

## Развитие бережливой производственной системы на примере завода

Д.Ю. Гришкова✉, О.Ю. Чуйкова

Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, Российская Федерация

✉raigas@inbox.ru

### Резюме

В статье проанализирована актуальность и значимость применения концепции бережливого производства на рынке производителей за рубежом и в России. Внешнеэкономическая обстановка и контрмеры, связанные с импортозамещением, дают толчок к реорганизации производственных систем посредством использования обозначенной концепции, а динамика изменений внешней среды и различия в условиях функционирования требуют разработки соответствующего методического аппарата с целью развития эффективных производственных систем на предприятиях. На основе анализа специализированных материалов и обобщения результатов применения бережливого производства на современных предприятиях сформулирована современная система эффективных производственных процессов, которая базируется на логистической концепции управления, и является идеологией, способной решить вопросы ресурсосбережения, улучшения качества и производительности труда. Опираясь на классические группы принципов бережливого производства и современную систему его инструментов, предложена концептуальная модель рентабельной производственной системы, основанной на многоуровневом понимании аппарата бережливого производства и учитывающей организационные элементы данной концепции. Исследование производственной системы АО «Новосибирский стрелочный завод» показало, что главные производственные фонды имеют сильный физический и моральный износ, а также низкие темпы обновления. Предприятие несет потери, возникающие по причине брака. Для достижения максимальной эффективности материальных потоков в производстве при минимальных затратах требуется модернизировать производственные процессы, связанные с логистикой, что позволит оказаться на шаг впереди конкурентов. Существующие алгоритмы внедрения бережливого производства имеют свои преимущества и недостатки, могут носить рекомендательный характер и применяться в том числе и на машиностроительных заводах с поточным производством. В настоящее время на АО «Новосибирский стрелочный завод» внедряется достаточно простой инструмент бережливого производства – система организации рабочего пространства (5S), который позволит получить мгновенный результат и не потребует значительных затрат ресурсов. Тем не менее, как и все инструменты и технологии бережливого производства, система 5S должна быть адаптирована под местные условия организации производственных процессов. Очень хорош метод пилотных проектов, когда выполняется внедрение инструментов и технологий бережливого производства локально, т.е. на одном или нескольких участках предприятия. Затем, при удачном результате, происходит так называемое тиражирование опыта с учетом местных условий. В работе в целях оценки выполняемых мероприятий, нацеленных на повышение производительности АО «Новосибирский стрелочный завод», предлагается использовать экспертный метод – «колесо бережливого производства». Он может быть рассмотрен как качественный анализ исследуемой производственной системы. Теоретическая значимость данного исследования заключается в изучении инструментов и методов бережливого производства и адаптации их под конкретное предприятие. Полученный опыт можно применить и в других организациях со схожей производственной системой (так называемый бенчмаркинг). Практическую значимость представляет и разработанный перечень показателей для рассматриваемой производственной системы.

### Ключевые слова

конкурентоспособность, логистические методы, бережливое производство, рациональная организация рабочего пространства, потери, эффективность работ

### Для цитирования

Гришкова Д.Ю. Развитие бережливой производственной системы на примере завода / Д.Ю. Гришкова, О.Ю. Чуйкова // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2024. № 1 (81). С. 150–162. DOI 10.26731/1813-9108.2024.1(81).150-162.

### Информация о статье

поступила в редакцию: 14.03.2024 г.; поступила после рецензирования: 19.03.2024 г.; принята к публикации: 20.03.2024 г.

## The development of a lean production system using the example of a plant

D.Yu. Grishkova✉, O.Yu. Chuikova

Siberian Transport University, Novosibirsk, the Russian Federation

✉raigas@inbox.ru

### Abstract

The article analyzes the relevance and significance of application of the «Lean production» concept in the market of manufacturers

abroad and in Russia. The external economic situation and countermeasures related to import substitution give impetus to the reorganization of production systems through the use of the above concept, while the dynamics of changes in the external environment and differences in operating conditions require the development of an appropriate methodological apparatus for the development of effective production systems at the enterprise. Based on the analysis of specialized materials and the generalization of the results of the application of lean production at today's enterprises a modern system of efficient production processes has been formulated, based on a logistic management concept, which is an ideology of the production process capable of solving issues of resource conservation, improving the quality and of labor productivity. Using the classical groups of lean production principles and the modern system of lean production tools, a conceptual model of an effective production system is proposed, based on a multi-level understanding of the lean production apparatus and taking into account the organizational elements of lean production. A study of the production system of JSC «Novosibirsk Switch Plant» showed the main production assets to have a heavy physical and moral deterioration, as well as low renewal rates. The company suffers losses resulting from manufacturing defects. To achieve maximum efficiency of material flows in production with minimal costs, it is necessary to modernize production processes related to logistics, which will allow to be one step ahead of competitors. The existing implementation algorithms for Lean manufacturing have their advantages and disadvantages, can be of a recommendatory nature and used, also, in machine-building plants with in-line production. Currently, JSC Novosibirsk Switch Plant is implementing a fairly simple Lean manufacturing tool – the workspace organization system (5S), allowing to get instant results during implementation and requiring no significant resources. Nevertheless, like all Lean manufacturing tools and technologies, the 5S system must be adapted to the local conditions of the organization of production processes. The method of pilot projects is very good when the implementation of Lean manufacturing tools and technologies is carried out locally at one or several sites of enterprises. Then, with a successful result achieved, the so-called replication of experience takes place taking into account local conditions. In order to evaluate the activities carried out aimed at increasing the productivity of JSC «Novosibirsk Switch Plant», it is proposed to use the «Lean manufacturing wheel» experimental method which can be considered as a qualitative analysis of the investigated production system. The theoretical significance of this work lies in the research of lean production tools and methods with their adaptation to a specific enterprise. The experience of this study can be applied to other enterprises with a similar production system (the so-called benchmarking). The developed list of indicators for the production system under consideration is also of practical importance.

