

# Влияние расширенных принципов бережливого производства на экономическую эффективность промышленных предприятий

## The Impact of Extended Lean Manufacturing Principles on the Economic Efficiency of Industrial Companies

DOI 10.12737/2306-627X-2022-11-3-54-62

Получено: 05 августа 2022 г. / Одобрено: 09 августа 2022 г. / Опубликовано: 30 сентября 2022 г.

**Ганкин Н.А.**

Аспирант,  
ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства  
и государственной службы при Президенте Российской Федерации»,  
г. Москва

**Gankin N.A.**

Postgraduate Student,  
the Presidential Academy (RANEPA),  
Moscow

### Аннотация

Основной целью данного исследования является аналитическое доказательство эффекта от расширенных принципов бережливого производства экономического продукта на экономическую эффективность промышленных предприятий. Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи: исследована тенденция к увеличению доли операций, добавляющих ценности конечной продукции, проведен анализ существующих методов учета затрат, предложено рассматривать структуру затрат в зависимости от типа операции. В качестве объекта исследования выступают современные промышленные предприятия, использующие концепцию бережливого производства и ее аналоги. Предметом исследования является эффект от расширенных принципов бережливого производства при создании экономического продукта.

При изучении влияния расширенных принципов бережливого производства использовались методы абстрагирования и сравнительного анализа. Кроме того, для исследования существующих методов учета затрат в бухгалтерском учете применялись методы анализа и синтеза. Также в работе использовался исторический метод для анализа устойчивых тенденций развития промышленности.

На основании эмпирических данных обнаружена тенденция к увеличению доли операций, добавляющих ценности конечной продукции. Было установлено, что не добавляющие ценность операции составляют 84% в себестоимости экономического продукта, что подтверждает необходимость применения расширенной концепции бережливого производства в современных реалиях, что позволит значительно снизить эту долю за счет устранения материальных и особенно информационных потерь. В результате проведенного исследования существующих методов учета затрат предложено рассматривать себестоимость любого экономического продукта, структурно состоящего из материальной и информационной компонент, по операциям, добавляющим и не добавляющим ценности конечной продукции.

В результате проведенного исследования было аналитически доказано влияние расширенных принципов бережливого производства экономического продукта на экономическую эффективность современных промышленных предприятий и подтверждена целесообразность применения предложенной концепции бережливого производства.

**Ключевые слова:** экономическая эффективность, расширенные принципы бережливого производства, потери.

### Abstract

The main purpose of this study is an analytical proof of the effect of the extended principles of lean manufacturing of economic products on the economic efficiency of industrial companies. To achieve this goal, the following tasks were performed: the tendency to increase the share of value-added operations was investigated, the analysis of existing cost accounting methods was carried out, it was proposed to consider the cost structure depending on the type of operation.

The object of research is modern industrial enterprises using the concept of lean manufacturing and its analogues. The subject of the study is the effect of the extended principles of lean manufacturing in the creation of economic products. Methods of abstraction and comparative analysis were used to study the impact of the extended principles of lean manufacturing. In addition, methods of analysis and synthesis were used to study the existing methods of cost accounting. The historical method was also used in the work to analyze stable trends in the development of industry.

Based on empirical data, there is a tendency to increase the share of operations that add value to the final product. It was found that non-value-added operations account for 84% of the cost of an economic product, which confirms the need to apply the expanded concept of lean manufacturing in modern realities, as it will significantly reduce this share by eliminating material and especially information losses. As a result of the study of existing methods of cost accounting, it is proposed to consider the cost of any economic product structurally consisting of material and information components for operations that add and do not add value to the final product.

As a result of the conducted research, the influence of the expanded principles lean manufacturing of economic products on the economic efficiency of modern industrial enterprises was analytically proved and the expediency of applying the proposed concept of lean manufacturing was confirmed.

**Keywords:** economic efficiency, extended principles of lean manufacturing, losses.

### Введение

Сегодня многие авторы отмечают, что современным промышленным предприятиям удалось достичь повышения экономической эффективности благодаря внедрению концепции бережливого производства и ее аналогов. Однако, согласно исследованию консалтинговой компании AT Kearney, прирост экономической эффективности данных компаний происходит в основном благодаря устранению материальных потерь и снижается со временем в среднем с 15 до 2% в год [1]. При этом, со-

гласно последним исследованиям, среди современных промышленных предприятий наблюдается тенденция к снижению материалоемкости экономического продукта, в процессе которой материальная составляющая экономического продукта вытесняется информационной<sup>1</sup>.

Это приводит к тому, что современные промышленные предприятия достигают предела сни-

<sup>1</sup> Melnikov O.N., Gankin N.A. The Nature of Lean Manufacturing of Information Economic. MIR (Modernization. Innov. Res. 2020. Vol. 11, № 3. P. 280–293.

жения материальных потерь, тем самым исчерпав потенциал дальнейшего роста экономической эффективности. Поэтому Мельников с соавторами<sup>2</sup> разработали расширенные принципы бережливого производства, которые позволят современным промышленным предприятиям выйти на новый виток роста экономической эффективности за счет снижения информационных потерь.

