициент производительности производственных площадей.

Персонал

Результаты теоретических и эмпирических исследований показывают, что без стратегического управления людскими ресурсами модель бережливого производства не может успешно функционировать [27, 35].

Основная сложность заключается в том, что бережливые операции могут выполняться только обученными операторами [15]. Инвестиции в человеческий капитал формируют специфический набор знаний, которые затем могут быть использованы в качестве конкурентного преимущества [42].

Результаты эмпирических исследований показывают, что расширение прав и возможностей, обучение и совместная работа напрямую приводят к значимому росту эффективности, в то время как операционные бережливые процессы сами по себе этого не позволяют [15]. Стратегическое управление человеческими ресурсами создает конкурентное преимущество для любой фирмы, поскольку знания неразрывно связаны с самими сотрудниками и находятся внутри организации, следовательно, не могут быть напрямую скопированы другой фирмой [33].

Расширение возможностей сотрудников является ключевым фактором для высокоэффективных методов работы. Усилия по расширению прав и возможностей сотрудников предполагают увеличение продуктивности и гибкости сотрудников, проактивность и самоорганизацию в процессе построения взаимоотношений между отдельными людьми и группами, сокращение затрат на контроль, а также развитие и использование знаний и навыков, главным образом благодаря созданию доверия [11, 25, 31].

Командная работа важна в бережливом производстве потому, что она предоставляет возможности обмена знаниями [15]. Межфункциональные группы сокращают затраты на контроль, позволяют выполнять взаимозависимые задачи и требуют обмена знаниями [10].

Учитывая результаты исследования в области персонала, можно использовать следующие показатели: коэффициент текучести кадров; коэффициент невыхода на работу (уровень прогулов); отношение общего количества менеджеров к общему количеству сотрудников; соотношение общего числа предложений и общего числа сотрудников; отношение общего количества внедренных предложений к общему числу предложений; отношение общего числа сотрудников, работающих в командах,

к общему числу сотрудников; количество иерархических уровней; отношение численности вспомогательных сотрудников к численности основных рабочих; отношение общего числа сотрудников, вовлеченных в бережливые практики, к общей численности сотрудников; соотношение общего числа команд по решению проблем и общего количества сотрудников.

Издержки

Предполагается, что бережливое производство позволяет организациям сократить затраты, постоянно улучшая качество и повышая удовлетворенность клиентов [17]. Таким образом, снижение затрат в координатах бережливого производства может давать значительное конкурентное преимущество организации.

Для любого бизнеса (владельцев, инвесторов, аудиторов) важны не отвлеченные показатели уровня бережливости, а прежде всего финансовые оценки [9, 13, 14]. Исходя из этого, при оценке бережливого производства следует контролировать отношение величины чистой прибыли к годовому общему объему продаж, отношение затрат на создание и хранение товарных запасов к общему объему продаж, отношение общих издержек к общему объему продаж, а также и величину средних общих издержек. Средняя себестоимость единицы товара является показателем конкурентоспособности фирмы. Чем ниже средние затраты на единицу, тем выше конкурентное преимущество.

Результаты эмпирических исследований показывают, что связанные с затратами показатели эффективности имеют отношение к анализу бережливости.

Индикаторы: отношение общих затрат к общему объему продаж, средние общие издержки и отношение чистой прибыли к общему объему продаж.

Устойчивое развитие

Принципы устойчивого развития включают сбалансированное сочетание операционных результатов, уважение к людям и сохранение окружающей среды в результате рационального использования сырья и природных ресурсов, а также снижения отходов. Система бережливого производства основана на устранении отходов, образующихся в производственной и иных видах деятельности, которые не приносят ценности предприятию. Принципы устойчивости влияют на концепцию бережливой системы производства посредством сокращения потерь и ограничения использования ресурсов. В этом контексте рассматриваемые концепции

являются взаимодополняющими, поскольку повышение эффективности производственных процессов приводит к увеличению экономических выгод и снижению потребления природных и производственных ресурсов, а также к сокращению отходов. Следовательно, также снижаются различные негативные воздействия, возникающие в результате промышленной деятельности.

