

УДК 658.5.011

*К.А. Котляр, Ю.В. Бабанова, Р.С. Антонян***ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

В настоящее время тема внедрения бережливого производства становится все более актуальной в России, что подтверждается количеством вовлекаемых в этот процесс предприятий, а также широким освещением в СМИ и научно-популярных изданиях. Особую роль при внедрении бережливого производства играет экономическая составляющая реализуемых проектов. При правильном расчете экономики на старте темпы внедрения и процент приживаемости используемых инструментов существенно повышается. На сегодняшний день существует множество способов расчёта экономического эффекта внедрения бережливого производства, однако большинство из них носят общий характер и не в полном объеме демонстрируют конкретные результаты от изменения процессов. Кроме того, часто используются натуральные, а не финансовые показатели, затрудняющие общую оценку эффективности применяемых решений. В связи с этим целью данной статьи является оценка влияния картирования потока создания ценности как ключевого инструмента бережливого производства, на устранение потерь и на повышение производительности предприятия в целом. Практической базой исследования стал опыт внедрения бережливого производства в более чем 2-х тысячах коммерческих предприятий различных отраслей промышленности с объемом выручки от 100 млн до 25 млрд и среднесписочной численностью от 10 до 10 000 человек.

Ключевые слова: бережливое производство, повышение производительности, расчёт экономического эффекта от внедрения бережливого производства, производительность труда, потери, добавленная стоимость, картирование потока создания ценности, затраты.

DOI: 10.35634/2412-9593-2021-31-5-813-819

В условиях роста конкуренции и усложнения экономической ситуации в постпандемийном пространстве большинство предприятий для повышения эффективности бизнеса идут по пути внедрения бережливого производства. Однако многие из них сталкиваются с невозможностью рассчитать экономический эффект и оценить степень влияния бережливого производства на основные процессы, так как внедрение разрозненных инструментов бережливого производства не всегда приводит к росту экономических показателей предприятия в целом в краткосрочном периоде и тогда возникает вопрос у руководства о целесообразности усилий в этом направлении [1]. Для исключения подобного рода проблем необходимо проводить комплексное внедрение бережливого производства, одной из важных составляющих которого является оценка экономического эффекта до начала внедрения [2].

Типичной ошибкой руководителей, приступающих к внедрению новых управленческих инструментов, является использование экономических показателей, которые не отражают целостную причинно-следственную картину изменений и влияние их на динамику развития предприятия в целом [3]. Например, рост выработки не всегда показывает экономическую целесообразность затрат на ее достижение. Рассмотрим пример. Если, при прочих равных условиях, на участке механической обработки, являющемся частью производственного потока, выпускали 100 деталей в смену, то после анализа и устранения потерь (за счет закупки гайковерта, комплекта универсального инструмента, унификации крепежных элементов) на участке стали выпускать 120 деталей в смену, что увеличило выработку на одного сотрудника. Однако участок выпускает болты М12–М16 из шестигранника диаметром 30, себестоимость изготовления которого в 4 раза выше, чем его же закупка на открытом рынке. Тем самым производительность потока не только не выросла, но и снизилась, так как поток производит больше комплектующих с отрицательной маржинальностью.

Учитывая изложенное, целесообразно рассчитывать экономическую эффективность внедрения бережливого производства через показатель производительности труда, так как он отражает качественные изменения на предприятии, выраженные в росте добавленной стоимости по отношению к числу сотрудников предприятия (1) [4-6].

$$\text{Производительность труда} = \text{Добавленная стоимость} / \text{Численность}, \quad (1)$$

где *Добавленная стоимость* рассчитывается в зависимости от формы финансовой отчетности предприятия.

Так, для предприятий, имеющих консолидированную финансовую отчетность, в соответствии с требованиями МСФО добавленная стоимость рассчитывается как сумма операционной прибыли предприятия; прибыли от субсидий и грантов, не входящих в состав операционной прибыли, кроме субсидий и грантов для приобретения (создания) основных средств (ОС), нематериальных активов (НМА); расходов на вознаграждение работников; налогов, кроме налога на прибыль и амортизации ОС, НМА, и в отношении прав пользования активами, скорректированной на сумму доходов (расходов) от реализации основных средств и доходов (расходов) на восстановление (обесценение) активов.

