

Особенности применения инструментальных методов анализа проблем при внедрении бережливого производства

Герасимов Анатолий Валериевич

Аспирант

ORCID: 0000-0001-6951-7567, e-mail: n.revina@privod-lysya.ru

Мингалева Жанна Аркадьевна

Д-р экон. наук, директор Центра исследований устойчивого развития и инновационных процессов, проф. каф. экономики и управления промышленным производством

ORCID: 0000-0001-7674-7846, e-mail: Mingal1@pstu.ru

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 614990, Комсомольский пр-кт, 29, г. Пермь, Россия

Аннотация

Успешное внедрение на предприятии концепции бережливого производства невозможно без применения специальных инструментов управления, позволяющих своевременно выявлять проблемы в деятельности организации и причины их возникновения. Однако рост неопределенности и ненадежности информации создает существенные препятствия в принятии как быстрых, так и точных решений. Необходимость выбора аналитических инструментов для повышения надежности принятия управленческих решений требует тщательного подбора методов их принятия. Проанализированы сильные и слабые стороны диаграммы причины-следствия Исикавы как инструментального метода этого действия для совершенствования производственных процессов. С помощью сравнительного анализа на основе использования диаграммы Исикавы выделены четыре проблемы, которые могут лежать в основе торможения принятия управленческих решений. Проанализированы преимущества и недостатки применения данного метода в области управления предприятиями и принятия решений в условиях высокой скорости изменения внешней среды. Рассмотрены наиболее популярные модификации диаграммы Исикавы. Сделан вывод, что диаграмма Исикавы является эффективным инструментом принятия оперативных и стратегических решений для совершенствования производственных процессов, а также для повышения успеха внедрения принципов бережливого производства.

Ключевые слова: инструментальные методы анализа, диаграмма Исикавы, причины возникновения проблем, рост ограничений, принятие решений, рост неопределенности, внешняя среда, повышение скорости изменений

Для цитирования: Герасимов А.В., Мингалева Ж.А. Особенности применения инструментальных методов анализа проблем при внедрении бережливого производства // Управление. 2024. Т. 12. № 3. С. 83–90. DOI: [10.26425/2309-3633-2024-12-3-83-90](https://doi.org/10.26425/2309-3633-2024-12-3-83-90)



Received: 14.07.2024

Revised: 21.08.2024

Accepted: 28.08.2024

Features of the use of instrumental methods of problem analysis when implementing lean manufacturing

Anatoly V. Gerasimov

Postgraduate Student

ORCID: 0000-0001-6951-7567, e-mail: n.revina@privod-lysva.ru

Zhanna A. Mingaleva

Dr. Sci. (Econ.), Director of the Centre for Research on Sustainable Development and Innovation Processes, Prof. at the Economics and Industrial Management Department

ORCID: 0000-0001-7674-7846, e-mail: Mingal1@pstu.ru

Perm National Research Polytechnic University, 29, Komsomolsky prospekt, Perm 614990, Russia

Abstract

Successful implementation of the lean manufacturing concept at an enterprise is impossible without the use of special management tools that allow timely identification of problems in the organisation's activities and causes of their occurrence. However, the increase in uncertainty and unreliability of information creates significant obstacles in making both quick and accurate decisions. The need to select analytical tools to improve the reliability of management decisions requires careful choice of methods for making them. The article analyses the strengths and weaknesses of the Ishikawa cause-effect diagram as an instrumental method of this process for improving production processes. With the help of the comparative analysis based on the use of the Ishikawa diagram, four problems have been identified that may underlie the inhibition of managerial decision-making. The advantages and disadvantages of applying this method in the field of enterprise management and decision-making in conditions of high-speed changes in the external environment are analysed. The most popular modifications of the Ishikawa diagram are considered. It is concluded that the Ishikawa diagram is an effective tool for making prompt and strategic decisions to improve production processes as well as to increase the success of implementing lean manufacturing principles.