Однако по-прежнему остается значимым вопрос о целесообразности использования предложенной концепции для функционирования производственных систем современных промышленных предприятий, что становится сегодня актуальной научной задачей.

## 1. Методы

При выполнении работы использовался ряд общенаучных (абстрагирование, сравнение, анализ и синтез) и специальных методов (исторический).

Методы абстрагирования и сравнительного анализа были применены при исследовании влияния расширенных принципов бережливого производства для иллюстрации составляющих себестоимости современного экономического продукта.

Для исследования существующих методов учета затрат в бухгалтерском учете, принимая во внимание тенденцию к снижению материалоемкости современных экономических продуктов, были использованы методы анализа и синтеза.

Для анализа устойчивых тенденций развития промышленности был применен исторический метод. Эмпирической основой данного анализа послужили значения показателя ВВП на душу населения Всемирного банка, показателей эффективности

использования ресурсов ОЭСР, а также показателя MVA (Manufacturing Value Added) Организации Объединенных Наций по промышленному развитию (UNIDO).

## 2. Результаты

Рассмотрим исторические тенденции развития промышленных предприятий. На графике представлен временной ряд показателя GDP<sup>3</sup> (ВВП) на душу населения согласно данным Всемирного банка (рис. 1). Из графика видно, что мировой ВВП на душу населения непрерывно стабильно растет. Следовательно, растет и общемировой объем производства.

При этом данная тенденция сопровождается снижением материалоемкости продукции в промышленно развитых странах<sup>4</sup>. На рис. 2 представлены статистические данные ОЭСР<sup>5</sup> за период с 1980 по 2019 г. На графике представлен временной ряд отношения показателей DMC (Domestic Material Consumption)<sup>6</sup> к GDP (Gross Domestic Product). Данный показатель демонстрирует количество затраченных материалов в тоннах на душу населения на единицу выпущенной продукции в ценах 2010 г. (американский доллар) на душу населения. Согласно рекомендации UNIDO<sup>7</sup> данный показатель свидетельствует о материалоемкости производимой продукции (Material Intensity). На графике четко отслеживается тенденция к снижению данного индикатора, что свидетельствует о значительном снижении материалоемкости производимой продукции.

<sup>3</sup> OECD (2020), Gross domestic product (GDP) (indicator). doi: 10.1787/dc2f7aec-en (Accessed on 11 February 2020).

<sup>4</sup> Под промышленно развитыми странами будем понимать государства, входящие в организацию государств с крупнейшей экономикой G20.

<sup>5</sup> Организация Экономического Сотрудничества и Развития.

<sup>6</sup> OECD (2020), Material consumption (indicator). doi: 10.1787/84971620-en (Accessed on 11 February 2020).

<sup>7</sup> United Nations Industrial Development Organization (Организация объединенных наций по промышленному развитию).

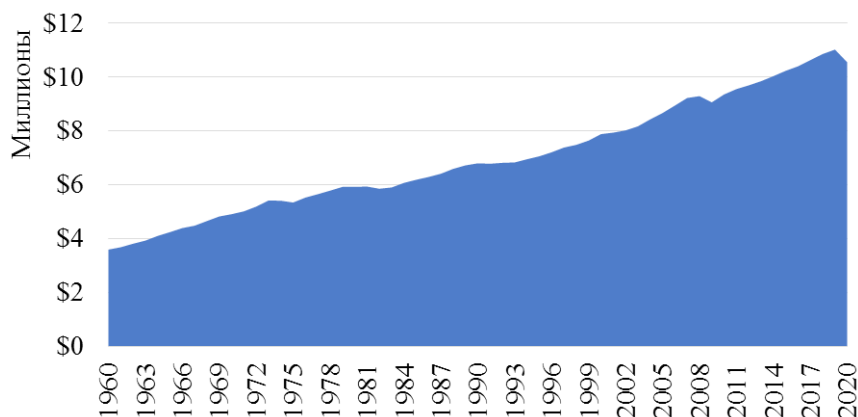


Рис. 1. ВВП на душу населения с 1960 по 2020 г.

Составлено автором по данным Всемирного банка.

<sup>2</sup> Мельников О.Н., Ганькин Н.А., Есипенко Д.А. Эквивалентность знаний при постановке и решении задач как условие организации и управления бережливым производством информационных экономических продуктов // Экономика, предпринимательство и право. 2020. Т. 10, № 3. С. 635–648.

Другим важным показателем, согласно ОЭСР, является индикатор Material Productivity<sup>8</sup>. Данный показатель отражает, насколько эффективно используются потребляемые ресурсы. На рис. 3 представлен график, на котором прослеживается общемировая тенденция к росту эффективности использования ресурсов, что также косвенно говорит о снижении материалоемкости продукции.