Знаменатель – *Численность* – определяется как сумма среднегодовой численности работников, за которых предприятие производит уплату страховых взносов в государственные внебюджетные фонды, по всем предприятиям, входящим в периметр консолидации, рассчитываемая как средняя от месячных численностей, указанных в поквартальных формах РСВ.

Для предприятий, у которых отсутствует консолидированная финансовая отчетность по МСФО, *Добавленная стоимость* определяется как сумма прибыли, расходов на оплату труда, страховых выплат, налогов и сборов (за исключением налога на прибыль) и амортизации основных средств и нематериальных активов.

Численность определяется как среднегодовая численность работников, за которых предприятие производит уплату страховых взносов в государственные внебюджетные фонды, рассчитываемая как средняя от месячных численностей, указанных в поквартальных формах расчета страховых взносов [7].

Пример демонстрации типичного изменения производительности труда в результате внедрения бережливого производства в течение четырех лет представлен на рисунке.



Рис. Динамика показателя «Производительность труда» в результате внедрения бережливого производства в приборостроительной компании

Результаты, представленные на рис., были достигнуты за счет внедрения инструментов бережливого производства, которые нацелены на поиск и устранение потерь, содержащих в себе затраты на процессы, не создающие ценность для конечного клиента компании [8-10].

Для оценки экономического эффекта, отражающего сокращение удельных затрат на единицу продукции, от внедрения инструментов бережливого производства на конкретных участках или в цехах, предлагается использовать следующий подход.

Общая формула расчета экономического эффекта от реализации мероприятий (2) выглядит следующим образом:

$$\text{Экономический эффект} = [Z_{\text{до}} - Z_{\text{после}}] - Z_{\text{на реализацию мероприятия}}, \quad (2)$$

где *Экономический эффект* – это эффект в рублях, при расчете которого учитываются в стоимостном выражении все виды результатов и затрат, обусловленных реализацией мероприятия;

$Z_{\text{на реализацию мероприятия}}$ – это единовременные затраты на внедрение мероприятия (затраты на материалы, услуги, энергоносители, затраты на оплату труда и пр.), руб.;

$Z_{\text{до}}$ – затраты до внедрения, руб.;

$Z_{\text{после}}$ – затраты после внедрения, руб.

При этом для расчета затрат (3) используется следующая зависимость:

$$\text{Затраты} = \Phi_{\text{рас.рес.}} \cdot C_{\text{рес.}} \quad (3)$$

где $\Phi_{\text{рас.рес.}}$ – физический расход ресурсов, руб.;

$C_{\text{рес.}}$ – стоимость ресурсов, руб.

Затраты до внедрения (4) рассчитываются на основе результатов картирования текущего состояния процесса или данных бухгалтерского, управленческого учета:

$$Z_{\text{до}} = \text{Расход ресурсов}_{\text{до}} \cdot \text{Стоимость ресурсов}_{\text{до}}, \quad (4)$$

где $\text{Расход ресурсов}_{\text{до}}$ – расход ресурсов до внедрения, руб.;

$\text{Стоимость ресурсов}_{\text{до}}$ – стоимость ресурсов до внедрения, руб.

Затраты после внедрения (5) рассчитываются как планируемый (на этапе предварительной оценки) или фактический (на этапе подтверждения эффекта) расход ресурсов после внедрения мероприятия:

$$Z_{\text{после}} = P_{\text{рас.рес.после}} \cdot C_{\text{рес.после}}, \quad (5)$$

где $P_{\text{рас.рес.после}}$ – расход ресурсов после внедрения, руб.;

$C_{\text{рес.после}}$ – стоимость ресурсов после внедрения, руб.

Ключевым инструментом для поиска потерь является картирование потока создания ценности. Картирование потока создания ценности – инструмент, направленный на создание визуального образа информационного и материального потока, демонстрирующего процесс преобразования ресурсов в готовую продукцию [1]. Карта потока создания ценности – схема, изображающая каждый этап материального и информационного потока, необходимый для выполнения заказа потребителя. Данный инструмент предназначен для наглядного представления потока создания ценности и его характеристик с целью поиска и сокращения (устранения) потерь, балансировки потока и сокращения времени протекания процесса. Основные этапы применения картирования отражены в табл. 1.