Keywords: instrumental methods of analysis, Ishikawa diagram, causes of problems, increasing limitations, decision-making process, increasing uncertainty, external environment, increasing rate of changes

For citation: Gerasimov A.V., Mingaleva Z.A. (2024). Features of the use of instrumental methods of problem analysis when implementing lean manufacturing. *Upravlenie / Management (Russia)*, 12 (3), pp. 83–90. DOI: 10.26425/2309-3633-2024-12-3-83-90



Введение / Introduction

Общая методика внедрения на промышленных предприятиях принципов бережливого производства предполагает применение специальных методов и инструментов анализа проблем и принятия решений, позволяющих своевременно определить проблемы в деятельности предприятия и выявить причины их возникновения. Одним из действенных инструментов решения данного комплекса задач является диаграмма «причина-следствие» К. Ишикавы (англ. cause and effect diagram) [Ishikawa, 1976]. В качестве аналитического инструмента диаграмма Ишикавы представляет собой графический метод анализа причин возникновения проблемы и представления причинно-следственных связей с достаточно высокой глубиной и детализацией анализа. По своему назначению диаграмма Ишикавы является эффективным средством системного определения причин появления проблемы любого рода на основе использования наглядного и доступного для восприятия метода графического формирования системы взаимосвязей [Анкинович, 2020].

Поскольку диаграмма первоначально создавалась для совершенствования производственных процессов, то и применение ее для анализа причин возникновения сложностей и проблем при внедрении на предприятии принципов бережливого производства является обоснованным и целесообразным. Кроме того, современное расширение областей применения диаграммы Ишикавы на другие бизнес-процессы, функциональные области деятельности и систему управления предприятием в целом позволяет использовать данный инструмент для решения более широкого спектра задач, включая анализ проблем роста ограничений при принятии решений и замедлении скорости их принятия.

Выполнение данной задачи является чрезвычайно актуальным в свете ускорения темпов деятельности, уменьшения времени реакции на внешние и внутренние проблемы, повышения требования к точности принятия решений, изменения условий управления информацией, возрастания сложности коммуникаций, необходимости постоянного поддержания креативности и осуществления инноваций, возрастания роли случайности в ведении бизнеса и действия других факторов и процессов в современной системе управления [Мингалева, Фролова, 2009]. В этой связи представляется важным проанализировать возможность применения инструментальных методов анализа проблем, в том числе целесообразность использования диаграммы Ишикавы для решения проблемы медленной скорости принятия управленческих решений.

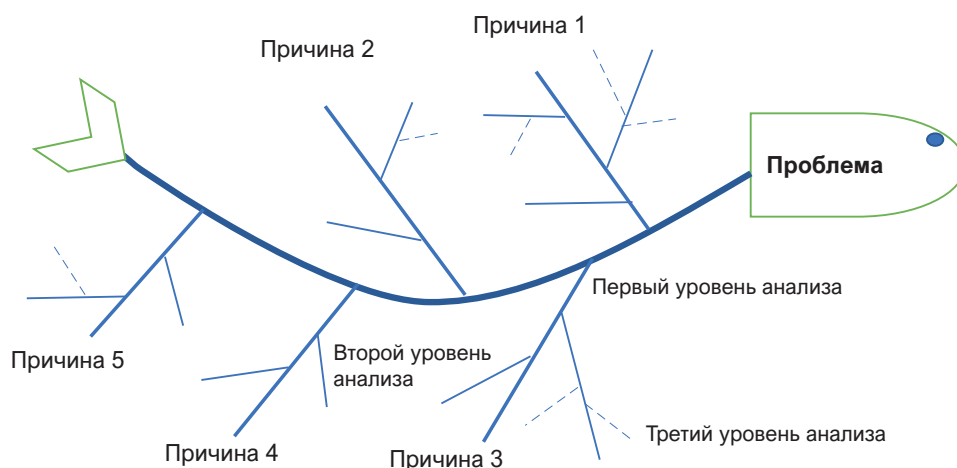
Особенности построения и применения диаграммы Ишикавы / Features of construction and application of Ishikawa diagram

Особенностями диаграммы Ишикавы как метода анализа возникающих в процессе управления проблем являются ее графический вид и возможность схематичного представления причинно-следственных связей с высокой степенью детализации анализа каждой причины до выявления так называемой первопричины.