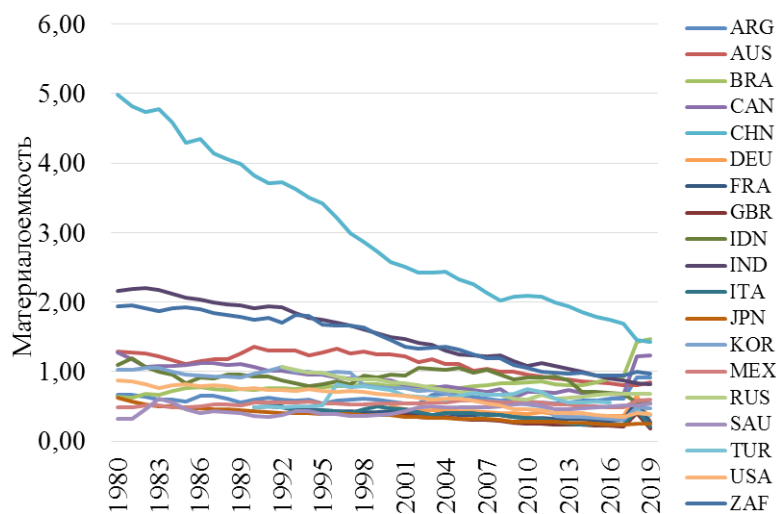
Представленный рост эффективности объясняется в том числе постоянными улучшениями в области организации производства за счет снижения потерь, не добавляющих ценности конечной продукции. Согласно рекомендациям UNIDO для измерения эффективности производства следует

использовать показатель MVA<sup>9</sup>, показывающий, какой процент от GDP добавляет ценности конечной продукции. На рис. 4 представлен временной ряд изменения показателя MVA (manufacturing value added)/GDP (Gross Domestic Product). Данная тенденция свидетельствует о том, что помимо того, что растет производство продуктов, также растет и эффективность производства в мире. Причем график демонстрирует, что данный процесс также является устойчивым и тренд наблюдается в течение нескольких десятилетий.

Произошло это в том числе благодаря эффективному использованию концепции бережливого производства, направленной, прежде всего, на сокра-

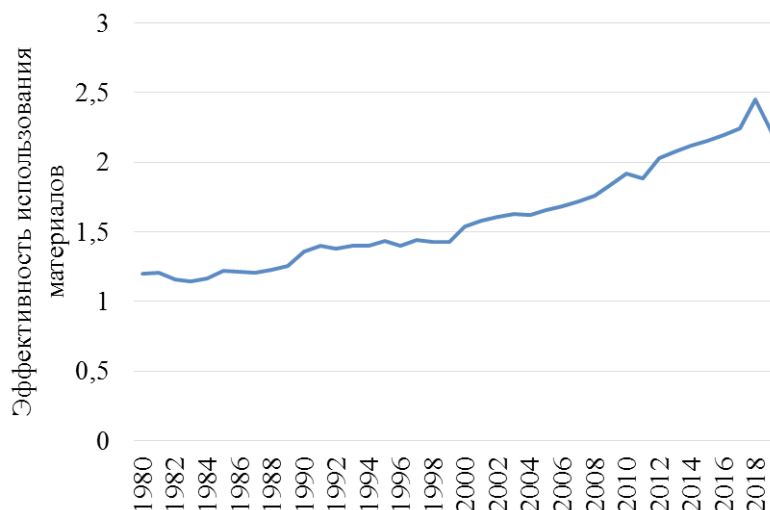
<sup>8</sup> OECD (2020), Material productivity (indicator). doi: 10.1787/dae52b45-en (Accessed on 11 February 2020)

<sup>9</sup> Manufacturing Value Added (<https://stat.unido.org/content/learning-center/what-is-manufacturing-value-added%253f>)



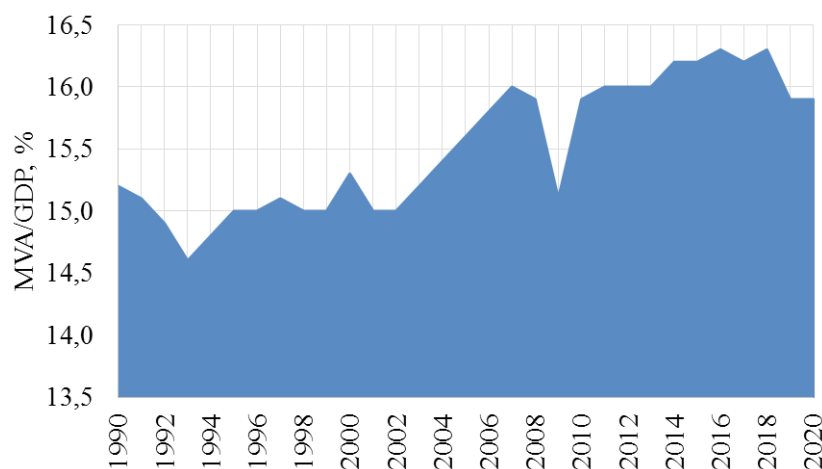
**Рис. 2.** Отношение потребляемых материалов к производству продукции на душу населения с 1980 по 2019 г.

Составлено автором по данным Организации экономического сотрудничества и развития.



**Рис. 3.** Общемировая эффективность использования материалов с 1980 по 2019 г.

Составлено автором по данным Организации объединенных наций по промышленному развитию.