Итак, экономический эффект от картирования потока создания ценности будет результатом преобразования потока путем устранения потерь. Как правило, существенную долю в себестоимости продукции предприятий составляют затраты на энергоносители, логистику и трудозатраты на единицу продукции, поэтому именно им следует уделить особое внимание (6).

$$\text{Экономический эффект} = \mathcal{E}_{\text{эл}} + \mathcal{E}_{\text{труд}} + \mathcal{E}_{\text{перемещ}} + \dots + \mathcal{E}_{\text{н}}, \quad (6)$$

где $\mathcal{E}_{\text{эл}}$ – снижение затрат на энергоносители, руб.;

$\mathcal{E}_{\text{труд}}$ – снижение трудоемкости на отдельном участке, руб.;

$\mathcal{E}_{\text{перемещ}}$ – сокращение маршрута транспортировки продукции, руб.;

$\mathcal{E}_{\text{н}}$ – снижение затрат на иные виды потерь, руб.

При этом расчет экономического эффекта от снижения затрат на энергоносители (7), снижение трудоемкости на отдельном участке (8) и сокращение маршрута транспортировки продукции (9) выглядят следующим образом:

$$\mathcal{E}_{\text{эл}} = \left(\frac{T1 \cdot \eta_{з1} \cdot N1}{60 \cdot \eta_1} - \frac{T2 \cdot \eta_{з2} \cdot N2}{60 \cdot \eta_2} \right) \cdot C_{\text{э}} \cdot A, \quad (7)$$

где $T1$ – норма времени на обработку единицы продукции до внедрения изменений, мин.;

$T2$ – норма времени на обработку единицы продукции после внедрения изменений, мин.;

$C_{\text{э}}$ – стоимость 1 кВт. час электроэнергии, руб./кВт. час;

A – годовой объем производства продукции в натуральных единицах, шт.;

$N1$ – мощность электродвигателя до внедрения изменений по паспорту, кВт;

$N2$ – мощность электродвигателя после внедрения изменений по паспорту, кВт;

$\eta_{з1}$ – коэффициент загрузки двигателя до внедрения изменений, %;

$\eta_{з2}$ – коэффициент загрузки двигателя после внедрения изменений, %;

η_1 – коэффициент полезного действия двигателя до внедрения изменений, %;

η_2 – коэффициент полезного действия двигателя после внедрения изменений, %.

Таблица 1

Основные этапы Картирования потока создания ценности

Этап	Описание этапа
Выбор продукта для картирования	Определение значимого для развития компании продукта с точки зрения стратегического развития. Обозначение границ процесса (вход и выход), определяющих зону внимания картирования. Определение внешнего клиента процесса и ценности для него в создаваемом продукте. Определение внутреннего клиента процесса и ценности для него с учетом требований внешнего клиента
Сбор команды для картирования	Определение состава команды, в которую необходимо включить как специалистов из процесса, так и представителей подразделений, обеспечивающих работу данного процесса
Сбор информации о потоке	Определение основных этапов преобразования входа в выход и сбор общей информации о них
Построение карты текущего состояния потока создания ценности	Определение основных производственных процессов и их основных параметров (время производственного цикла, время обработки, время переналадки, уровень запасов сырья, материалов, комплектующих, объем партии, число работников, участвующих в данном процессе и др.). Определение способов транспортировки и ее длительности. Построение диаграммы «Спагетти» текущего состояния. Построение карты в начале в стикерах, затем возможен перевод в электронный вид
Анализ карты текущего состояния потока создания ценности	Поиск, анализ и ранжирование узких мест, потерь в потоке
Разработка карты идеального состояния потока создания ценности	Построение карты потока создания ценности без потерь, узких мест или основываясь на лучших практиках
Выявление ключевых разрывов между идеальным и текущим состоянием	Выбор приоритетных точек приложения усилий, выявление проблем в части наиболее существенных разрывов между текущим и идеальным состоянием
Разработка карты целевого состояния потока создания ценности	Построение карты потока создания ценности, отражающей что будет достигнуто в рамках конкретного временного промежутка/проекта
Разработка плана мероприятий по достижению целевого состояния	Определение мероприятий для перехода к целевому состоянию потока создания ценности. Анализ рисков предлагаемых мероприятий. Обозначение ответственных и сроков реализации мероприятий. Разработка и утверждение плана изменений с конкретными сроками и описанием необходимых мероприятий, измеримых целями и указанием ответственных. Анализ эффективности мероприятий
Реализация мероприятий и анализ эффекта достигнутых результатов	Внедрение запланированных мероприятий. Оценка и сравнение достигнутых результатов относительно целевых показателей

