

## **Методика оценки экономической эффективности инвестиций во внедрение мероприятий бережливого производства**

**Сафина Д.М.<sup>1</sup>, Суетина Т.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО "Казанский (Приволжский) федеральный университет", Казань, Россия; <sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ», Казань, Россия

**АННОТАЦИЯ.** Продуманное внедрение инструментов бережливого производства в российских компаниях нередко приносит искомый положительный эффект, выраженный в экономии финансовых, людских, временных ресурсов, энергии и производственных площадей. Однако остается открытым вопрос при каких масштабах внедрения можно достичь положительной отдачи от инвестиций в бережливое производство. В работе предлагается алгоритм расчета экономической эффективности инвестиций в мероприятия бережливого производства, основанный на оценке значения масштаба внедрения инструментов бережливого производства на предприятии. Разработанный алгоритм может быть использован на этапе анализа возможностей применения мероприятий бережливого производства в подразделениях предприятия и предварительной оценки эффективности внедрения мероприятий на уровне предприятия в целом. Предлагаемая методика позволит выбирать наиболее экономически эффективные мероприятия бережливого производства.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** бережливое производство, инвестиции, экономическая эффективность, алгоритм расчета, масштаб внедрения.

### **ОСНОВНЫЕ ТЕЗИСЫ**

На промышленных предприятиях Республики Татарстан большое внимание уделяется организации производства с применением инструментов бережливого производства.

Полученный эффект от внедрения мероприятий бережливого производства в подразделениях обуславливается экономией материальных

ресурсов, времени работы технологического оборудования и уменьшением потерь времени работы производственно-промышленного персонала.

Трудности при расчете экономического эффекта от внедрения мероприятий бережливого производства связаны с выявлением прироста прибыли предприятия в результате внедрения.

Для проведения оценки экономического эффекта от внедрения мероприятий бережливого производства на предприятии должен быть достигнут пороговый уровень масштаба внедрения мероприятий

Размер превышения порогового значения масштаба внедрения мероприятий на предприятии определяет величину экономического эффекта на уровне предприятия.

Пороговое значение масштаба внедрения бережливого производства определяется экспертным путем исходя из общего количества инструментов бережливого производства, внедренных в структурных подразделениях и их воздействия на показатели работы подразделений.

Для оценки влияния масштаба внедрения мероприятий бережливого производства на прирост прибыли предприятия в целом авторами предложена математическая модель.

Разработанный на основе модели алгоритм позволяет оценить эффективность инвестиций в мероприятия бережливого производства.

Целесообразно использовать предлагаемую методику на этапе планирования инвестиций бережливого производства для выбора наиболее экономически эффективной программы внедрения мероприятий бережливого производства.

## **Methodology for assessing the economic efficiency of investments in the implementation of lean manufacturing measures**

**Safina, D.V.<sup>1</sup>, Suetina T.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia

<sup>2</sup>Kazan National Research Technical University named after A.N.Tupolev, Kazan, Russia

**ABSTRACT.** The thoughtful implementation of lean production tools in Russian companies often brings the desired positive effect, expressed in saving financial, human, temporary resources, energy and production space. However, the question remains at what scale of implementation it is possible to achieve a positive return on investment in lean production. The paper proposes an algorithm for calculating the economic efficiency of investments in lean manufacturing measures, based on an assessment of the scale of implementation of lean manufacturing tools in an enterprise. It is possible to use the developed algorithm at the stage of analysis of possibilities of application of measures of lean production in divisions of the enterprise and at the stage of preliminary assessment of efficiency of implementation of actions at the level of the enterprise as a whole. The proposed method will allow choosing the most cost-effective measures of lean production

**KEY WORDS:** lean production, investment, economic efficiency, calculation algorithm, scale of implementation.

### **HIGHLIGHTS**

The task is to create a methodology for determining the economic efficiency of investments in the implementation of lean manufacturing activities.