**Рис. 4.** Отношение действий, добавляющих ценности, к общему объему выпуска с 1990 по 2020 г.

*Составлено автором по данным Организации экономического сотрудничества и развития.*

шение всех материальных видов потерь<sup>10</sup>. Данная концепция зарекомендовала себя как эффективный способ значительного повышения качества экономических продуктов в совокупности с экономией потребляемых ресурсов. Ее применение позволило множеству производителей в совершенно различных областях достичь существенных результатов. Например, в [2] приводится пример крупнейшей европейской телекоммуникационной фирмы, которой удалось за счет использования принципов бережливого производства повысить эффективность производимых ремонтов телекоммуникационных линий на 40%, в то время как количество их повторного появления снизилось наполовину. Другим примером является ведущий европейский банк, которому благодаря инструментам бережливого производства удалось снизить время подачи заявлений на ипотеку с 35 до 5 дней, что в итоге привело к повышению выручки на 5% и снижению затрат на 35%. В целом, как показывает практика одной из ведущих в мире консалтинговых компаний The Boston Consulting Group, правильно применяемая концепция бережливого производства позволяет снизить вдвое время производственного цикла и затраты на качество, а также повысить продуктивность на 10–30% и уменьшить количество складских запасов порядка 30–50% [3].

Данная статистика подтверждается множеством примеров успешного внедрения концепции бережливого производства. Например, ОАО «РЖД» удалось повысить производительность ремонта роликовых цилиндрических подшипников на 4% за счет использования таких инструментов бережливого производства, как карта потока создания

ценности и диаграмма хождений «спагетти» [4]. Российской компании трубной промышленности ООО «РТЗ» также удалось достичь впечатляющих результатов. С помощью классического инструмента бережливого производства SMED компании удалось снизить число переналадок и их продолжительность, что в совокупности принесло эффект в виде 15% увеличения производительности [5]. Помимо снижения времени простоя и роста производительности бережливое производство также позволяет значительно снизить уровень бракованной продукции. Показательным примером является результат использования данной концепции на многопрофильном предприятии АО «Сорбент», где внедрение ряда мероприятий по оптимизации процессов привело к снижению процента брака более чем на 50% (с 4,8 до 2,3%) [6]. При этом авторами исследования отмечается, что использование бережливого производства не ограничивается определенными отраслями, а широко применяется компаниями различного профиля: «Горьковский автомобильный завод» (отрасль автомобилестроения), ОК «Русал» (алюминиевая отрасль), ОАО «КУМЗ» (металлургическая отрасль), ПАО «КАМАЗ» (отрасль автомобилестроения), ОАО «ПК «Балтика» (пивоваренная отрасль), ПАО «Сбербанк России» (финансовая отрасль), ГК «Росатом» (энергетическая отрасль), ОАО «РЖД» (железнодорожная отрасль), ПАО «ВСМПО–АВИСМА» (металлургическая отрасль) и многие другие [7].

Однако сегодня большая часть потенциала, заложенного в концепции бережливого производства, была исчерпана. Многие предприятия, успешно применявшие данную концепцию, перестали получать такие же выгоды, которые они получали в начале ее использования. Авторы статьи утверждают, что несмотря на прошлый эффект от применения данной

<sup>10</sup> Мельников О.Н., Ларионов В.Г., Ганькин Н.А. Основные этапы инновационного развития организации производства с позиций динамики использования принципов бережливого производства // Вопросы инновационной экономики. 2016. Vol. 6, № 3. Р. 239.

концепции, на сегодняшний день предприятиям, использующим бережливое производство, удастся достичь в среднем 2–3%-го роста производительности [3]. Авторы это связывают, прежде всего, со все более усложняющейся средой, в которой приходится функционировать предприятию. В частности, необходимо обратить внимание на постоянно растущий сектор информационных технологий, который все глубже проникает на современные предприятия и влияет, в том числе, на структуру экономического продукта. Сегодня именно информационные технологии выходят на передний план и становятся драйвером развития компаний<sup>11</sup>.

Поэтому перед промышленными предприятиями возникает вопрос о дальнейшем применении концепции бережливого производства и ее адаптации к новым реалиям в условиях цифровой экономики. Отметим, что ключевые принципы бережливого производства, доказавшие свою эффективность на примере многих предприятий, остаются фундаментальными и обязательными к использованию. Что касается разработанных авторами расширенных принципов бережливого производства<sup>12</sup>, которые позволят современным промышленным предприятиям выйти на новый виток роста экономической эффективности за счет снижения информационных потерь, то в современной литературе отсутствуют исследования по расчету эффекта от их применения. Поэтому в данной работе предложен алгоритм аналитического расчета эффекта от применения расширенной концепции бережливого производства на экономическую эффективность современных промышленных предприятий и подтверждена целесообразность их использования.

В бухгалтерском учете существует ряд методов по учету затрат. Например, директ-костинг, разделяющий затраты на постоянные и переменные, или стандарт-костинг, разделяющий затраты с учетом нормативов, ABC-метод, дифференцирующий затраты в зависимости от операций, и т.д. [8–11]. Большинство из приведенных традиционных методов учета были разработаны в XX в. и не отражают сути современных процессов, характерных для высокотехнологичных промышленных предприятий [9]. В частности, традиционные методы не учитывают предложенную в данном исследовании современную структуру экономического про-

дукта, которая состоит из материальной и информационной составляющих. В основном современный бухгалтерский учет включает материальные затраты на производство продукции и не полностью учитывает выявленные в данном исследовании информационные затраты. Например, в современный бухгалтерский учет включаются только идентифицируемые нематериальные активы, которые подлежат финансовому контролю и приносят организации экономические выгоды. Однако существует также ряд неидентифицируемых нематериальных активов, которые оказывают влияние на экономические результаты компаний и в учете не отражаются: повышение квалификации персонала (человеческий капитал), выстраивание устойчивых связей с партнерами (рыночный капитал), построение эффективной организационной структуры, использование современных концепций ведения бизнеса (организационный или структурный капитал) и т.д. [12]. Авторы исследования также отмечают, что ключевым неидентифицируемым материальным активом современных высокотехнологичных компаний должны стать навыки эффективного управления портфелем инновационных проектов [12].