$$\text{Этруд} = \frac{T_{ib} - T_{ia}}{60} * \text{Снорм}_ч \cdot \text{Кдоп} \cdot \text{Ксс} \cdot \text{А}, \quad (8)$$

где T_{ib} – трудоемкость обработки единицы продукции до внедрения изменений, мин.;

T_{ia} – трудоемкость обработки единицы продукции после внедрения изменений, мин.;

$\text{Снорм}_ч$ – стоимость одного нормочаса работы рабочего, руб.;

Кдоп – коэффициент дополнительной заработной платы за квалификацию;

Ксс – отчисления на социальное страхование, %;

А – годовой объем производства продукции в натуральных единицах, шт.

$$\text{Эперемещ} = \frac{T1-T2}{60} \cdot C_{\text{норм_ч}} \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_{\text{сс}}, \quad (9)$$

где $T1$ – время, затрачиваемое на транспортировку продукции до внедрения изменений, мин.;

$T2$ – время, затрачиваемое на транспортировку продукции после внедрения изменений, мин.;

$C_{\text{норм_ч}}$ – стоимость одного нормочаса работы рабочего, руб.;

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы за квалификацию;

$K_{\text{сс}}$ – отчисления на социальное страхование, %.

Модели расчета времени, затрачиваемого на транспортировку продукции до внедрения изменений (10) и расчета времени, затрачиваемого на транспортировку продукции после внедрения изменений (11), будут выглядеть следующим образом:

$$T1 = \frac{A}{N_{\text{тара}}} / n_{\text{тара}} \cdot S1 / V_{\text{ср}}, \quad (10)$$

где A – годовой объем производства продукции в натуральных единицах, шт.;

$N_{\text{тара}}$ – количество единиц продукции в одной таре, шт.;

$n_{\text{тара}}$ – количество тар, фактически используемых для перемещения до изменений, шт.;

$S1$ – расстояние транспортировки продукции до внедрения изменений, м.;

$S2$ – расстояние транспортировки продукции после внедрения изменений, м.;

$V_{\text{ср}}$ – средняя скорость перемещения, м/мин.

$$T2 = \frac{A}{N_{\text{тара}}} / n_{\text{тара}} * S2 / V_{\text{ср}}, \quad (11)$$

где A – годовой объем производства продукции в натуральных единицах, шт.;

$N_{\text{тара}}$ – количество единиц продукции в одной таре, шт.;

$n_{\text{тара}}$ – количество тар, используемых для перемещения после изменений, шт.;

$S1$ – расстояние транспортировки продукции до внедрения изменений, м.;

$S2$ – расстояние транспортировки продукции после внедрения изменений, м.;

$V_{\text{ср}}$ – средняя скорость перемещения, м/мин.