A model for evaluating the effectiveness of lean manufacturing measures is proposed.

The model takes into account the scale of implementation of activities in the enterprise.

An algorithm for calculating the economic efficiency of implementing measures has been developed.

An example of the calculation of economic efficiency.

**JEL classification: C02, C41, D24**

**Received: / Published:**

©Author(s) / Publication: CREATIVE ECONOMY Publishers

For correspondence: Suetina T.A. ([suetinat@mail.ru](mailto:suetinat@mail.ru))

## CITATION

Safina D.M, Suetina T.A. (2018) Metodika otsenki ekonomicheskoy effektivnosti investitsiy vo vnedreniye meropriyatiy berezhlivogo proizvodstva [Methodology for assessing the economic efficiency of investments in the implementation of lean manufacturing measures]. Rossiyskoe predprinimatelstvo.

### **Введение**

В настоящее время на промышленных предприятиях Республики Татарстан (РТ) большое внимание уделяется организации производства с применением инструментов бережливого производства, таких как TPM, 5S, SMED, Just In Time, дзидока, картирование потока создания ценности, визуализации; U-образной ячейки, Канбан и др. [2,6,7,11,12] (Vumek & Dzhons, 2013), (Roter & Shuk, 2008), (Singo, 2010), (Khobbs, 2007), (Harris et. al., 2014). Внедрение мероприятий, реализующих элементы бережливого производства, осуществляется в отдельных структурных подразделениях предприятий. Полученный эффект в подразделениях предприятий обуславливается значительной экономией материальных ресурсов, времени работы технологического оборудования и уменьшением потерь времени работы производственно-промышленного персонала. При этом размер вложений в реализацию мероприятий бережливого производства относительно невысок. Но возникают трудности при расчете экономического эффекта от внедрения мероприятий бережливого производства, так как на уровне предприятия в целом не выявляется прирост прибыли после внедрения мероприятий. Данный факт обусловлен недостаточным масштабом внедрения мероприятий бережливого производства на предприятии. Довольно значительные результаты внедрения мероприятий в отдельных структурных подразделениях нивелируются за счет нерационального использования ресурсов в других подразделениях предприятий [1,3-5,9,10] (Babushkin, 2012), (Kostyunina, 2015), (Medvedeva & Korenkov, 2017), (Melnikov, Larionov & Gankin, 2016), (Suetina & Rakhimova, 2014), (Filimonova & Arsentyeva, 2017).

## **Понятие масштаба внедрения мероприятий бережливого производства.**

Для того, чтобы на предприятии в целом был зафиксирован и оценен экономический эффект от внедрения мероприятий бережливого производства, на предприятии должен быть достигнут определенный уровень масштаба внедрения мероприятий, который назовем пороговым значением масштаба внедрения мероприятий бережливого производства. Предполагается, что размер превышения порогового значения масштабом внедрения мероприятий на предприятии определяет величину экономического эффекта на уровне предприятия.

## **Модель влияния масштаба внедрения мероприятий бережливого производства на прирост прибыли предприятия.**

Для оценки значения экономического эффекта от внедрения мероприятий бережливого производства предлагается следующая методика.

Пусть  $V_j$  – среднегодовой объем продукции, производимой  $j$ -м структурным подразделением предприятия (цех, производственный участок), на котором внедрены мероприятия бережливого производства. Предположим, что на предприятии инструменты бережливого производства внедрены в  $M$  структурных подразделениях. Тогда масштаб внедрения бережливого производства на предприятии  $\gamma$  определится из выражения

$$\gamma = \frac{V_j^\Sigma}{V}, \quad (1)$$

где  $V$  – суммарный среднегодовой объем выпуска продукции на предприятии в целом;  $V_j^\Sigma$  – суммарный среднегодовой объем выпускаемой продукции структурными подразделениями предприятия, на которых внедрены инструменты бережливого производства, определяемый по формуле