### Keywords

competitiveness, logistic methods, lean manufacturing, rational organization of the workplace, losses, work efficiency

### For citation

Grishkova D.Yu., Chuikova O.Yu. Razvitiye berezhlivoi proizvodstvennoi sistemy na primere zavoda [The development of a lean production system using the example of a plant]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovaniye* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2024, no. 1(81), pp. 150–162. DOI: 10.26731/1813-9108.2024.1(81).150-162.

### Article info

Received: March 14, 2024; Revised: March 19, 2024; Accepted: March 20, 2024.

### Введение

При современном развитии производственных систем особое внимание уделяется пожеланиям и требованиям клиента. Ввиду того, что во многих секторах экономики рынок производства перенасыщен и предложения превалируют над спросом, требуется гибкий и разумный подход ориентации всего производства под конкретный спрос клиентов [1, 2]. Для современного клиента очень важно не только качество продукции или услуги, но и интервал времени от момента поступления от него заказа до момента его реализации. К сожалению, значительная часть производственных систем не соответствуют современным требованиям заказчика: на уровне организационной структуры, процессов, а также отдельных рабочих мест [3, 4].

Общеизвестно, что любая производственная система содержит в себе операции, приносящие ценность, и операции, не приносящие ценность (потери). Они возникают от

момента поступления материалов или заготовок на склад материалов, а иной раз от момента закупок, до момента поступления материальных ценностей на склад готовой продукции или до момента реализации. Потери, как правило, составляют львиную долю всего цикла производства.

Многие производственные системы решают проблемы со скрытыми потерями преимущественно технократическими способами: точным планированием, закупкой более производительного оборудования и т.д. Бережливое производство (БП) делает акцент на всеобщее вовлечение и развитие у каждого сотрудника навыков бережливости, так называемой модели бережливой личности. БП является комплексным подходом, призванным на борьбу с операциями, потребляющими ресурсы, со всеобщим вовлечением работников предприятия в этот процесс, причем как на уровне руководства, так и на уровне отдельно взятых рабочих мест [5].

Инструменты и технологии концепции БП использовались в производственных системах более 60 лет назад. В прошлом столетии концепцию достаточно успешно использовали многие предприятия мирового сообщества. С учетом современных требований клиентов, развитием научно-технического прогресса и информационных технологий концепция тоже претерпевает определенные изменения [4, 6].

В целях повышения эффективности функционирования производственных систем во многих организациях используют логистические методы. Использование логистических подходов отражается в трудах И.В. Балахонова, Д.Д. Бауэрсокса, Р.С. Беспалова, Г.Л. Бродецкого, В.В. Волгина, А. Гаррисона, М.Н. Григорьева, В.В. Дыбской, А.М. Зевакова, Д.А. Иванова, М. Кристофера, Г.И. Просветова, Д. Шрайбфедера и др. Методы и технологии отражены в работах Д.П. Вумека, Т. Джексона, М. Имаи, Е. Кондо, Т. Конти, Д.К. Лайкера, У. Левинсона, Т. Луйстера, Д. Манна, Б. Маскелла, Я. Мондена, Т. Оно, Э. Осона, М. Ротера, С. Синго, Х. Такеды, Д. Тэппинга, Т. Фабрицио, А. Фейгенбаума, Д.П. Хоббса [7, 8].

Использование бережливого подхода позволяет комплексно, быстро и эффективно решать вопросы повышения производительности труда, ресурсосбережения, не теряя при этом качества продукции [9, 10].

Несмотря на достаточно долгое использование в производственных системах определенного набора инструментов и технологий, значительная часть из них все же требует индивидуального подхода и адаптации под конкретные условия функционирования производственной системы.

Целью данной работы является разработка отдельных методов, а также алгоритма внедрения концепции БП в целом на базе изученных алгоритмов специалистов по БП на примере АО «Новосибирский стрелочный завод» (АО «НСЗ»). Кроме того, при оценке деятельности рассматриваемого предприятия используется метод оценки внедрения БП по отдельным качественным показателям.

Согласно рассматриваемому направлению, а также с опорой на методологию организации производственных систем, еще в свое время рассмотренную А.К. Гастевым во многих трудах, посвященных научной организации труда, можно отметить, что производственный

процесс, обеспечение его техническими средствами, а также поведение людей в производственном процессе неразрывно связаны между собой.

### **Характеристика АО «Новосибирский стрелочный завод»**

АО «НСЗ» специализируется на выпуске стрелочной продукции для магистральных железнодорожных путей ОАО «РЖД», подъездных путей предприятий, металлургических и горно-обогатительных комбинатов, угольных разрезов, шахт, а также трамвайных путей и метрополитенов.

Деятельность АО «НСЗ» направлена на обеспечение стратегической политики холдинга «РЖД» в развитии путевого хозяйства – увеличение пропускной способности железных дорог и снижение расходов на их содержание. В этих целях на заводе применяются уникальные технологические процессы, разработанные заводскими специалистами в сотрудничестве с научными организациями и впервые внедренные не только в России, но и в мировой практике [11].

АО «НСЗ» вправе осуществлять любые виды деятельности, не запрещенные законодательством РФ, но основным видом является производство и реализация стрелочных переводов, ремкомплектов, отдельных крестовин и другой стрелочной продукции, а также запасных частей для вагонов.

Система управления качеством рассматриваемого предприятия соответствует требованиям международного стандарта ГОСТ Р ИСО 9001. В настоящее время номенклатура выпускаемой продукции насчитывает около 300 наименований. Согласно оценке экспертов, номенклатура будет расширяться. Практически вся продукция, выпускаемая АО «НСЗ», имеет сертификаты соответствия, выданные Регистром сертификации на федеральном железнодорожном транспорте.

Наибольшая часть заказов – около 80 % – поступает от ОАО «РЖД», и только 20 % производственной мощности загружены заказами сторонних организаций, имеющих в собственности пути необщего пользования, трамвайные или подземные пути.

Товары, выпускаемые заводом, можно подразделить на четыре укрупненные группы: – стрелочные переводы для ОАО «РЖД»;

- стрелочные переводы для предприятий;
- запасные части;
- прочая продукция.