С учетом вышеприведенного анализа структуры экономического продукта представим себестоимость единицы продукции как сумму себестоимости производства материальной части и информационной (1.1):

$$s = s^{MEP} + s^{IEP}, \quad (1.1)$$

где  $s^{MEP}$  — себестоимость материальной составляющей;  $s^{IEP}$  — себестоимость информационной составляющей.

Распишем более детально каждую из компонент. Себестоимость материальной части складывается из себестоимости операций, добавляющих ценности конечному продукту, и не добавляющих (1.2):

$$s^{MEP} = s_{VA}^{MEP} + s_{NVA}^{MEP}, \quad (1.2)$$

где  $s_{VA}^{MEP}$  — себестоимость операций, добавляющих ценности конечному продукту;  $s_{NVA}^{MEP}$  — себестоимость операций, не добавляющих ценности конечному продукту.

Примерами первого типа затрат, добавляющих ценности материальной составляющей продукта, могут служить затраты на технологическое оборудование, инструмент, оснастку, материалы, энергию, физический труд персонала и т.д. Затраты, не добавляющие ценности стоимости материальной составляющей продукта, перечислены в табл. 1.

По аналогии себестоимость информационной части также складывается из себестоимости опера-

<sup>11</sup> Мельников О.Н., Ларионов В.Г., Ганькин Н.А. Основные этапы инновационного развития организации производства с позиций динамики использования принципов бережливого производства // Вопросы инновационной экономики. 2016. Т. 6, № 3. С. 239. DOI: 10.18334/vinec.6.3.36996

<sup>12</sup> Melnikov O.N., Gankin N.A. The Nature of Lean Manufacturing of Information Economic Products. MIR (Modernization. Innov. Res. 2020. Vol. 11, № 3. P. 280–293. DOI: <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2020.11.3.280-293>

Таблица 1

Сравнительный анализ потерь  
бережливого производства МЭП и ИЭП

Потери материальной составляющей	Потери информационной составляющей
Дефекты изделия	Некорректно произведенная информация
Лишняя обработка изделия	Некорректная детализация информации
Лишние перемещения изделия	Лишняя передача информации
Транспортировка изделия	Длительная передача информации
Перепроизводство товара	Перепроизводство информации
Ожидание изделия	Ожидание информации
Лишние запасы товаров	Долгое хранение ненужной информации
Потери творческого потенциала (по Дж. Лайкеру)	Потери творческого потенциала

Составлено автором.

ций, добавляющих ценности конечному продукту, и не добавляющих (1.3):

$$s^{IEP} = s_{VA}^{IEP} + s_{NVA}^{IEP}, \quad (1.3)$$

где  $s_{VA}^{IEP}$  — себестоимость операций, добавляющих ценности конечному продукту;  $s_{NVA}^{IEP}$  — себестоимость операций, не добавляющих ценности конечному продукту.

Примерами первого типа затрат, добавляющих ценности информационной составляющей продукта, могут служить затраты на закупку программного обеспечения, улучшение стандартов качества, получение знаний персонала, интеллектуальный труд персонала и т. д. Затраты, не добавляющие ценности информационной составляющей продукта, перечислены в табл. 1.

Теперь запишем полную формулу себестоимости единицы продукции с учетом структуры экономического продукта (1.4):

Технология

$(s_{VA}^{MEP} + s_{VA}^{IEP})$

+

Бережливость

$(s_{NVA}^{MEP} + s_{NVA}^{IEP})$

$s =$

$(1.4)$

При анализе полученной формулы становится очевидным, что для снижения себестоимости операций, добавляющих ценности конечной продукции ( $s_{VA}^{MEP} + s_{VA}^{IEP}$ ), необходимо внедрение новой технологии производства, которая позволит выполнять те же операции, но с более низкой стоимостью. За данную часть отвечают внедряемые технологические инновации, позволяющие предприятиям сделать значительный прорыв. Данные улучшения обычно происходят не так часто, так как требуют значительных финансовых затрат. Примером может служить переход компании на новую технологию производства за счет замены устаревших станков на современные или запуск масштабной рекламной кампании. Что же касается второй части формулы, представляющей операции, не добавляющие ценности конечной продукции ( $s_{NVA}^{MEP} + s_{NVA}^{IEP}$ ), то здесь речь идет о непрерывном сокращении как материальных, так и информационных потерь при производстве продукта. Эти небольшие, но постоянные улучшения позволяют получить конкурентное преимущество в долгосрочной перспективе. При этом если не придерживаться принципов бережливого производства, то, как показывает практика, потери второй части будут развиваться с большей скоростью, чем первой (скачкообразно и постоянно). В качестве примера можно привести сокращение материальных потерь за счет реорганизации потока создания ценности или снижение информационных потерь благодаря обучению сотрудников компании технике коучинга. Более подробная иллюстрация влияния расширенных принципов бережливого про-