$$V_j^\Sigma = \sum_j^M V_j. \quad (2)$$

Обозначим пороговое значение масштаба внедрения мероприятий бережливого производства на предприятии через  $\gamma^*$ . Экономический смысл порогового значения  $\gamma^*$  заключается в том, что при значениях масштаба внедрения мероприятий бережливого производства  $\gamma > \gamma^*$  на уровне предприятия в целом проявляется прирост прибыли предприятия  $\Delta P$ , который зависит от превышения порогового значения, т.е.  $\Delta P = \Delta P(\Delta\gamma)$ , где  $\Delta\gamma = \gamma - \gamma^*$ .

Пороговое значение масштаба внедрения бережливого производства  $\gamma^*$  определяется экспертным путем исходя из общего количества инструментов бережливого производства, внедренных в структурных подразделениях и их воздействия на показатели работы подразделений.

Экономический эффект  $\Delta P$  от внедрения мероприятий бережливого производства на предприятии за определенный период времени достигается при наличии инвестиций во внедрение инструментов бережливого производства. Необходимый объем инвестиций в мероприятия бережливого производства  $I$  может быть определен через объемы производственных и финансовых ресурсов, потребных для реализации конкретных мероприятий бережливого производства в подразделениях предприятия. Тогда экономическая эффективность внедрения мероприятий бережливого производства  $\mathcal{E}$  на уровне предприятия за определенный период времени рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E} = \Delta P / I. \quad (3)$$

На основании предложенной модели влияния масштаба внедрения мероприятий бережливого производства на прирост прибыли предприятия в целом разработан следующий алгоритм, позволяющий оценить эффективность инвестиций в мероприятия бережливого производства.

**Алгоритм расчета экономической эффективности инвестиций в реализацию мероприятий бережливого производства на уровне предприятия.**

1. Определение периода времени  $T_p$ , на котором будет производиться расчет экономической эффективности внедрения мероприятий бережливого производства.

2. Разбиение периода времени  $T_p$  на  $n$  отрезков времени. Длительность отрезков времени (месяц, полугодие, год) определяется: во-первых, длительностью периода времени  $T_p$ , во-вторых, временем, которое требуется для внедрения мероприятий бережливого производства в подразделениях предприятия.

3. Прогнозирование программы инвестиций предприятия в мероприятия бережливого производства по подразделениям и отрезкам времени  $I_{j i}$ ,  $i = 1, \dots, n$ ,  $j = 1, \dots, m$ , где  $i$ - порядковый индекс отрезка времени,  $j$ - индекс подразделения предприятия, на котором внедряются мероприятия бережливого производства,  $m$  – количество подразделений предприятия, на которых в рассматриваемом периоде времени внедряются мероприятия бережливого производства.

4. Определение прогноза значения суммарного объема продукции предприятия  $V_i$  по отрезкам времени  $i = 1, \dots, n$ .

5. Прогнозирование объемов выпуска продукции  $v_{ij}$  всех подразделений предприятия, в которых внедряются или уже внедрены мероприятия бережливого производства,  $j = 1, \dots, M$ , для рассматриваемых периодов времени  $i = 1, \dots, n$ .

6. Расчет значений масштаба внедрения мероприятий бережливого производства  $\gamma_i$  для периодов времени по формуле

$$\gamma_i = \frac{V_i}{\sum_{j=1}^M v_{ij}}, \quad i = 1, \dots, n. \quad (4)$$

7. Определение экспертным путем порогового значения  $\gamma^*$  для рассматриваемого периода времени.

8. Определение значений  $\Delta\gamma_i = \gamma_i - \gamma^*$ ,  $i=1, \dots, n$ .

9. Моделирование зависимостей  $\Delta P_i = \Delta P_i(\Delta\gamma_i)$  для каждого периода времени  $i=1, \dots, n$ , при значениях  $\Delta\gamma_i > 0$ , т.е. для тех периодов времени, на которых масштаб внедрения мероприятий бережливого производства больше порогового значения  $\gamma^*$ .