Целью деятельности АО «НСЗ» является:

– разработка, изготовление и реализация товаров, отвечающих высоким техническим требованиям;

– удовлетворение запросов потребителей по качеству, номенклатуре, объемам и срокам поставки продукции;

– повышение престижа акционерного общества на рынках продаж и создание устойчивого имиджа надежного партнера;

– получение максимальной прибыли для улучшения благосостояния каждого работника завода.

Основами направлениями деятельности является:

– обеспечение стабильности функциональных характеристик продукции и их соответствие установленным требованиям;

– повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции за счет постоянного улучшения качества и расширения потребительских свойств;

– освоение новых видов продукции на основе анализа перспективных рынков и запросов потребителей;

– снижение потерь от производства несоответствующей продукции [12].

Реализация основных направлений осуществляется путем:

– обязательного соответствия системы менеджмента качества завода с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2015;

– постоянного повышения результативности системы менеджмента качества завода;

– совершенствования технологических процессов за счет улучшения качества выпускаемой продукции;

– организации работы всех структурных подразделений по повышению качества продукции за счет предупреждения несоответствий, а не их исправления;

– мотивации работников завода в обеспечении качества продукции и повышения экономической эффективности производственных процессов;

– разработки и осуществления программ обучения и повышения квалификации работников;

– выполнения мероприятий, предусмотренных

«Планом качества» на текущий год.

Несмотря на «амбициозную» политику завода в области качества, существуют некоторые экономические проблемы организации производства. Уровень износа основных производственных фондов находится на высоком уровне.

На данном предприятии наблюдается не только физический и моральный износ основных фондов, но и низкие темпы их обновления. Поскольку коэффициент выбытия основных фондов на протяжении исследуемого периода (три года) остается на низком уровне, вследствие роста степени износа (за период на 3,6 %), то можно предположить, что основные фонды предприятия участвуют в процессе производства продукции вплоть до состояния их полного физического износа.

Бережливая организация производственных операций вместе с производственной логистикой способны наилучшим образом выстраивать технологический процесс, повышая производительность не только оборудования и персонала, но и предприятия в целом.

В основу АО «НСЗ» входят десять внутренних подразделений, которые способны обеспечить полный производственный цикл.

Так как предприятие имеет большое число подразделений, направленных на самостоятельное изготовление продукции стрелочного завода, необходимо понимать, что взаимоотношение с поставщиками и рынком является несколько ограниченным.

В статье предлагается совершенствовать систему менеджмента качества путем использования отдельных инструментов и технологий одного из направлений БП.

### **Анализ структуры и причин браков**

Поскольку технологический процесс включает в себя массу требований касательно размеров, качества и допусков обрабатываемых заготовок рельса на каждом этапе, необходимо учитывать также и человеческий фактор. Если опираться на структуру основных производственных фондов, у которых высокий уровень износа, можно сделать вывод, что снижение потерь от производства несоответствующей продукции должно быть реализовано с помощью воплощения концепции БП на предприятии. Производственный брак, являясь стагнирующим фактором оптимизации производ-

ственных процессов, нуждается в отлаженной системе мер, необходимых для реализации снижения потерь от брака [13].

Структура потерь от брака в зависимости от причин возникновения меняется по годам незначительно, что говорит о трудоемкости процесса производства и некоторых особенностях, которые исследованы в работе. Структура потерь представлена на рис. 1.

Согласно данным рис. 1, наибольшая доля потерь приходится на механическую обработку рельсовой продукции, которая производится в механозаготовительном цехе. Необходимо заметить, что около 8 % брака зависит от поставщика, а значит, предприятие, как и остальной машиностроительный комплекс, зависит от металлургической промышленности. Дефекты механической обработки являются ключевым видом потерь.

Наибольшая доля брака в механозаготовительном цехе приходится на остряковый рельс. Так, доля потерь от несоответствия по

остряку в общей сумме потерь составляет за три года порядка 50 %. Графическая структура брака приведена на рис. 2.

Максимальное количество несоответствий выявлено по остряку – 45 % и рельсовому окончанию к крестовине – 46 %, в денежном выражении это составляет порядка 3 и 1,7 млн руб. соответственно.

На производстве специалистами посредством карт Шухарта был выполнен анализ причин брака. Установлено, что брак возникает:

- по вине рабочего (невнимательность, много времени уходит на поиск необходимых деталей и инструментов);
- при наладке оборудования;
- при обработке сверх норм;
- вследствие неправильных указаний руководящего состава, инструктажа;
- в период освоения новых проектов;
- по вине конструкторов;
- по вине сопряженных цехов и работников этих цехов;