Эффективность данного взаимодействия может быть измерена с помощью конкретных показателей эффективности, таких как: потребление электроэнергии на единицу продукции (кВт на единицу); потребление воды на единицу продукции (литров на единицу); объем отходов, образующихся в процессе производства, на единицу продукции (кг/ед.); количество аварий и несчастных случаев в расчете на час рабочего времени.

Потребители

Деятельность и планы организаций имеют одной из целей более высокую удовлетворенность и лояльность клиентов [39]. Исходя из этого, следует следить за жалобами, уровнем удовлетворенности и уровнем закрепления [14]. Управление возвратами является критическим процессом управления цепочками поставок [34]. На конкурентном рынке ожидания, потребности и требования клиентов определяют разнообразие продуктов и услуг, предоставляемых организациями. Задача состоит в том, как интегрировать клиентов в организацию. Исходя из этого, в систему показателей необходимо включать измерения, связанные с клиентами [37, 14, 18].

Показателями эффективности, используемыми в качестве исходных данных, являются: индекс удовлетворенности клиентов; уровень рекламаций; уровень закрепления клиентов; отношение общего количества продуктов, возвращенных клиентом, к общему объему продаж.

Заключение

Для измерения различных аспектов внедрения бережливого производства было разработано несколько инструментов. Хотя в некоторых существующих исследованиях измеряется уровень бережливости посредством качественных оценок, в большинстве из них, так или иначе, применяются количественные измерители.

Использование только одного или узкой группы инструментов бережливой оценки может создать предвзятость как на практике, так и в теории. Следует отметить, что хотя количе-

ственная оценка дает приемлемые представления, восприятие заинтересованными сторонами уровня бережливости может привести к противоположному результату.

Чтобы уменьшить данное несоответствие, организации должны одновременно использовать как восприятие, так и измерительные подходы для оценки их бережливых усилий по осуществлению. Поэтому модель использует подход оценки, который включает две группы количественных показателей. Модель оценивает количественные аспекты бережливости через измерение ключевых показателей эффективности (время, качество, процессы, стоимость, человеческие ресурсы, доставка). Эти эксплуатационные параметры относятся к основным типам потерь, которые рассматриваются в бережливом производстве. Дополнительный раздел охватывает восприятие параметров производительности заинтересованными сторонами: клиент, устойчивое развитие, уровень издержек.

Данная структура позволяет получить всеобъемлющее представление о сильных сторонах и областях, нуждающихся в улучшении. Тем не менее дискретность структуры модели не требует от организаций собирать данные для всех показателей эффективности, указанных в модели.

Ограничения использования показателей оценки бережливого производства заключаются в характере измерительного инструментария. Во-первых, сдерживающим фактором для его использования может являться процесс сбора данных для каждого показателя эффективности. Гибкость системы позволяет представить данные в комплексном виде, которые могут быть понятны руководству и другим заинтересованным сторонам.

В качестве другого ограничения можно признать некоторую непрактичность использования многочисленных показателей. Тем не менее представление данных таким образом дает менеджерам преимущество целостного взгляда на организацию, необходимую на высшем уровне.

В-третьих, организации могут предпочесть отдавать приоритет только одному измерению или показателю производительности. Некоторые показатели эффективности могут быть менее важны в конкретных отраслях, другие могут быть более важными в других сферах. Рассматриваемая модель, возможно, не охватывает все показатели эффективности и измерения, которые могут оценить уровень бережливости, но отражает наиболее важные из них.

Система оценки имеет теоретические и практические последствия для организаций, реализующих бережливые принципы. С теоретической точки зрения система показателей может поддерживать различные модели, которые были разработаны в отношении отдельных аспектов деятельности. Это касается как конечного продукта, так и операций обслуживания, а также иных вспомогательных функций.

На практике система показателей может помочь организациям оценить реализацию принципов бережливости на систематической основе и в конечном итоге развивать более эффективные производственные системы. Это создает получение конкурентного преимущества и существенный выигрыш в производительности. В этом смысле оценка имеет потенциал для организаций, нацеленных на высокий уровень бережливости для анализа и диагностики потребностей и успехов проводимых изменений.