Таблица 2

Примеры влияния расширенных принципов бережливого производства  
на снижение себестоимости экономического продукта

Себестоимость продукции	Технология МЭП $s_{VA}^{MEP}$	Технология ИЭП $s_{VA}^{IEP}$	Бережливость МЭП $s_{NVA}^{MEP}$	Бережливость ИЭП $s_{NVA}^{IEP}$
Материальные затраты (за вычетом стоимости возвратных отходов)	Использование более экономичного оборудования	Использование искусственного интеллекта для минимизации потерь материалов из-за брака	Избегание перепроизводства готовой продукции	Поддержание стандартов в обновленных версиях
Затраты на оплату труда и отчисления на социальные нужды	Использование нового типа оборудования с более высокой производительностью	Использование электронных баз данных	Оптимизация диаграмм хождений сотрудников за счет устранения лишних операций	Повышение навыков персонала за счет инструментов коучинга
Амортизация основных фондов	Использование нового типа оборудования с более высокой производительностью	Использование нового типа компьютерной техники с более высокой производительностью	Оптимизация процессов, позволяющая снизить количество используемого оборудования	Оптимизация процессов, позволяющая снизить количество используемой компьютерной техники
Прочие затраты	Использование оборудования с системой автономизации (дзидока)	Использование высокоточных датчиков для сбора информации	Запуск команд по улучшению для снижения брака	Запуск проектов по цифровизации отклонений по браку

Составлено автором.

изводства на снижение традиционных элементов себестоимости экономического продукта приведена в табл. 2.

Примечательно, что подход к сокращению себестоимости продукции за счет внедрения новых технологий присущ западным компаниям, в то время как работа с потерями больше характерна для восточных предприятий [13]. При этом в современных реалиях оба подхода должны использоваться промышленными предприятиями одновременно. Зачастую компании пытаются решить проблемы экономической эффективности за счет внедрения инновационных решений, которые в краткосрочной перспективе позволяют сделать определенный прорыв. Однако через некоторое время эффект от внедренных решений начинает снижаться, если к ним не был применен подход кайдзен или малых непрерывных улучшений. Без внедрения новых стандартов, адаптации внедренных инноваций к существующим системам, обучения персонала и т.д., то есть без создания системы поддержания и постоянного улучшения, краткосрочный эффект от инноваций пойдет на убыль, что в результате поставит под вопрос целесообразность осуществленного внедрения.

Сегодня операции, добавляющие ценность ( $s_{VA}^{MEP} + s_{VA}^{IEP}$ ), согласно международной организа-

ции UNIDO составляют по миру примерно 16%. Их себестоимость зависит от используемых технологий производства и технологического прогресса в целом. Только 16 операций из 100 выполняются полностью в соответствии с требованиями заказчиков, остальные 84 операции являются не добавляющими ценности ( $s_{NVA}^{MEP} + s_{NVA}^{IEP}$ ) и могут быть улучшены или полностью устранены. Например, в компании АО «Тетра Пак» проведенный замер времени в рамках разработки карт потока создания ценности (рис. 5) показал, что 56% времени затрачивается на операции, добавляющие ценности конечному потребителю.

Учитывая, что данная компания уже больше 10 лет успешно внедряет принципы традиционного бережливого производства МЭП, данный результат можно считать выдающимся. Однако при этом 46% времени по-прежнему составляют операции, которые можно продолжать улучшать за счет непрерывной работы с возникающими потерями. Согласно данной статистике, можно сделать вывод, что ключ к повышению экономической эффективности современных промышленных предприятий — в снижении материальных и информационных потерь, не добавляющих ценности конечной продукции. Именно в этом и заключается основная цель как