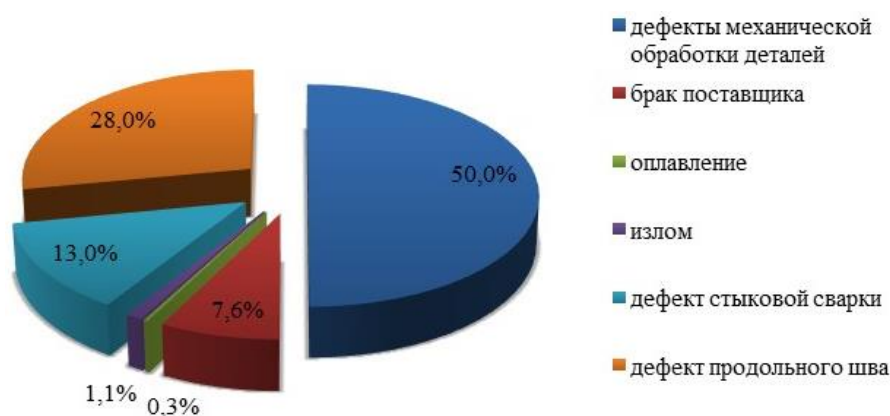


Рис. 1. Структура причин потерь от брака

Fig. 1. The structure of the causes of losses from reject

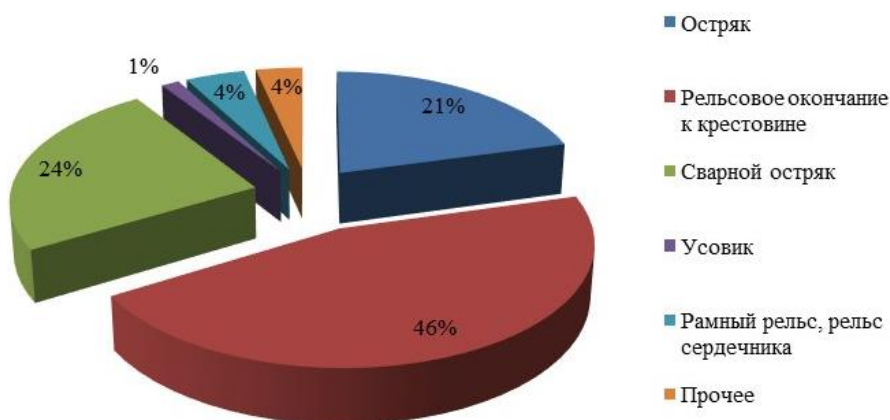


Рис. 2. Структура количества несоответствующих деталей

Fig. 2. The structure of the number of non-conforming parts

– брак, выявленный в процессе производства, который не мог быть обнаружен до запуска материалов в производство;

– по другим причинам (нет порядка на рабочем месте, не определены четкие показатели эффективности работы).

Наиболее частыми операциями, на которых возникают дефекты обработки, являются сверловка пера, фрезеровка корня и его выпрессовка.

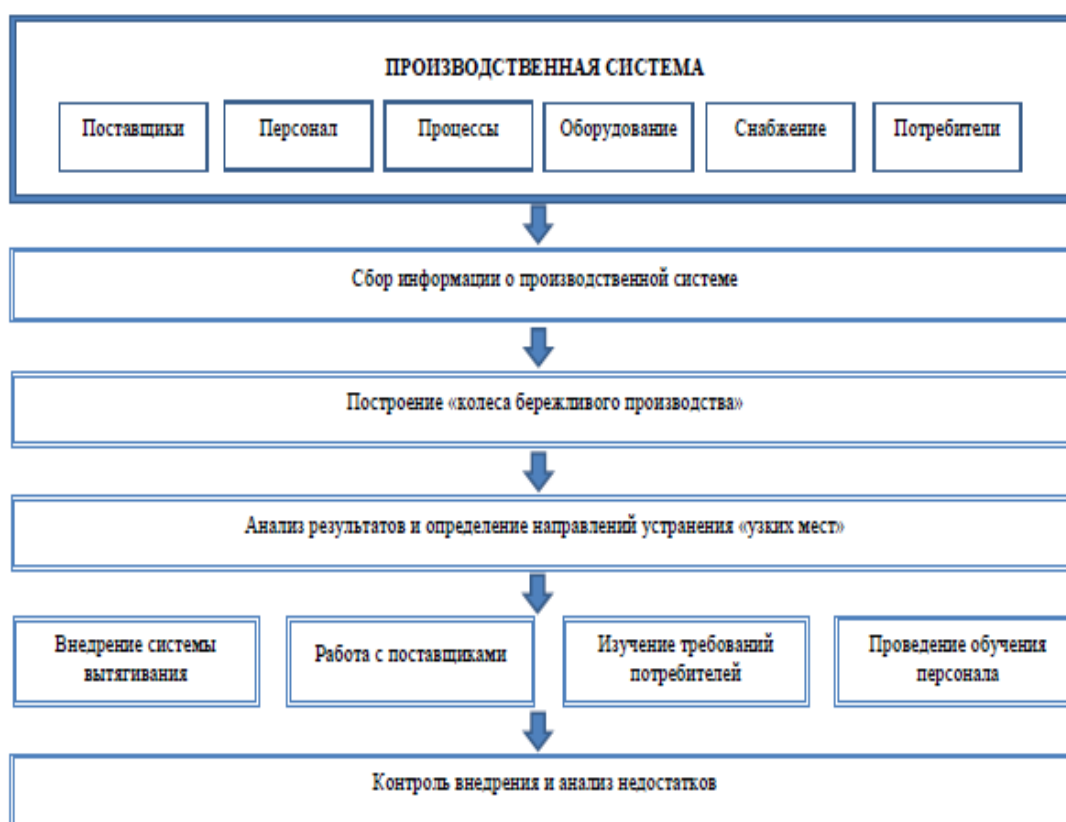
В результате исследования организации производственной системы АО «НСЗ» целесообразно предложить развертывание концепции БП для снижения потерь, возникающих в результате несоответствия требованиям качества продукции. Следует отметить, что потери любого рода и уровня потребляют ресурсы производства и не создают ценности для клиента, тем самым увеличивая стоимость единицы продукции и снижая конкурентоспособность организации, выпускающей продукцию материального или невещественного характера. Также потери в производственном процессе не способствуют повышению уровня лояльности клиента. Исходя из изложенного необходимо применять ком-

плекс инструментов и технологий БП, адаптируя под конкретные условия рассматриваемой производственной линии ввиду того, что инструменты и технологии БП неразрывно связаны с организацией производственного процесса и производственного поведения людей.

### Внедрение инструментов и методов бережливого производства

В АО «НСЗ» в настоящее время осуществляется обучение инструментам и принципам БП, а также происходит внедрение пяти простых шагов по рациональной организации рабочего пространства. Данный подход не противоречит рекомендациям М. Хаммера и Д. Вумека. Тем не менее, следует отметить, что применение инструментов БП требует определенной адаптации к специфике производства [14].

На основании анализа разных алгоритмов внедрения БП в производственные процессы, используемых мировым сообществом, на АО «НСЗ» разработан алгоритм внедрения БП с учетом местных условий (рис. 3). Отличительной особенностью алгоритма является поддержание концепции непрерывных улучшений.



**Рис. 3.** Алгоритм развития производственной системы АО «Новосибирский стрелочный завод»  
**Fig. 3.** Algorithm for the development of the production system of JSC «Novosibirsk Switch Plant»

Алгоритм развития производственной системы АО «НСЗ» представлен на рис. 3.