Кроме того, наибольший эффект от применения данного метода достигается при групповой работе, когда участники мозгового штурма, относящиеся к различным отделам и структурам предприятия, занятые в разных бизнес-процессах и выполняющие разные функции, набрасывают в ходе коллективного обсуждения такие идеи и предложения, которые могут быть неизвестны другим участникам группы в силу отсутствия у них профессиональных знаний и опыта в конкретной сфере деятельности. В результате возникает коллективное знание, позволяющее комплексно оценить причины возникновения проблемы и создающее более объективную основу для принятия решений.

Особенностью построения диаграммы Ишикавы является наличие нескольких обязательных элементов и последовательных шагов, представляющих собой алгоритм анализа, который достаточно хорошо и полно освещен в научной литературе и на котором мы не будем останавливаться подробно [Павлова, 2019; Бадренова, Мунина, 2014; Назаров, Петухова, 2019]. Первым шагом и ключевым элементом является формулировка проблемы, образующая голову скелета рыбы (другое название диаграммы – «рыбный скелет» (англ. “fishbone” diagram). От головы протягивается хребет, к которому крепятся кости – причины [Кузьмин, 2006]. В традиционной диаграмме Ишикавы это 5 основных групп причин, выделенных по функционалу воздействия: люди, оборудование, методы, материал, окружающая среда [Ishikawa, 1985]. Далее каждая из этих причин конкретизируется более мелкими, которые в свою очередь также могут детализироваться еще дальше, пока не будет найдена основная причина возникновения анализируемой проблемы. В результате создается разветвленная система из комплекса конкретных причин (событий, фактов, действий, состояний и пр.), в отношении которых должно быть принято управленческое решение.

В традиционном виде (с 5 группами причин) диаграмма Ишикавы представлена на рис. 1.



Составлено авторами по материалам исследования / Compiled by the authors on the materials of the study

Рис. 1. Диаграмма Исикавы
Fig. 1. Ishikawa diagram

Нужно отметить, что последующие адаптации диаграммы Исикавы применительно к различным бизнес-процессам, функциям, видам деятельности, отраслям экономики и т.д. привели к возникновению новых, но ставших уже привычными и устойчивыми модификаций диаграммы [Luca, Luca, 2019]. Так, более простые и явно выраженные проблемы в рамках типовых бизнес-процессов обусловили сокращение числа ребер до четырех, где из анализа чаще всего исключаются либо окружающая среда (если бизнес-процесс является внутренним), либо оборудование (если анализируемая проблема не связана со сложными технологиями производства и необходимостью оценки состояния технологического оборудования) [Sakdiyah, Eltivia, Afandi, 2022].

Напротив, современные условия ведения деятельности и активные процессы цифровизации всех сторон жизни общества и экономики привели к тому, что классическая модель была дополнена еще одним фактором (причиной) возникновения проблемы — измерением, под которым понимаются применяемые системы контроля процессов, проверки качества продукта, передачи информации и благодаря которому выявляются недостатки построения или применения этих систем. Нужно отметить, что данная модификация диаграммы Исикавы получила собственное название «метод 6М» (англ. manpower — рабочая сила, method — метод, machine — оборудование, material — материал, milieu — среда и measurement — измерение), например, 6-факторная модель оценки проблем применена Т.В. Денисовой, И.И. Просвириной и А.А. Юсуповым для процесса автоматизации документооборота в системе бережливого производства [Денисова, Просвирина, Юсупов, 2023].

Дальнейшие модификации диаграммы Исикавы связаны с наращиванием количества ребер («костей» первого уровня) до 8 [Coccia, 2017]. Так, в последние годы все чаще добавляют такой фактор, как деньги (англ. money) и управление (англ. management)¹, хотя сам К. Исикава рекомендовал использовать не более 6 причин [Ishikawa, 1990]. Таким образом, в настоящее время наиболее известными моделями Исикавы являются модели 4М (базовая модель диаграммы, предложенная К. Исикавой), 5М (классическая модель), 6М, 7М и 8М. Общим для всех является то, что каждая из основных групп причин в свою очередь может быть детализирована еще на несколько уровней до необходимой глубины анализа или выявления ключевой причины возникновения проблемы (первопричины), которая часто в процессе первого подхода к анализу проблемы остается за рамками внимания исследователя, поскольку отсутствует ее явное проявление.