10. Определение объема инвестиций во внедрение мероприятий бережливого производства для предприятия в целом по периодам времени  $I_i = \sum_{j=1}^m I_{ji}$ ,  $i=1, \dots, n$ .

11. Расчет экономической эффективности  $\Theta$  внедрения мероприятий бережливого производства в целом за период времени по формуле

$$\Theta = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta P_i}{\sum_{i=1}^n I_i} \quad (5)$$

Предложенный алгоритм может быть использован на этапе анализа возможностей применения мероприятий бережливого производства в подразделениях предприятия и предварительной оценки эффективности внедрения мероприятий на уровне предприятия в целом в рамках осуществления проектов повышения эффективности предприятия [8,13] (Suetina, 2013), (Suetina, Odinkov & Safina, 2014).

#### **Пример использования разработанного алгоритма.**

Пусть период времени расчета составляет 5 лет, т.е.  $T_p = 5$ . Разобьем этот период времени по годам,  $n = 5$ . Предполагается внедрение мероприятий бережливого производства в четырех подразделениях предприятия,  $m=4$ . Прогнозируемый объем инвестиций по подразделениям и годам представлен в табл.1.



**Таблица 1.**

**Инвестиции в мероприятия бережливого производства по годам  
(млн. руб.)**

Индекс подразделения	Периоды времени				
	1	2	3	4	5
1	5	5	4	4	3
2	8	8	6	5	2
3	2	2	2	1	1
4	6	5	5	3	3

Источник: составлено авторами.

Прогноз суммарного объема выпуска продукции предприятия по годам и прогноз выпуска продукции в подразделениях, охваченных мероприятиями бережливого производства представлен в табл.2.

**Таблица 2.**

**Суммарный объем выпуска продукции и объем выпуска продукции по подразделениям, в которых внедрены мероприятия бережливого производства (млн. руб.)**

Наименование показателя	Периоды времени				
	1	2	3	4	5
Суммарный объем выпуска предприятия	700	730	770	800	830
Объем выпуска в подразделениях, в которых внедрены мероприятия бережливого производства	125	140	150	165	190
Масштаб внедрения мероприятий бережливого производства, $\gamma_i$	0,18	0,19	0,195	0,20	0,23

Источник: составлено авторами.

Прогноз объемов выпуска продукции подразделениями предприятия, в которых предполагается внедрение мероприятий бережливого производства в рассматриваемом периоде времени, представлен в табл.3.

**Таблица 3.**

**Объем выпуска продукции по подразделениям, в которых предполагается внедрение мероприятий бережливого производства  
(млн. руб.)**

Наименование показателя	Периоды времени				
	1	2	3	4	5
Объем выпуска в подразделениях, в которых предполагается внедрение мероприятий бережливого производства	70	75	82	87	90
Суммарный объем выпуска подразделений предприятия, в которых внедрены или предполагаются к внедрению мероприятия бережливого производства	195	215	232	252	280
Масштаб внедрения мероприятий бережливого производства, $\gamma_i$	0,28	0,29	0,30	0,31	0,34

Источник: составлено авторами.

### Заключение

В результате экспертного анализа было определено пороговое значение масштаба внедрения мероприятий бережливого производства, которое составило 0,3.

Определим  $\Delta\gamma_i$  для каждого периода времени,  $i = 1, \dots, 5$ . Положительные значения  $\Delta\gamma_i$  принимает только для 4-го и 5-го периодов времени,  $\Delta\gamma_4 = 0,01$ ,  $\Delta\gamma_5 = 0,04$ .