На предприятии принято решение начать внедрять идеологию БП с достаточно простого и очень действенного инструмента – системы 5S. Данная система представляет собой совокупность пяти шагов по организации рабочего пространства: сортировка, упорядочение, соблюдение чистоты, стандартизация и совершенствование. Данные шаги обеспечивают рациональную организацию рабочего пространства и способствуют повышению эффективности работы на отдельном участке или рабочем месте [5].

Кроме того, система организации рабочего пространства является достаточно простой технологией для понимания и реализации, дает буквально мгновенный результат по показателям эффективности, что способствует повышению мотивации сотрудников при внедрении инструментов и технологий концепции БП.

В результате использования данного инструмента на предприятии, как правило, внедряются:

– визуализация, дающая понять каждому работнику норму или отклонение от выбранного стандарта;

– маркировка оборудования, в том числе цветом или использование метода дорожных знаков;

– стандартные операционные карты [15].

Выполнить анализ внедрения системы 5S можно на основании показателя «область покрытия», отражающего площадь внедрения инструмента к общей площади подразделений. Инструмент 5S был применен наиболее усиленно в подразделениях и на участках с высокой долей возникновения брака. Расчет области покрытия представлен в табл. 1.

Расчетная область покрытия АО «НСЗ» инструментом 5S, согласно данным, представленным в табл. 1, составит 13,6 %. На текущий момент область покрытия до 75 % имеют всего 20 % подразделений (рис. 4).

При опросе мнений рабочих механогаготовительного цеха о результативности внедрения системы 5S определено, что многим из них

**Таблица 1.** Расчет области покрытия 5S в АО «Новосибирский стрелочный завод»

**Table 1.** Calculation of the 5S coverage area in JSC «Novosibirsk Switch Plant»

Подразделение Subdivision	Площадь подразделения, тыс. м <sup>2</sup> Subdivision area, thousand m <sup>2</sup>	Площадь, где используется 5S, тыс. м <sup>2</sup> Area where 5S is used, thousand m <sup>2</sup>	Область покрытия, % Coverage area, %
Механогаготовительный цех Mechanical procurement workshop	10,3	6,3	61,2
Сборочный цех Assembly shop	14,2	6,3	44,3
Сталелитейный цех Steel foundry	9,6	0,2	2,2
Кузнечный цех Forge shop	16,9	0,5	3,1
Опытно-промышленный цех Pilot workshop	8,8	2,0	22,7
Ремонтный цех Repair shop	20,1	1,1	5,3
Инструментальный цех Tool shop	12,3	0,3	2,6
Транспортный цех Transport workshop	16,7	0,7	4,1
Котельный цех Boiler shop	12,3	0,4	3,2
Энергетический цех Energy shop	9,9	0,0	0,0
Итого Total	131,1	17,8	13,6

стало легче и проще работать, наведен порядок на рабочих местах, упрощающий поиск нужных деталей и предметов, а также взаимодействие работников между собой (рис. 5).

Стоимостное отражение эффективности внедрения инструмента 5S должно учитывать затраты на внедрение и при этом сравнивать уровень потерь от производства несоответствующей продукции в аналогичных периодах до введения и после введения 5S.

По результатам анализа целесообразности внедрения БП на производственных участках АО «НСЗ» прослеживается окупаемость данных финансовых вложений, начиная со второго месяца работы, что обусловлено простой и невысокой стоимостью реализации инструмента 5S. Согласно оценке специалистов по внедрению инструментов БП, на рассматриваемом предприятии ожидаемый темп снижения потерь от внедрения методики 5S может составить 14,4 % экономии денежных средств. При этом не учитывается годовой объем инвестиций, направленных на внедрение БП.

В настоящее время представить экономический эффект в денежном эквиваленте было бы не очень корректно ввиду неопределенности по срокам внедрения системы рационализации рабочего пространства. Сроки внедрения могут составлять от нескольких месяцев до нескольких лет.

### Оценка эффективности работ по развитию производственной системы

Для оценки эффективности работ по развитию производственной системы АО «НСЗ» в концепции БП предлагается экспертный метод – «колесо БП» [16]. Данный метод рассматривается с позиции качественного анализа. Результатами оценки работ по БП в АО «НСЗ» являются дальнейшие направления развития производственной системы исследуемого предприятия.

Показатели методики оценки БП в АО «НСЗ» рассматриваются по четырем направлениям.

1. Стратегическое планирование: наличие стратегического управления, наличие философии БП, КРІ – ключевые показатели эффективности.

2. Ресурсное обеспечение: работа с поставщиками, изучение требований потребителей, повышение качества продукции.

3. Интеллектуальный уровень: наличие и качество инноваций, сплоченность сотрудников, вовлеченность высшего руководства.

4. Производственный уровень: использование системы вытягивания, наличие 5S, снижение потерь [17, 18].

Оценка работ по развитию производственной системы проводится с точки зрения системы менеджмента. Экспертами выступают руководители служб и технические специали-

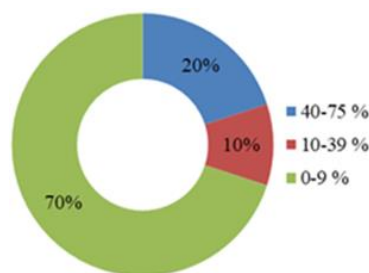


Рис. 4. Область покрытия внедрения системы 5S, %  
Fig. 4. The coverage area of the 5S system implementation, %

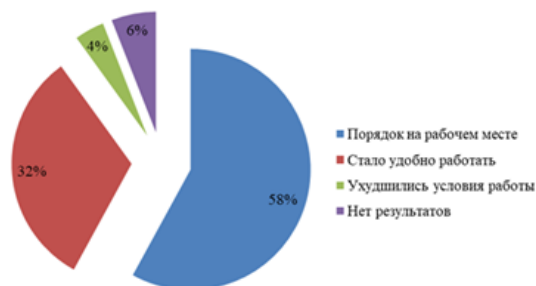


Рис. 5. Результаты ответов рабочих механозаготовительного цеха о применении инструмента 5S  
Fig. 5. The results of the answers of the workers of the machine shop about the use of the 5S tool



сты, которые связаны с работами по развитию производственной системы предприятия. Показатели оценки работ по внедрению БП приведены в табл. 2, результаты оценки работ – в табл. 3, общие результаты оценки работ по развитию производственной системы АО «НСЗ» в концепции БП изображены на рис. 6.