Нужно отметить, что включение в диаграмму Исикавы такой самостоятельной причины, как управление, обусловлено объективными потребностями улучшения самого процесса управления. Одним из противоречий современной практики управления предприятиями, становящихся острее, является противоречие между требованием все более быстрого и оперативного принятия решений (уменьшение времени на данный процесс) с одной стороны и проблемой роста ограничений при принятии решений и замедлении его скорости с другой.

¹ Behrendt M. The Ishikawa diagram — a quality tool for failure analysis. Режим доступа: <https://www.babtec.de/en/blog/ishikawa-diagram/b> (дата обращения: 01.07.2024).

Проанализируем, каким образом метод диаграммы причины-следствия может быть применен к решению данной проблемы, поскольку эффективность внедрения бережливого производства в значительной степени зависит от скорости реакции на возникающие трудности и отклонения в деятельности.

Применение диаграммы Исикавы к анализу проблем в области управления / Application of the Ishikawa diagram to the analysis of management problems

Применение диаграммы Исикавы для области управления и решения проблемы замедления скорости принятия решений позволило выделить четыре проблемы первого уровня, которые могут лежать в основе торможения принятия решений в современных условиях. Пример составления диаграммы Исикавы для нивелирования данной проблемы представлен на рис. 2.

Первая проблема (группа факторов) связана с субъектом принятия решений, то есть с тем лицом (менеджером, руководителем), кто первым принимает решение. Широко используемое в рамках гуманитарной концепции менеджмента делегирование полномочий от руководства предприятия менеджерам среднего звена или линейным менеджерам не всегда и неполностью обеспечивает эффективное принятие отдельных решений, что может исказить их точность, а также не соответствовать стратегической программе развития предприятия. Также к этой группе относится

и такая проблема, как наличие у лица, принимающего решения, опыта знаний, навыков и смелости для данного процесса, что тоже может в конечном счете тормозить принятие решения.

Вторая проблема современной практики принятия решений заключается в том, что информация, используемая в качестве основы для принятия решений, может оказаться неполной, неточной или неактуальной. В свою очередь это обусловлено отсутствием необходимой компьютерной техники для сбора всех требующихся видов данных, наличием фейков и вбросов ложной информации, отсутствием физического доступа к необходимой информации, несвоевременностью получения каких-либо данных и т.д.

Третья проблема, особенно характерная для крупных диверсифицированных компаний, а также для предприятий, имеющих географически обособленные подразделения, заключается в отсутствии тесной интеграции между подразделениями, что может привести к нарушению или отсутствию синхронизации передаваемой и получаемой информации, а соответственно, и к проблемам в скорости и точности принятия управленческих решений, в том числе при реализации принципов бережливого производства.

Наконец, четвертая группа из выделенных на рис. 2 проблем связана с темпами и масштабами цифровизации как процесса производства, так и процесса управления. Это может проявляться в отсутствии необходимого программного обеспечения, преобразующего данные в информацию, которая, вероятно,



Составлено авторами по материалам исследования / Compiled by the authors on the materials of the study

Рис. 2. Диаграмма Исикавы для проблемы замедления скорости принятия решений
Fig. 2. Ishikawa diagram for the problem of slow decision-making speed

потребуется специалистам и руководству предприятия для принятия конкретного решения, либо для решения комплекса проблем и задач. Другой, более конкретной причиной, влияющей на уровень цифровизации организации, является отсутствие у менеджеров и работников специализированных знаний в области применения различных цифровых технологий, а не только профессиональных знаний и компетенций по основному виду деятельности.

Не останавливаясь более подробно на дальнейшей конкретизации причин возникновения проблемы замедления скорости принятия решений на многих предприятиях (переход на более глубокие уровни выявления и анализа подпроблем), отметим, что даже на уровне первичного анализа в нашем примере была дважды указана такая причина замедления скорости принятия решений, как запаздывание передачи данных. Уже на этом этапе можно сделать вывод, что это будет одной из важных первопричин и именно в отношении нее нужно принимать меры по улучшению работы системы управления в целом.