Таблица 2

Результаты преобразования потока создания ценности, полученные с помощью картирования

№ п/п	Показатели	Обозначение (до/после)	Оценка	
			Значение до внедрения	Значение после внедрения
1.	Норма времени на обработку единицы продукции до/после внедрения изменений, мин	$T1 / T2$	4,28	3,7
2.	Стоимость 1 кВт. час электроэнергии, руб./кВт.час	$C_{\text{э}}$	4,51	
3.	Годовой объем производства продукции в натуральных единицах, шт.	A	14480	
4.	Мощность электродвигателя до/после внедрения изменений по паспорту, кВт	$N1 / N2$	10	
5.	Коэффициент загрузки двигателя до/после внедрения изменений, %	η_{31} / η_{32}	75%	76%
6.	Коэффициент полезного действия двигателя до/после внедрения изменений, %	η_1 / η_2	0,85	0,87
7.	Стоимость одного нормочаса работы рабочего, руб.	$C_{\text{норм_ч}}$	181	
8.	Коэффициент дополнительной заработной платы за квалификацию, доли	$K_{\text{доп}}$	1,15	
9.	Отчисления на социальное страхование, %	$K_{\text{сс}}$	33	
10.	Время, затрачиваемое на транспортировку продукции до/после внедрения изменений, мин.	$T1/T2$	1872	1057
11.	Количество единиц продукции в одной таре, шт.	$N_{\text{тара}}$	50	80
12.	Количество тар, шт.	$n_{\text{тара}}$	2	2
13.	Расстояние транспортировки продукции до/после внедрения изменений, м	$S1 / S2$	430	300
14.	Средняя скорость перемещения, м/мин	$V_{\text{ср}}$	40	40

Для наглядности предлагаемого подхода к оценке эффективности внедрения картирования приведем расчет полученных эффектов для приборостроительной компании. Данные для расчета приведены в табл. 2.

Проведем расчет экономического эффекта, согласно приведенным выше формулам:

$$\text{Ээл} = \left(\frac{4,28 \cdot 0,75 \cdot 10}{60 \cdot 0,85} - \frac{3,7 \cdot 0,75 \cdot 10}{60 \cdot 0,87} \right) * 4,51 * 14480 = 3\,420 \text{ (руб.)},$$

$$\text{Этруд} = \frac{4,28 - 3,7}{60} * 181 * 1,15 * 1,33 * 14480 = 874\,063 \text{ (руб.)},$$

$$\text{Эперемещ} = \frac{1872 - 1057}{60} * 181 * 1,15 * 1,33 = 4\,613 \text{ (руб.)},$$

$$T1 = \frac{\frac{14480}{50}}{2} * \frac{0,43}{2} = 1872 \text{ (мин)},$$

$$T2 = \frac{\frac{14480}{80}}{2} * \frac{0,3}{2} = 814 \text{ (мин)},$$

$$\text{Экономический эффект} = 3\,420 + 874\,063 + 4\,613 = 882\,096 \text{ (руб.)}$$

Пример демонстрирует результаты внедрения инструментов бережливого производства, представленные в денежном выражении.

Таким образом, в статье предложен метод оценки экономического эффекта от внедрения инструментов бережливого производства, позволяющий оценить степень влияния изменений на производительность предприятия.

Отличие предложенного подхода от ранее проведенных исследований заключается в том, что он демонстрирует влияние устранения наиболее распространенных видов потерь на финансовые показатели предприятия. Авторская модель является достаточно простой в части расчетов, кроме того в ней используются данные из общепринятой системы учета на предприятиях, что делает ее доступной для применения в любой отрасли для анализа потенциального эффекта от устранения потерь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лайкер Дж., Майер Д. Практика дао Toyota: Руководство по внедрению принципов менеджмента Toyota / пер. с англ. 7-е изд. М.: Альпина Паблишер, 2016. 586 с.
2. Талев Н.Н. Черный лебедь. Под знаком непредсказуемости. 2-е изд., доп. / пер. с англ. М.: КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2016. 736 с.
3. Акатов Н.Б., Попов В.Л., Ташкинов А.Г. Разработка методики оценки эффективности проектов развития производственной системы предприятия в рамках интегральной технологии управления // Экономика и предпринимательство. 2016. № 12, Ч. 2. С. 900–907.
4. Платформа для повышения производительности. URL: <https://национальныепроекты.рф>; URL: <https://xn--80aаратретсчфмо7а3с9ehj.xn--p1ai/>.
5. Приказ Минэкономразвития России от 03 декабря 2020 г. № 801 «О внесении изменений в Методику расчета показателей производительности труда предприятия, отрасли, субъекта Российской Федерации, утвержденную приказом Минэкономразвития России от 28 декабря 2018 г. № 748». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_371102/.
6. Ёлохова И.В., Малинина С.Е. Современные проблемы оценки экономической эффективности инновационных проектов // Вестн. Пермского ун-та. Сер. Экономика. (Perm University Herald. Economy). 2014. № 3(22). С. 74–81.
7. Ташкинов А.Г. Разработка метода оценки конкурентоспособности производственно-экономической системы машиностроительного предприятия // Вестн. Пермского национального исследовательского политехн. ун-та. Социально-экономические науки. 2018. № 4. С. 254–269.
8. Кашин В.Н., Ионов В.Я. Хозяйственный механизм и эффективность промышленного производства. М.: Наука, 1997. 367 с.
9. Suetina T.A., Odinkov M.Y., Safina D.M. Benefits of project management at lean manufacturing tools implementation // Asian Social Science. 2014. Vol. 10. P. 62–66.