Ответы на вопросы экспертов оцениваются в баллах от 0 до 3, где 0 баллов – отсутствие признака выполнения работ, 1 балл – отсутствие результата от реализации мероприятий, 2 балла –

необходимо совершенствование процессов, 3 – работа выполняется, есть результаты, не требуется улучшение процессов.

Экспертная оценка работ показала: в настоящее время на предприятии наиболее развит сектор стратегического планирования, требуется разработать комплекс мероприятий, направленных на работу по развитию других секторов. Особое внимание следует уделить работе с поставщиками.

**Таблица 2.** Показатели оценки работ по внедрению бережливого производства  
**Table 2.** Performance indicators for the implementation of lean manufacturing

Номер вопроса	Показатель оценки Evaluation indicator
1	Управленческие решения принимаются с учетом стратегических целей Management decisions are made taking into account strategic goals
2	Присутствие лидеров, способных обучить сотрудников предприятия бережливому производству The presence of leaders capable of training employees of the enterprise in lean production
3	Каждый сотрудник предприятия знает свои цели и задачи в рамках предприятия Each employee of the enterprise knows his goals and objectives within the enterprise
4	Формирование на предприятии системы обучения инструментам и технологиям бережливого производства Formation of a training system in lean manufacturing tools and technologies at the enterprise
5	Существование программы развития по решению проблем производственного процесса Existence of a development program to solve production process problems
6	Учет инновационных и рационализаторских предложений, а также реализованных идей Taking into account innovative and rationalization proposals, as well as implemented ideas
7	Совершенствование операционных процессов посредством специально разработанных программ Improving operational processes through specially designed programs
8	Использование системы выравнивания производственных процессов Using a manufacturing process leveling system
9	Функционирование процессов как потоков создания ценностей Functioning of processes as value creating streams
10	Учтены результаты работ при взаимодействии с потребителями The results of work were taken into account when interacting with consumers
11	Внедряется система встроенного качества в процессы A system of built-in quality in processes is being introduced
12	Предложения по улучшению бизнес-процессов поощряются Suggestions for improving business processes are encouraged
13	Значительная часть сотрудников может без труда сформулировать миссию организации A significant portion of employees can easily formulate the mission of the organization
14	Работа сформированных команд по организации эффективных производственных систем The work of formed teams to organize effective production systems
15	Организован контроль за целевыми показателями эффективности Control over target performance indicators is organized
16	Личный пример руководства в области приверженности идеям бережливого производства Personal example of leadership in the field of commitment to lean manufacturing ideas
17	Систематическое обучение инструментам и принципам бережливого производства Systematic training in tools and principles of lean manufacturing
18	Высокая доля реализации предложений по бережливому производству High percentage of implementation of lean manufacturing proposals

19	Высокая доля подразделений предприятий, участвующих во внедрении системы организации рабочего пространства High proportion of enterprise departments involved in the implementation of the workspace organization system
20	Определены и зафиксированы ключевые потоки создания ценности Key value streams identified and recorded
21	Составлены карты потоков создания ценности Value stream maps compiled
22	Оценивается уровень удовлетворенности клиентов Customer satisfaction level is assessed
23	Выявляются резервы возможных улучшений Reserves for possible improvements are identified
24	Внедрение инструментов и технологий бережливого производства у поставщиков и дилеров Implementation of lean manufacturing tools and technologies at suppliers and dealers
25	В зависимости от изменения требований клиентов корректировка цели и задач предприятия Adjustment of goals and objectives of the enterprise depending on changes in customer requirements
26	Принципы бережливого производства отражаются в практической деятельности каждого сотрудника The principles of lean manufacturing are reflected in the practical activities of each employee
27	Каждый сотрудник имеет текущие цели и задачи своего производственного участка Each employee has current goals and objectives of his production site
28	Наличие высокой степени доверия между сотрудниками и руководством A high degree of trust between employees and management
29	Наличие мультифункциональных групп для решения смежных вопросов между производственными участками Availability of multifunctional groups to resolve related issues between production areas
30	Высокая доля персонала, который участвует в подаче и реализации предложений High proportion of personnel involved in submitting and implementing proposals
31	Постепенный переход от системы 5S к 6S Gradual transition from the 5S to 6S system
32	Выявление, ликвидация или сокращение потерь Identify, eliminate or reduce losses
33	Переход от системы выталкивания к вытягиванию Transition from push to pull system
34	Постоянное изучение рынка и потребительских предпочтений Constant study of the market and consumer preferences
35	Изучение рекламаций, поступающих от клиентов Studying complaints received from customers
36	Решение вопросов совместными усилиями с поставщиками потребителями Resolving issues jointly with suppliers and consumers

Таблица 3. Результаты оценки работ по внедрению бережливого производства

Table 3. Results of the evaluation of the implementation of lean manufacturing

Показатели оценки Evaluation indicators	Номера вопросов, соответствующих показателю Numbers of questions corresponding to the indicator	Сумма баллов Sum of points
Наличие стратегического управления Availability of strategic management	1, 13, 25	150
Наличие философии бережливого производства Having a lean manufacturing philosophy	2, 14, 26	200
KPI – ключевые показатели эффективности KPI – key performance indicators	3, 15, 27	225

Вовлеченность высшего руководства Senior management involvement	4, 16, 28	300
Сплоченность сотрудников Employee cohesion	5, 17, 29	150
Наличие и качество инноваций Availability and quality of innovations	6, 18, 30	200
Наличие 5S 5S Availability	7, 19, 31	175
Снижение потерь Reducing losses	8, 20, 32	100
Использование системы вытягивания Using a Pull System	9, 21, 33	50
Изучение требований потребителей Studying consumer requirements	10, 22, 34	25
Повышение качества продукции Improving product quality	11, 23, 35	100
Работа с поставщиками Work with providers	12, 24, 36	70



Рис. 6. «Колесо бережливого производства» АО «Новосибирский стрелочный завод»

Fig. 6. «The wheel of lean production» JSC «Novosibirsk Switch Plant»

### Заключение

Таким образом, в ходе выполненных исследований получены следующие результаты:

1. На рассматриваемом предприятии с учетом опыта разработки алгоритма внедрения БП на отечественных и зарубежных предприятиях сформулирована современная система БП.