Обобщая в целом результаты краткого анализа проблемы замедления скорости принятия решений, отметим, что выделенные группы проблем являются универсальными и идентифицируются как на российских предприятиях, так и на зарубежных [Sakdiyah, Eltivia, Afandi, 2022; Нижегородцев, 2017].

Таким образом, диаграмма Исикавы позволяет обеспечить достаточную глубину анализа не только по всем причинам, но и по ключевым первопричинам, действующим именно в конкретный момент или для конкретной ситуации.

Преимущества и недостатки применения диаграммы Исикавы в области управления / Advantages and disadvantages of using the Ishikawa diagram in management

Выявление ситуаций, когда применение диаграммы Исикавы в ее различных модификациях является наиболее целесообразным, позволило выделить ряд преимуществ данного метода, которые дают возможность рекомендовать его в качестве эффективного инструмента при реализации на предприятиях различных концепций управления, требующих быстрых и точных решений, в том числе концепции бережливого производства [Пономарева, Ружицкий, Татаркин, 2022]. Такие несомненные преимущества позволяют:

- сосредоточиваться на содержании конкретной проблемы и причинах ее возникновения;
- выделять широкий перечень причин разного уровня, первопричин и группировать причины в самостоятельные категории;

- визуализировать причины возникновения проблемы, категории причин и потребности в понятные для восприятия образы и схемы;
- абстрагироваться от признаков проявления проблемы и сконцентрироваться на ее сущности и причинах возникновения;
- сосредоточиваться на конкретных рисках, связанных с решением конкретной проблемы в общей структуре рисков;
- обеспечивать тесную взаимосвязь с существующими на предприятии условиями и ресурсами.

К преимуществам применения данного метода также относят то, что он является хорошо понятным, легко осваиваемым и легко применимым, а также то, что его хорошо использовать для коллективной работы и группового обсуждения, создавая тем самым результат коллективного знания и исключая субъективность в суждениях и выводах. Также диаграмма Исикавы может быть легко адаптирована для реформирования системы управления инновационной деятельностью предприятия [Мингалева, 2013].

Результатом применения данного метода анализа является комплекс решений, обеспечивающих воздействие на ключевые первопричины возникновения проблемы. Так, в отношении элемента «люди» по результатам анализа и оценки причин возникновения конкретной проблемы становятся возможными принятие корректирующих действий в рамках кадровой политики предприятия, разработка корпоративных программ обучения и подготовки сотрудников по формированию у них навыков принятия решений, реализация комплекса мероприятий в контексте социальной политики предприятия и т.д. В отношении элемента «материалы» — разработка конкретных мероприятий, обеспечивающих более эффективное использование ресурсов и возможностей сокращения затрат. В отношении элемента «оборудование» — уменьшение или устранение технических факторов/условий, которые снижают качество изготовления продукции. В отношении элемента «методы» — проведение стандартизации существующих и запланированных операций. В отношении элемента «окружающая среда» — максимально полное использование сложившихся в текущий момент реальных условий ведения бизнеса (осуществления деятельности) для улучшения качества продукта или услуги. Таким образом, комплекс решений, получаемых в результате проведения анализа на основе диаграммы Исикавы, охватывает все ключевые бизнес-процессы деятельности предприятия.

Однако диаграмма причины-следствия, как и любой другой метод исследования, не свободна от недостатков [Кузьмин, 2006]. К основным методологическим ограничениям применения этого метода относятся: невозможность комплексного охвата причин и отражения их взаимовлияния друг на друга; отсутствие временного (динамического) анализа; невозможность отображения соотношения между причинно-следственными связями в соединении друг с другом. Таким образом, становится нецелесообразным и даже невозможным его применение для анализа сложных и комплексных проблем, поскольку данный метод является слишком объемным при увеличении уровней детализации (глубины анализа).

Тем не менее, как мы отмечали, эти недостатки в ряде управленческих ситуаций перекрываются более значимыми для системы управления аналитическими преимуществами метода. Поэтому при внедрении концепции бережливого производства, когда возникают ситуации необходимого быстрого выявления, объективного анализа и обоснованного решения появляющихся критических ситуаций или поиска путей усиления конкурентоспособности, когда применяются групповые методы принятия решений или мозговые штурмы, метод диаграммы причины-следствия позволяет добиться высокого эффекта при анализе причин возникновения проблемы. Выявление и анализ причин и первопричин задержек и ошибок в принятии решений дает возможность минимизировать препятствия для принятия решений, улучшить и оптимизировать сам этот процесс.