Список источников

1. Антипова О. В., Кашафутдинова Н. Многофакторная модель оценки эффективности деятельности компании, использующая инструменты бережливого производства // Экономика и менеджмент систем управления. — 2016. — Т. 20. — № 2. — С. 9–16.
2. Гребёнкин И. В. Моделирование стратегии рыночной адаптации промышленных предприятий // Журнал экономической теории. — 2016. — № 2. — С. 72–80.
3. Давыдова Н. С., Клочков Ю. П. Бережливое производство на предприятиях машиностроения: теория и практика внедрения. — М.: Издательский дом Академия естествознания, 2012. — 111 с.
4. Маликова Д. М. Подходы и методы организации бережливого производства на предприятиях машиностроения // Экономика и предпринимательство. — 2016. — № 7 (72). — С. 419–422.
5. Маликова Д. М. Управление качеством продукции в производственных процессах машиностроения // Экономика и предпринимательство. — 2016. — № 8 (73). — С. 1059–1062.
6. Маликова Д. М., Тимшина Н. А. Роль и значение логистики в производственной системе промышленных предприятий // Проблемы региональной экономики. — 2015. — № 3–4. — С. 42–47.
7. Наугольнова И. А., Бажуткина Л. П. Система индикаторов оценки эффективности развития бережливого производства на предприятии // Наука и бизнес: пути развития. — 2015. — № 2 (44). — С. 108–114.