2. Основные производственные фонды АО «НСЗ» имеют сильный физический и моральный износ, а также низкие темпы обновления.

3. Производственный процесс насыщен потерями, возникающими по причине брака.

4. Уровень брака зависит от рациональной организации рабочего пространства, модернизации оборудования и всеобщего вовлечения сотрудников в совершенствование производственного процесса.

5. В настоящее время в АО «НСЗ» внедряются базовые элементы концепции, такие как инструмент 5S и обучение основам БП.

6. В работе рассчитана область покрытия производства инструментом 5S, для всех цехов она составляет 13,6 %.

7. Посредством экспертного опроса составлено «колесо БП».

8. Выявлены направления для устранения «перекосов» в «колесе БП»: использование системы вытягивания, работа с поставщиками, наличие стратегического управления и изучение требований потребителей.

Итак, можно отметить, что подходы ор-

ганизации эффективной производственной системы могут быть различными при одновременном использовании идентичных инструментов и технологий БП для всех производств. Исходя из определения БП следует, что особое внимание необходимо обращать на производственное поведение людей в технологических процессах, а также на воспитательные моменты, о чем свидетельствует метод рациональной организации рабочего пространства.

### Список литературы

1. Антонова И.И. Бережливое производство: системный подход к его внедрению на предприятиях Республики Татарстан. Казань : Познание, 2013. 176 с.
2. Гришкова Д.Ю., Чуйкова О.Ю. Особенности внедрения бережливого производства в России // *Фундаментальные науки и современность*. 2019. № 5 (26). С. 12–18.
3. Бережливое производство: итоги и задачи // *Железнодорожный транспорт*. 2019. № 2. С. 70–74.
4. Туркова А.А., Курбанаева А.Р. Бережливое производство как метод повышения эффективности производства на предприятиях машиностроения // *Инновационная наука*. 2017. № 12. С. 123–125.
5. Гришкова Д.Ю., Тесленко И.О. Бережливое производство как основа повышения производительности труда // *Сб. науч. тр. Донец. ин-та ж.-д. транспорта*. 2018. № 51. С. 45–52.
6. Бережливое производство как основа для повышения эффективности производства / И.Е. Литвинов, А.Н. Коркишко, М.С. Чухлатый и др. // *Экономика и предпринимательство*. 2019. № 2 (103). С. 1132–1136.
7. Арская Е.В., Усатова Л.В. Бережливое производство: проблемы и перспективы // *Актуальные проблемы экономического развития : сб. докл. IX Междунар. науч.-практ. конф.* Белгород, 2018. С. 48–51.
8. Вумек Дж.П., Джонс Д.Т. Продажа товаров и услуг по методу бережливого производства. М. : Альпина Паблишер, 2016. 261 с.
9. Ефимычев Ю.И., Плехова Ю.О. Реализация резервов развития промышленного предприятия на основе концепции бережливого производства // *Вестн. Нижегород. ун-та им. Н.И. Лобачевского*. 2007. № 1. С. 223–227.
10. Каныкова В.П. Бережливое производство: основные инструменты и принципы бережливого производства // *Аллея науки*. 2018. Т. 1. № 7 (23). С. 642–647.
11. Новосибирский стрелочный завод // АО «НСЗ» : сайт. URL : <https://nsznsk.ru> (Дата обращения: 07.03.2024).
12. Седашкин А.Д. Управление качеством продукции на основе статистического моделирования процесса расчета выборок // *Наука и молодежь : материалы XIX Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых*. Барнаул, 2022. Т. 1. Ч. 1. С. 53–54.
13. Гришкова Д.Ю., Чуйкова О.Ю. Причины производственного брака на предприятии // *Современные достижения молодежной науки : сб. ст. Междунар. науч.-исслед. конкурса*. Петрозаводск, 2019. С. 69–73.
14. Методы бережливого производства: анализируем, оцениваем и выбираем / А.А. Овчинников, К.П. Фаллер, С.А. Овчинников и др. // *Методы менеджмента качества*. 2016. № 8. С. 10–15.
15. Бережливое производство: как сделать первые шаги и не сбиться с пути / А.А. Овчинников, С.А. Овчинников, К.П. Фаллер и др. // *Методы менеджмента качества*. 2016. № 7. С. 16–20.
16. Тер-Израелян А.М. Бережливое производство в России: реалии и перспективы // *Вестн. Марийск. гос. ун-та. Сер.: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки*. 2015. Т. 1. № 4 (4). С. 96–100.
17. Черкасская Г.А. Бережливое производство и инструменты организации управления производством // *Вопросы науки и образования*. 2017. № 11 (12). С. 119–120.
18. Шибанов К.С. Бережливое производство: непрерывный поток и системы вытягивания // *Colloquium-journal*. 2019. № 2-6 (26). С. 41–42.