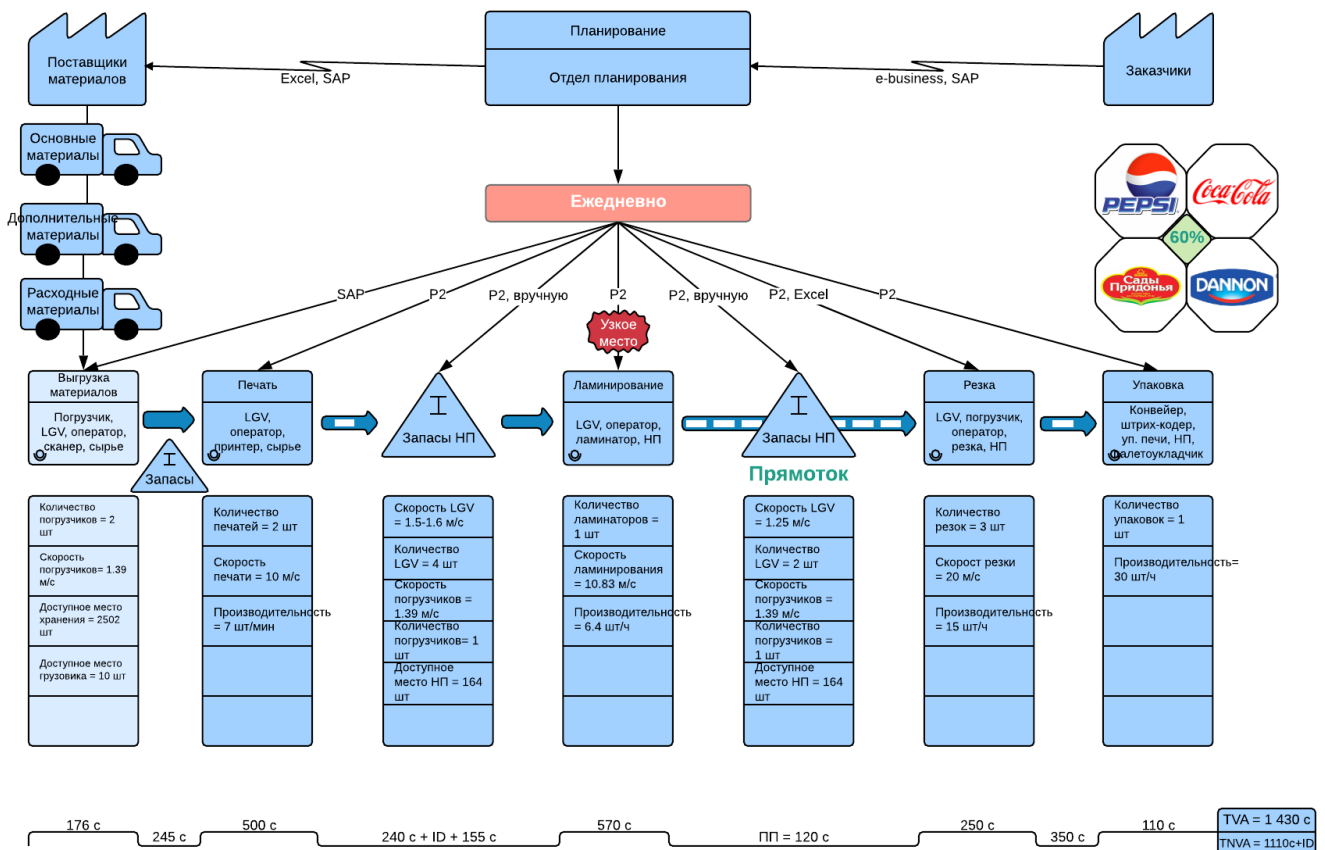


Рис. 5. Карта потока создания ценности компании АО «Тетра Пак»

Составлено автором по данным АО «Тетра Пак».

традиционного бережливого производства МЭП, так и предложенной концепции бережливого производства ИЭП.

Согласно Т. Оно и Дж. Лайкеру [14, 15] себестоимость операций, не добавляющих ценности конечной продукции, можно представить в виде формулы (1.5):

$$s_{NVA}^{MEP} = s_{transport} + s_{overprod} + s_{motion} + s_{inventory} + s_{overproc} + s_{waiting} + s_{defect} + s_{creative}. \quad (1.5)$$

В результате проведенного исследования были выявлены следующие потери при производстве ИЭП, не добавляющие ценности конечной продукции (1.6):

$$s_{NVA}^{IEP} = s_{defect} + s_{overproc} + s_{transport} + s_{time} + s_{overprod} + s_{waiting} + s_{inventory} + s_{creative}. \quad (1.6)$$

Как уже было доказано ранее, сегодня информационная составляющая доминирует в структуре экономического продукта, и со временем данная тенденция будет проявляться только сильнее.

Рассчитать эффективность применения бережливого производства на микроуровне можно по формуле рентабельности по затратам (1.7):

$$r = \frac{P}{S} = \frac{P}{(s_{VA}^{MEP} + s_{VA}^{IEP}) + (s_{NVA}^{MEP} + s_{NVA}^{IEP})}, \quad (1.7)$$

где  $P$  — прибыль;  $Q$  — выручка;  $S$  — себестоимость.

По данной формуле очевидно, что чем меньше знаменатель, тем больше значение показателя. Соответственно, сокращая операции, не добавляющие ценность конечной продукции ( $s_{NVA}^{MEP} + s_{NVA}^{IEP}$ ), компа-

ния улучшает рентабельность по затратам и свою экономическую эффективность соответственно.

### 3. Заключение

На основании проведенного анализа эмпирических значений показателей ВВП на душу населения, эффективности использования ресурсов и MVA (Manufacturing Value Added) была выявлена устойчивая тенденция к непрерывному росту доли операций, добавляющих ценности конечной продукции.

При этом анализ существующих методов учета затрат показал, что, принимая во внимание тенденцию к снижению материалоемкости экономических продуктов и к соответствующему росту информационной составляющей, целесообразно рассматривать себестоимость любого экономического продукта, структурно состоящего из материальной и информационной компонент, по операциям, добавляющим и не добавляющим ценности конечной продукции. Согласно международной организации UNIDO сегодня доля операций, не добавляющих ценности конечному продукту, составляет по миру примерно 84%, что подтверждает важность дальнейшего непрерывного сокращения потерь.