8. Омельченко И. Н., Комарова С. Г., Лазарев С. В. Система показателей оценки эффективности промышленного предприятия при внедрении бережливого производства // Менеджмент в России и за рубежом. — 2014. — № 6. — С. 71–85.
9. Парушина Н. В., Лытнева Н. А. Система показателей затрат и финансовых результатов в концепции бережливого учета и менеджмента // Фундаментальные исследования. — 2016. — № 12 (1). — С. 202–206.
10. Allen N. J., Hecht T. D. The Romance of Teams: Toward an Understanding of Its Psychological Underpinnings and Implications // Journal of Occupational and Organizational Psychology. — 2004. — No. 77. — P. 439–461.
11. Batt R. The Economics of Teams among Technicians // British Journal of Industrial Relations. — 2001. — No. 39. — P. 1–24.
12. Bayou M. E., De Korvin A. Measuring the Leanness of Manufacturing Systems: A Case Study of Ford Motor Company and General Motors // Journal of Engineering Technology Management. — 2008. — No. 25. — P. 285–304.
13. Behrouzi F., Wong K. Y. Lean Performance Evaluation of Manufacturing Systems: A Dynamic and Innovative Approach // Procedia Computer Science. — 2011. — No. 3. — P. 388–395.
14. Bhasin S. Measuring the Leanness of an Organization // International Journal of Lean Six Sigma. — 2011. — No. 2(1). — P. 55–74.
15. Birdi K., Clegg C., Patterson M., Robinson A., Stride C. B. The Impact of Human Resource and Operational Management Practices on Company Productivity: A Longitudinal Study // Personnel Psychology. — 2008. — No. 61. — P. 467–501.
16. Camacho-Minano M., Moyano-Fuentes J., Sacristan-Diaz M. What Can We Learn from the Evolution of Research on Lean Management Assessment? // International Journal of Production Research. — 2013. — No. 51 (4). — P. 1098–1116.
17. Comm C. L., Mathaisel D. F. A Paradigm for Benchmarking Lean Initiatives for Quality Improvement // Benchmarking: An International Journal. — 2000. — No. 7 (2). — P. 118–128.
18. Doolen T. L., Hacker M. E. A Review of Lean Assessment in Organizations: An Exploratory Study of Lean Practices by Electronics Manufacturers // Journal of Manufacturing Systems. — 2005. — No. 24 (1). — P. 55–67.
19. Fullerton R. R., Wempe W. F. Lean Manufacturing, Non-financial Performance Measures, and Financial Performance // International Journal of Operations and Production Management. — 2009. — No. 29 (3). — P. 214–240.
20. Grasso L. P. Are ABC and RCA Accounting Systems Compatible with Lean Management? // Management Accounting Quarterly. — 2005. — No. 7(1). — P. 12–27.
21. Hines P., Holweg M., Rich N. Learning to Evolve: A Review of Contemporary Lean Thinking // International Journal of Operations and Production Management. — 2004. — No. 24. — P. 994–1011.
22. Karlsson C., Ahlstrom P. Assessing Changes towards Lean Production // International Journal of Operations and Production Management. — 1996. — No. 16 (2). — P. 24–41.
23. Kennedy F. A., Widener S. K. A Control Framework: Insights from Evidence on Lean Accounting // Management Accounting Research. — 2008. — No. 19. — P. 301–323.
24. Kwak Y. H., Anbari F. T. Benefits, Obstacles, and Future of Six Sigma Approach // Technovation. — 2006. — No. 26. — P. 708–715.
25. Leach D. J., Wall T. D., Jackson P. R. The Effect of Empowerment on Job Knowledge: An Empirical Test Involving Operators of Complex Technology // Journal of Occupational and Organizational Psychology. — 2003. — No. 76. — P. 27–52.
26. Liker J. K. The Toyota Way. 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. — New York: McGraw Hill, 2004. — 352 p.
27. Longoni A., Pagell M., Johnston D., Veltri A. When Does Lean Hurt?—An Exploration of Lean Practices and Worker Health and Safety Outcomes // International Journal of Production Research. — 2013. — No. 51 (11). — P. 3300–3320.
28. Maskell B. H., Baggaley B. L. Lean Accounting: What's It All About? // Association for Manufacturing Excellence. — 2006. — No. 22 (1). — P. 35–43.
29. Maskell B. H., Kennedy F. A. Why do we need lean accounting and how does it work? // The Journal of Corporate Accounting and Finance. — 2007. — No. 18. — P. 59–73.
30. McDonald T., Van Aken E. M., Rentes A. F. Utilising Simulation to Enhance Value Stream Mapping: A Manufacturing Case Application // International Journal of Logistics: Research and Applications. — 2002. — No. 5 (2). — P. 213–232.
31. Parker S. K., Williams H., Turner N. Modeling the Antecedents of Proactive Behavior at Work // Journal of Applied Psychology. — 2006. — No. 91. — P. 636–652.
32. Pettersen J. Defining Lean Production: Some Conceptual and Practical Issues // The TQM Journal. — 2009. — No. 21(2). — P. 127–142.
33. Power J., Waddell D. The Link between Self-managed Work Teams and Learning Organizations using Performance Indicators // The Learning Organization. — 2004. — No. 11. — P. 244–259.
34. Rogers D. S., Lambert D. M., Croxton K. L. The Returns Management Process // The International Journal of Logistics Management. — 2002. — No. 13 (2). — P. 1–18.
35. Rothstein J. S. Creating Lean Industrial Relations: General Motors in Silao // Competition & Change. — 2004. — No. 8(3). — P. 203–221.
36. Searcy D. Developing a Lean Performance Score // Strategic Finance. — 2009. — No. 91 (3). — P. 34–39.
37. Shah R., Ward P. T. Defining and Developing Measures of Lean Production // Journal of Operations Management. — 2007. — No. 25. — P. 785–805.
38. Shileds H. Attacking Lean Wastes // Quality Progress. — 2006. — No. 39 (8). — P. 78–79.

39. *Singh B., Garg S. K., Sharma S. K.* Development of Index for Measuring Leanness: Study of an Indian AutoComponent Industry // *Measuring Business Excellence*. — 2010. — No. 14. — P. 46–53.
40. *Soriano-Meier H., Forrester P. L.* A Model for Evaluating the Degree of Leanness of Manufacturing Firms // *Integrated Manufacturing Systems*. — 2002. — No. 13 (2). — P. 104–109.
41. *Wan H. D., Chen F. F.* A Leanness Measure of Manufacturing Systems for Quantifying Impacts of Lean Initiatives // *International Journal of Production Research*. — 2008. — No. 46 (23).- P. 6567–6584.
42. *Way S. A.* High Performance Work Systems and Intermediate Indicators of Firm Performance within the US Small Business Sector // *Journal of Management*. — 2002. — No. 28. — P. 765–785.
43. *Womack J. P., Jones D. T.* *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. — New York: Simon and Schuster, 2003. — 403 p.
44. *Yavuz M., Tufekci S.* Dynamic Programming Solution to the Batching Problem in Just-in-time Flow-shops // *Computers & Industrial Engineering*. — 2006. — No. 51. — P. 416–432.