Заключение / Conclusion

В условиях все более усложняющегося порядка ведения бизнеса усиливается важность точного и быстрого принятия решений по текущим и стратегическим вопросам деятельности. В этом процессе ключевую роль играют правильно подобранные методы и инструменты принятия управленческих решений. Особенно актуальными эти задачи становятся в процессе внедрения на предприятиях концепции бережливого производства, где оперативность в действиях

имеет важное значение в достижении бережливости всех операций и функций, включая управленческие.

Исследование возможности и целесообразности применения конкретного метода анализа проблем — диаграммы Исикавы — показало высокую степень эффективности данного метода, а также его адаптивности для решения различного рода трудностей.

Особенностью и преимуществом диаграммы Исикавы является то, что она позволяет распределить возможные причины возникновения той или иной проблемы или рискованной ситуации на несколько групп с глубокой степенью детализации и дифференциации, то есть позволяет детально проанализировать причины возникновения проблемной ситуации.

Было показано, что метод диаграммы Исикавы может быть применен к одной из острых проблем управления предприятиями на основе концепции бережливого производства — к проблеме роста ограничений при принятии решений и замедлении скорости этого процесса.

Кроме того, как показало исследование, диаграмма Исикавы может быть эффективно использована и в процессах стратегического планирования, когда с ее помощью выделяются и анализируются глобальные проблемы в деятельности предприятия. Тогда результатом применения данного метода будет стратегия изменений на несколько лет вперед. Использование диаграммы становится возможным для решения стратегических проблем, поскольку представляет собой групповой метод аналитической работы, позволяющий снизить опасность субъективности решений.

В заключение следует отметить, что в условиях усиления конкурентной борьбы, усложнения деятельности, повышения степени неопределенности внешней среды, когда одними из ключевых элементов успешности и в тоже время проблем деятельности предприятий, особенно крупных, становятся скорость и точность принятия решений, инструментальные способы анализа проблем имеют высокую степень применимости и результативности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Анкинович Ю.Е. Диаграмма Исикавы — креативный метод ситуационного анализа. В кн.: Менеджмент и маркетинг: опыт и проблемы: сборник научных трудов. Минск: Издатель А.Н. Вараксин; 2020. С. 19–21.

REFERENCES

Ankinovich Yu.E. Ishikawa diagram as a creative method of situational analysis. In: Management and marketing: experience and problems: collection of scientific papers. Minsk: Publisher A.N. Varaksin; 2020. Pp. 19–21. (In Russian).