Зависимость прироста прибыли от превышения порогового значения масштаба внедрения мероприятий бережливого производства будем моделировать прямо пропорциональной зависимостью  $\Delta P = K \Delta\gamma$ , где  $K$  - прирост прибыли предприятия при превышении порогового значения на 0,01. При  $K=20$  млн. руб. получим следующие значения прироста прибыли:  $\Delta P_4 = 20$  млн. руб.,  $\Delta P_5 = 80$  млн. руб.

Тогда экономическая эффективность внедрения мероприятий бережливого производства в рассматриваемом периоде времени составит при расчете по формуле (5) 1,5 руб. прибыли на 1 руб. инвестиций без учета дисконтирования.

Предлагаемая методика позволит на этапе планирования инвестиций в мероприятия бережливого производства выбирать наиболее экономически эффективные мероприятия.

### Список литературы.

1. Бабушкин В.М. Производственный аудит эффективности внедрения мероприятий по бережливому производству // Вестник Казанского государственного технического университета им. А. Н. Туполева. - 2012. - №2. - С. 311-315.
2. Вумек Дж., Джонс Д. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. - М.: Альпина Бизнес Букс. - 2013. - 472 с.
3. Костюнина Д.М. Бережливое производство как инструмент повышения эффективности деятельности предприятия // Экономика и социум. - 2015. - №2-5 (15). - С. 795-799.
4. Медведева В.Р., Коренков М.М. Формирование эффективной системы управления наукоемким производством через призму концепции «бережливое производство» (на примере ПАО «Казаньоргсинтез») // Управление устойчивым развитием. - 2017. - №3(10). - С. 31-44.
5. 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. - №6 (3). - С. 239-258. - doi: 10.18334/vines.6.3.36996.
6. Ротер М., Шук Д. Учитесь видеть бизнес–процессы. Практика построения карт потоков создания ценности/Пер. с англ., 2-е изд. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. - 140 с.
7. Синго С. Изучение производственной системы Тойоты с точки зрения организации производства. - М: ИКСИ, 2010. – 287 с.
8. Суетина Т.А. Особенности управления проектами бережливого производства // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. - 2013. - № 2-2. - С. 277-281.
9. Суетина Т.А., Рахимова Г.С. Повышение конкурентоспособности предприятия с помощью системы бережливого производства // Российское предпринимательство. - 2014. - № 18 (264). - С. 72-80.

10. Филимонова Ю.В., Арсентьева Д.Д. Повышение эффективности производства на основе применения инструментов концепции «Бережливое производство» // Вестник Ангарского государственного технического университета. - 2017. - №11. - С. 283-289.

11. Хоббс Д. П. Внедрение бережливого производства: практическое руководство по оптимизации бизнеса. - М.: Гревцов Паблшер, 2007. - 352 с.

12. Harris G., Stone K.B., Mayeshiba T., Componation P.J., Farrington P.A. Transitioning from teaching lean tools to teaching lean transformation // Journal of Enterprise Transformation. - 2014. - Т. 4. № 3. - С. 191-204.

13. Suetina T.A., Odinokov M.Y., Safina D.M. Benefits of project management at lean manufacturing tools implementation // Asian Social Science. - 2014. - Т. 10. - P. 62-66.

#### **REFERENCES:**

Babushkin V. M. (2012) Proizvodstvennyy audit effektivnosti vnedreniya meropriyatiy po berezhlivomu proizvodstvu [Production audit of efficiency of implementation of measures for lean production]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. A. N. Tupoleva. (2). 311-315. (in Russian).

Filimonova Yu.V., Arsentyeva D.D. (2017). Povysheniye effektivnosti proizvodstva na osnove primeneniya instrumentov kontseptsii «Berezhlivoye proizvodstvo» [Improving production efficiency through the use of Lean manufacturing tools]. Vestnik Angarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. (11). 283-289. (in Russian).

Harris G., Stone K.B., Mayeshiba T., Componation P.J., Farrington P.A. (2014). Transitioning from teaching lean tools to teaching lean transformation. Journal of Enterprise Transformation. (4.3). 191-204.