В результате проведенного исследования было доказано, что использование расширенных принципов бережливого производства экономического продукта приводит к снижению материальных и особенно информационных потерь, что в свою очередь влияет на показатель рентабельности по затратам. Сокращая материальные и информационные потери, промышленные предприятия повышают свою экономическую эффективность.

### Литература

1. Schmidt B. et al. Mastering Disruptive Change in Manufacturing: The next productivity frontier. A.T. Kearney. 2015. P. 4 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.es.kenarney.com/en/operations-performance-transformation/article?/a/the-next-productivity-frontier> (дата обращения 11.06.2022).
2. Bhatia N., Drew J. Applying lean production to the public sector. McKinsey. 2006. P. 1–6 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/industries/public-and-social-sector/our-insights/applying-lean-production-to-the-public-sector> (дата обращения 11.06.2022).
3. Colotla I. et al. Lean in a Downturn: Six Actions to Take Now // Bost. Consult. Gr. 2009. P. 6.
4. Коркина С.В., Жебанов А.В. К вопросу о процессе интеграции методов «бережливого производства» на предприятиях вагонного комплекса // Наука и образование транспорту. 2020. P. 57–61.
5. Волкова С.В., Губарев А.В. Проблемы внедрения концепции бережливого производства в трубной промышленности и пути их решения // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 10. P. 27–31.
6. Патрушев В.С. Анализ внедрения инструментов концепции бережливого производства на примере деятельности

### References

1. Schmidt B. et al. Mastering Disruptive Change in Manufacturing: The next productivity frontier // A.T. Kearney. 2015. P. 4. Available at: (<https://www.es.kenarney.com/en/operations-performance-transformation/article?/a/the-next-productivity-frontier>) (accessed 11 June 2022).
2. Bhatia N., Drew J. Applying lean production to the public sector // McKinsey. 2006. P. 1–6. Available at: (<https://www.mckinsey.com/industries/public-and-social-sector/our-insights/applying-lean-production-to-the-public-sector>) (accessed 11 June 2022).
3. Colotla I. et al. Lean in a Downturn: Six Actions to Take Now // Bost. Consult. Gr. 2009. P. 6.
4. Korkina S.V., Zhebanov A.V. On the issue of the process of integration of methods of “lean production” at the enterprises of the wagon complex // Science and Education for transport. 2020. P. 57–61.
5. Volkova S.V., Gubarev A.V. Problems of implementing the concept of lean production in the pipe industry and ways to solve them // Modern high-tech technologies. 2018. No. 10. P. 27–31.
6. Patrushev V.S. Analysis of the implementation of lean production concept tools on the example of the activity of the enterprise JSC “Sorbent” // Bulletin of PNRPU. Socio-eco-

- предприятия АО «Сорбент» // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. 2021. № 1. Р. 209–229. DOI: 10.15593/2224-9354/2021.1.16.
7. Лозгачева Т.М., Табекина О.А., Федотова О.В. Agile и научная организация труда: практика применения гибких методов в России // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2019. Vol. 5, № 71. Р. 48–59.
  8. Кусакбаева Г.М. Метод ABC в системе бережливого производства // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. 2013. Vol. 4. Р. 265–271.
  9. Воронова Е.Ю. Учет затрат: функциональный и традиционный подходы // Аудитор. 2007. Vol. 12. Р. 1–4.
  10. Danilova G.M., Kislova E.G. The Evolution of ABC Costing. Youth Sci. Forum J. 2020. Vol. 1, № 5. Р. 33–38.
  11. Panakhov A.U., Babkova E.G. The Integration of Management Accounting Techniques in the Functional-based Costing System. Accounting. Anal. Audit. 2019. Vol. 6, № 4. Р. 42–52. DOI: <https://doi.org/10.26794/2408-9303-2019-6-4-42-52>.
  12. Евсеева М.В., Ткаченко И.Н. Нематериальные активы высокотехнологичных компаний: стоимостной подход // Стратегические приоритеты и драйверы развития предприятия. Екатеринбург: Урал. гос. экон. ун-т, 2019. Р. 68–78.
  13. Имаи М. Кайдзен: Ключ к успеху японских компаний. М.: Альпина Паблишер, 2020. 274 p.
  14. Ohno T. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Portland: Productivity Press, 1988. 152 p.
  15. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  16. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  17. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  18. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  19. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  20. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  21. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  22. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  23. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  24. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  25. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  26. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  27. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  28. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  29. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  30. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  31. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  32. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  33. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  34. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  35. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  36. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  37. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  38. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  39. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  40. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  41. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  42. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  43. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  44. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  45. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  46. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  47. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  48. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  49. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  50. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  51. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  52. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  53. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  54. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  55. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  56. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  57. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  58. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  59. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  60. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  61. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  62. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  63. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  64. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  65. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  66. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  67. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  68. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  69. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  70. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  71. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  72. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  73. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  74. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  75. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  76. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  77. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  78. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  79. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  80. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  81. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  82. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  83. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  84. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  85. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  86. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  87. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  88. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  89. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  90. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  91. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  92. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  93. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  94. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  95. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  96. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  97. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  98. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  99. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.
  100. Liker J.K. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, 2003. 319 p.