- Бадронова А.М., Мунина М.В.* Диаграмма Исикавы как инструмент управления качеством изделия. Экономика и социум. 2014;4–6(13):596–600.
- Денисова Т.В., Просвирина И.И., Юсупов А.А.* Автоматизация документооборота в системе инструментов бережливого производства. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». 2023;3(17):38–46. <http://doi.org/10.14529/em230303>
- Кузьмин А.М.* Диаграмма Исикавы. Методы менеджмента качества. 2006;3:27.
- Мингалева Ж.А.* О реформировании системы управления инновационной деятельностью предприятия. Экономика и предпринимательство. 2013;4(33(7)):353–356.
- Мингалева Ж.А., Фролова Н.В.* Совершенствование системы поддержки принятия решений как элемент инновационного управления. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2009;5:99–101.
- Назаров М.А., Петухова Н.А.* Диаграмма Исикавы анализа причин несоответствия продукции. Дневник науки. 2019;1(25):44.
- Нижнегородцев Р.М.* Обобщенная диаграмма Исикавы как инструмент факторного анализа. Друkerовский вестник. 2017;6(20):15–24.
- Павлова А.С.* Диаграмма Исикавы как метод анализа проблем компании. Вестник магистратуры. 2019;4–4(91):41–43.
- Пономарева О.С., Ружицкий Д.М., Татаркин А.О.* Инструменты бережливого производства: карта потока создания ценности. В кн.: Современный менеджмент: теория и практика: материалы VII Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Магнитогорск, 28–29 января 2022 г. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова; 2022. С. 148–152.
- Coccia M.* The Fishbone diagram to identify, systematize and analyze the sources of general purpose technologies. Journal of Social and Administrative Sciences. 2017;4(4):291–303.
- Ishikawa K.* Guide to quality control. Tokyo: Asian Productivity Organization; 1976. 226 p.
- Ishikawa K.* What is total quality control? The Japanese way. London: Prentice-Hall; 1985. 215 p.
- Ishikawa K.* Introduction to quality control. Tokyo Japan: 3A Corporation; 1990. 435 p.
- Luca L., Luca T.O.* Ishikawa diagram applied to identify causes which determines bearings defects from car wheels. In: IOP Conference series: materials science and engineering: Proceedings of the International Scientific Electric Power Conference, volume 564, St. Petersburg, May 23–24, 2019. London: IOP Publishing; 2019. Pp. 012093. <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/564/1/012093>
- Sakdiyah S.H., Eltivia N., Afandi A.* Root cause analysis using Fishbone diagram: company management decision making. Journal of Applied Business, Taxation and Economics Research (JABTER). 2022;6(1):566–576. <http://dx.doi.org/10.54408/jabter.v1i6.103>
- Badronova A.M., Munina M.V.* Ishikawa diagram as a management tool of product quality. Economics and society. 2014;4–6(13):596–600. (In Russian).
- Coccia M.* The Fishbone diagram to identify, systematize and analyze the sources of general purpose technologies. Journal of Social and Administrative Sciences. 2017;4(4):291–303.
- Denisova T.V., Prosvirina I.I., Yusupov A.A.* Automation of document flow in the lean production tool system. Bulletin of the South Ural State University. Series Economics and Management. 2023;3(17):38–46. (In Russian). <http://doi.org/10.14529/em230303>
- Ishikawa K.* Guide to quality control. Tokyo: Asian Productivity Organization; 1976. 226 p.
- Ishikawa K.* What is total quality control? The Japanese way. London: Prentice-Hall; 1985. 215 p.
- Ishikawa K.* Introduction to quality control. Tokyo Japan: 3A Corporation; 1990. 435 p.
- Kuzmin A.M.* Ishikawa diagram. Methods of Quality Management. 2006;3:27. (In Russian).
- Luca L., Luca T.O.* Ishikawa diagram applied to identify causes which determines bearings defects from car wheels. In: IOP Conference series: materials science and engineering: Proceedings of the International Scientific Electric Power Conference, volume 564, St. Petersburg, May 23–24, 2019. London: IOP Publishing; 2019. Pp. 012093. <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/564/1/012093>
- Mingaleva Zh.A.* On reforming the system of management of the enterprise's innovative activity. Journal of Economy and Entrepreneurship. 2013;4(33(7)):353–356. (In Russian).
- Mingaleva Zh.A., Frolova N.V.* Improving the decision support system as an element of innovation management. International Journal of Applied and Fundamental Research. 2009;5:99–101. (In Russian).
- Nazarov M.A., Petukhova N.A.* Ishikawa diagram analysis of the causes of product non-conformity. Diary of Science. 2019;1(25):44. (In Russian).
- Nizhegorodtsev R.M.* Generalised Ishikawa diagram as a tool of factor analysis. Drukerovskij vestnik. 2017;6(20):15–24. (In Russian).
- Pavlova A.S.* Ishikawa diagram as a method for analysing company problems. Bulletin of Magistracy. 2019;4–4(91):41–43. (In Russian).
- Ponomareva O.S., Ruzhitsky D.M., Tatarkin A.O.* Lean manufacturing tools: stream map of creating a value. In: Modern management: theory and practice: Proceedings of the VII All-Russian (National) Scientific and Practical Conference, Magnitogorsk, January 28–29, 2022. Magnitogorsk: Magnitogorsk State Technical University; 2022. Pp. 148–152. (In Russian).
- Sakdiyah S.H., Eltivia N., Afandi A.* Root cause analysis using Fishbone diagram: company management decision making. Journal of Applied Business, Taxation and Economics Research (JABTER). 2022;6(1):566–576. <http://dx.doi.org/10.54408/jabter.v1i6.103>