10. Филимонова Ю.В., Арсентьева Д.Д. Повышение эффективности производства на основе применения инструментов концепции «Бережливое производство» // Вестн. Ангарского гос. техн. ун-та. 2017. № 11. С. 283–289.

Поступила в редакцию 23.08.2021

Котляр Кирилл Анатольевич, старший руководитель проекта
АНО «Федеральный центр компетенций в сфере производительности труда»
123022, Россия, г. Москва, Сергея Makeева, 13, бизнес-центр Marr Плаза
E-mail: kakotlyar@pptrf.ru

Бабанова Юлия Владимировна, доктор экономических наук, тренер-консультант
АНО «Федеральный центр компетенций в сфере производительности труда»
123022, Россия, г. Москва, Сергея Makeева, 13, бизнес-центр Marr Плаза,
E-mail: yvbabanova@pptrf.ru

Антонян Радик Сасунович, менеджер проекта Регионального центра компетенций
ОГАУ «Фонд развития промышленности Челябинской области»
454006, Россия, г. Челябинск, ул. Российской, 110, корп. 1
E-mail: antonyan@frp74.ru

K.A. Kotlyar, Yu.V. Babanova, R.S. Antonyan

JUSTIFICATION OF ECONOMIC EFFICIENCY OF IMPLEMENTATION OF LEAN PRODUCTION

DOI: 10.35634/2412-9593-2021-31-5-813-819

Currently, the topic of introducing lean production is becoming more and more relevant, which is confirmed by the number of enterprises involved in this process, as well as widespread coverage in the media and popular science publications. The economic component of these projects plays a special role in the implementation of lean production, since with the correct calculation of the economy at the start, the rate of implementation is much higher, and the percentage of adoption of the implemented tools is higher. Today there are many ways to calculate the economic effect, but most of them are general in nature and do not fully demonstrate the specific results of changing processes. In addition, natural rather than financial indicators are often used, which complicates the overall assessment of the efficiency of the applied solutions. The purpose of this article is to assess the impact of value stream mapping, as a key tool of lean production, on eliminating losses and improving the productivity of the enterprise as a whole. The practical basis of the research was the experience of implementing lean manufacturing in more than 2 thousand commercial enterprises of various industries, with revenue from 100 million to 25 billion and an average number of 10 to 10 000 people.

Keywords: lean production, productivity increase, calculation of the economic effect from the implementation of lean production, labor productivity, losses, added value, value stream mapping, costs.

Received 23.08.2021

Kotlyar K.A., Senior Project Manager
Federal Center of Competencies in the Field of Labor Productivity
Sergeya Makeeva st., 13, business center Marr Plaza, Moscow, Russia, 123022
E-mail: kakotliar@pptrf.ru

Babanova Yu.V., Doctor of Economics, coach-consultant
Federal Center of Competencies in the Field of Labor Productivity
Sergeya Makeeva st., 13, business center Marr Plaza, Moscow, Russia, 123022
E-mail: yvbabano-va@pptrf.ru

Antonyan R.S., Project Manager of the Regional Competencies Center
State Fund for Industrial Development of the Chelyabinsk Region
Rossiyskaya st., 110/1, Chelyabinsk, Russia, 454006
E-mail: antonyan@frp74.ru