### References

1. Antonova I.I. Berezhlivoie proizvodstvo: sistemnyi podkhod k ego vnedreniyu na predpriyatiyakh Respubliki Tatarstan [Lean manufacturing: a systematic approach to its implementation at enterprises of the Republic of Tatarstan]. Kazan': Poznanie Publ., 2013. 176 p.
2. Grishkova D.Yu., Chuikova O.Yu. Osobennosti vnedreniya berezhlivogo proizvodstva v Rossii [Features of the introduction of lean manufacturing in Russia]. *Fundamental'nye nauki i sovremennost'* [Fundamental Sciences and Modernity], 2019, no. 5 (26), pp. 12–18.
3. Berezhlivoie proizvodstvo: itogi i zadachi [Lean manufacturing: results and objectives]. *Zheleznodorozhnyi transport* [Railway transport], 2019, no. 2, pp. 70–74.
4. Turkova A.A., Kurbanaeva A.R. Berezhlivoie proizvodstvo kak metod povysheniya effektivnosti proizvodstva na predpriyatiyakh mashinostroeniya [Lean manufacturing as a method of increasing production efficiency at machine-building enterprises]. *Innovatsionnaya nauka* [Innovative science], 2017, no. 12, pp. 123–125.

5. Grishkova D.Yu., Teslenko I.O. Berezhlivoe proizvodstvo kak osnova povysheniya proizvoditel'nosti truda [Lean production as a basis for increasing labor productivity]. *Sbornik nauchnykh trudov Donetskogo instituta zheleznodorozhnogo transporta* [The collection of scientific papers of the Donetsk Railway Transport Institute], 2018, no. 51, pp. 45–52.
6. Litvinov I.E., Korkishko A.N., Chukhatyi M.S., Nabokov A.V. Berezhlivoe proizvodstvo kak osnova dlya povysheniya effektivnosti proizvodstva [Lean production as a basis for improving production efficiency]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship], 2019, no. 2 (103), pp. 1132–1136.
7. Arskaya E.V., Usatova L.V. Berezhlivoe proizvodstvo: problemy i perspektivy [Lean manufacturing: problems and prospects]. *Sbornik dokladov IX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Aktual'nye problemy ekonomicheskogo razvitiya»* [Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference «Actual problems of economic development»]. Belgorod, 2018, pp. 48–51.
8. Womack J.P., Jones D.T. Lean Solutions. How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together. Moscow: Al'pina Publisher Publ., 2016. 261 p.
9. Efimychev Yu.I., Plekhova Yu.O. Realizatsiya rezervov razvitiya promyshlennogo predpriyatiya na osnove kontseptsii berezhlivogo proizvodstva [Realization of reserves for the development of an industrial enterprise based on the concept of lean production]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo* [Bulletin of the Nizhny Novgorod University named after N. I. Lobachevskii], 2007, no. 1, pp. 223–227.
10. Kanyukova V.P. Berezhlivoe proizvodstvo: osnovnye instrumenty i printsipy berezhlivogo proizvodstva [Lean manufacturing: basic tools and principles of lean production]. *Alleya nauki* [Alley of Science], 2018, vol. 1, no. 7 (23), pp. 642–647.
11. Novosibirskii strel'chnyy zavod (elektronnyi resurs) [Novosibirsk Switch Plant (Electronic Resource)]. Available at: <https://Novosibirsk Switch Plantnsk.ru/> (Accessed March 7, 2024).
12. Sedashkin A.D. Upravlenie kachestvom produktsii na osnove statisticheskogo modelirovaniya protsessa rascheta vyborok [Product quality management based on statistical modeling of the sample calculation process]. *Materialy XIX Vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchennykh «Nauka i molodezh'»* [Proceedings of the XIX All-Russian Scientific and Technical Conference of Students, Ph.D. Students and Young Scientists «Science and Youth»]. Barnaul, 2022, vol. 1, part 1, pp. 53–54.
13. Grishkova D.Yu., Chuikova O.Yu. Prichiny proizvodstvennogo braka na predpriyatii [The reasons for industrial defects at the enterprise]. *Sbornik statei Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa «Sovremennye dostizheniya molodezhnoi nauki»* [Proceedings of the International Research Competition «Modern Achievements of Youth Science»]. Petrozavodsk, 2019, pp. 69–73.
14. Ovchinnikov A.A., Faller K.P., Ovchinnikov S.A., Emanakov I.V. Metody berezhlivogo proizvodstva: analiziruem, otsenivaem i vybiraem [Methods of lean production: analyzing, evaluating and choosing]. *Metody menedzhmenta kachestva* [Methods of quality management], 2016, no. 8, pp. 10–15.
15. Ovchinnikov A.A., Ovchinnikov S.A., Faller K.P., Emanakov I.V. Berezhlivoe proizvodstvo: kak sdelat' pervye shagi i ne sbit'sya s puti [Lean manufacturing: how to take the first steps and not lose your way]. *Metody menedzhmenta kachestva* [Methods of quality management], 2016, no. 7, pp. 16–20.
16. Ter-Israelyan A.M. Berezhlivoe proizvodstvo v Rossii: realii i perspektivy [Lean manufacturing in Russia: realities and prospects]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki* [Bulletin of the Mari State University. The Series: Agricultural sciences. Economic Sciences], 2015, vol. 1, no. 4 (4), pp. 96–100.
17. Cherkasskaya G.A. Berezhlivoe proizvodstvo i instrumenty organizatsii upravleniya proizvodstvom [Lean production and tools for organizing production management]. *Voprosy nauki i obrazovaniya* [Problems of Science and Education], 2017, no. 11 (12), pp. 119120.
18. Shibanov K.S. Berezhlivoe proizvodstvo: nepreryvnyi potok i sistemy vytyagivaniya [Lean manufacturing: continuous flow and pulling systems]. *Colloquium-journal*, 2019, no. 2-6 (26), pp. 41–42.

### Информация об авторах

**Гришкова Диана Юрьевна**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры логистики, коммерческой работы и подвижного состава, Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск; e-mail: raigas@inbox.ru.

**Чуйкова Ольга Юрьевна**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры логистики, коммерческой работы и подвижного состава, Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск; e-mail: chuykova1974@bk.ru.

### Information about the authors

**Diana Yu. Grishkova**, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Logistics, Commercial Work and Rolling Stock, Siberian Transport University, Novosibirsk; e-mail: raigas@inbox.ru.

**Ol'ga Yu. Chuikova**, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Logistics, Commercial Work and Rolling Stock, Siberian Transport University, Novosibirsk; e-mail: chuykova1974@bk.ru.