Khobbs D. P. (2007). Vnedreniye berezhlivogo proizvodstva: prakticheskoye rukovodstvo po optimizatsii biznesa [Implementation of lean manufacturing: a practical guide to business optimization]. Moscow: Grevtsov Pablsher. (in Russian).

- Kostyunina D.M.(2015). Berezhlivoye proizvodstvo kak instrument povysheniya effektivnosti deyatel'nosti predpriyatiya [Lean production as a tool to improve the efficiency of the enterprise]. *Ekonomika i sotsium.* (2-5 (15)). 795-799. (in Russian).
- Medvedeva V.R., Korenkov M.M. (2017). Formirovaniye effektivnoy sistemy upravleniya naukoymkim proizvodstvom cherez prizmu kontseptsii «berezhlivoye proizvodstvo» (na primere PAO «Kazanorgsintez») [Formation of an effective management system of high-tech production through the prism of the concept of “lean production” (for example, PJSC “Kazanorgsintez”]. *Upravleniye ustoychivym razvitiyem.* (3 (10)). 31-44. (in Russian).
- Melnikov O.N., Larionov V.G., Gankin N.A. (2016). Osnovnyye etapy innovatsionnogo razvitiya organizatsii proizvodstva s pozitsiy dinamiki ispolzovaniya printsipov berezhlivogo proizvodstva [The main stages of innovative development of the organization of production from the standpoint of the dynamics of the use of lean production principles]. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki.* (6 (3)). 239-258. (in Russian). doi: 10.18334/vinec.6.3.36996.
- Roter M., Shuk D. (2008). Uchites videt biznes-protsessy. Praktika postroyeniya kart potokov sozdaniya tsennosti/Per. s angl. 2-e izd. [Learn to see business processes. The practice of mapping value streams]. Moscow: Alpina Biznes Buks. (in Russian).
- Singo S. (2010). Izucheniye proizvodstvennoy sistemy Toyoty s tochki zreniya organizatsii proizvodstva [Study of Toyota production system from the point of view of production organization]. Moscow: IKSI. (in Russian).
- Suetina T.A. (2013). Osobennosti upravleniya proyektami berezhlivogo proizvodstva [Features of lean production project management]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. A.N. Tupoleva.* (2-2). 277-281. (in Russian).
- Suetina T.A., Rakhimova G.S. (2014). Povysheniye konkurentosposobnosti predpriyatiya s pomoshchyu sistemy berezhlivogo proizvodstva [Improving

the competitiveness of the enterprise with the help of lean production system].

Rossiyskoye predprinimatelstvo. (18 (264)). 72-80. (in Russian).

Suetina T.A., Odinkov M.Y., Safina D.M. (2014). Benefits of project management at lean manufacturing tools implementation. Asian Social Science. (10). 62-66.

Vumek Dzh., Dzhons D. (2013). Berezhlivoye proizvodstvo: Kak izbavitsya ot poter i dobitya protsvetaniya vashey kompanii [Lean manufacturing: how to get rid of losses and achieve prosperity for your company] Moscow: Alpina Biznes Buks. (in Russian).

*Авторы гарантируют, что вышеуказанный материал не был ранее опубликован на русском языке, а также не находится на рассмотрении в другом журнале.*

*Авторы гарантируют, что в вышеуказанном материале соблюдены все авторские права: среди авторов указаны все те и только те, кто сделал значительный вклад в исследование, для всех заимствованных фрагментов (текстовые цитаты, таблицы, рисунки и формулы) указаны источники, позволяющие идентифицировать их автора.*

*Авторы осознают, что факты научной недобросовестности, выявленные как в процессе рецензирования, так и после публикации статьи (плагиат, повторная публикация, раскрытие защищенных данных), могут повлечь не только снятие статьи с публикации, но и уголовное преследование со стороны тех, чьи права будут нарушены в результате обнаружения текста.*