

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра управления эксплуатационной работой и охраны труда

А. А. АКСЁНЧИКОВ, А. А. СТРАДОМСКАЯ

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ, СЕРТИФИКАЦИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области транспорта и транспортной деятельности в качестве
практикума для обучающихся по специальности 1-44 01 03 «Организация
перевозок и управление на железнодорожном транспорте»*

Гомель 2019

УДК 006.1(075.8)

ББК 65.2/4

A42

Рецензенты: доцент кафедры экономики и логистики канд. техн. наук *Т. В. Пильгун* (БНТУ); заместитель начальника Гомельского отделения Белорусской железной дороги – главный ревизор по безопасности движения *В. Ф. Федченко*; начальник отдела сертификации канд. техн. наук, доцент *В. С. Зайчик* (БелГУТ); заведующий кафедрой транспортных узлов д-р техн. наук, профессор *А. К. Головнич* (БелГУТ)

Аксёничков, А. А.

A42 Управление качеством, сертификация, стандартизация : практикум / А. А. Аксёничков, А. А. Страдомская ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 54 с.

ISBN 978-985-554-799-1

Приведены примеры выполнения практических работ, контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к занятиям и проверки знаний студентов.

Предназначен для студентов специальности 1-44 01 03 «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте» и слушателей института повышения квалификации и переподготовки руководителей и специалистов транспортного комплекса Республики Беларусь.

УДК 006.1(075.8)

ББК 65.2/4

ISBN 978-985-554-799-1

© Аксёничков А. А., Страдомская А. А., 2019

© Оформление. БелГУТ, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
<i>Практическая работа № 1</i> Расчет показателей качества работы железнодорожной станции и анализ методов их оценки.....	5
<i>Практическая работа № 2</i> Метод и инструмент контроля качества (причинно-следственная диаграмма Исикавы).....	25
<i>Практическая работа № 3</i> Метод и инструмент контроля качества (анализ Парето).....	39
<i>Практическая работа № 4</i> Определение согласованности мнений между экспертами при ранжировании различных факторов.....	49
Список литературы.....	54

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших факторов роста эффективности производства является улучшение качества продукции и предоставляемых услуг. Повышение качества продукции и услуг расценивается в настоящее время как решающее условие их конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках. Конкурентоспособность продукции и услуг во многом определяет престиж страны и является решающим фактором увеличения национального богатства Республики Беларусь.

Качество продукции и услуг относится к числу важнейших критериев функционирования транспортного предприятия в условиях относительно насыщенного рынка и преобладающей неценовой конкуренции. Повышение качества продукции и услуг определяет темпы научно-технического прогресса и рост эффективности производства в целом, оказывает существенное влияние на интенсификацию экономики, конкурентоспособность отечественных товаров и жизненный уровень населения страны.

Транспортная система в Республике Беларусь представляет комплекс услуг, формирующих, наряду с другими отраслями экономики, среду обитания человека. Это перевозка пассажиров и грузов, оформление перевозочной документации, расчет за транспортировку, страхование груза и т. д. Одним из главных условий успешной деятельности предприятия транспорта является знание и владение основными понятиями и положениями по управлению качеством, стандартизации и сертификации (подтверждение соответствия).

Поэтому, чтобы продукция и услуги были конкурентоспособными, необходима постоянная, целенаправленная, кропотливая работа по повышению качества, систематически осуществляемый контроль качества и уделение большого внимания процессу управления качеством.

Данный практикум предназначен для оказания методической помощи студентам и специалистам при решении задач по повышению качества работы структурных подразделений железнодорожного транспорта.

Для лучшего восприятия излагаемых вопросов приведены примеры представления и оформления графического материала, а также решения конкретных задач по единым исходным данным.

РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ И АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИХ ОЦЕНКИ

Методические указания по выполнению работы

Согласно международному стандарту ISO 9000-2015 *качество продукции и услуг организации определяется способностью удовлетворять потребности потребителей и преднамеренным или непреднамеренным влиянием на соответствующие заинтересованные стороны* [1]. Качество продукции и услуг включает не только их характеристики и выполнение функций в соответствии с назначением, но также воспринимаемую ценность и выгоду для потребителя.

Качество продукции или услуг (далее – продукции) можно оценить количественно с помощью единичных, комплексных и интегральных показателей.

Единичный показатель качества (ЕПК) продукции может быть выделен на уровне конкретного свойства или на уровне его количественной характеристики и характеризует одно из ее свойств (простое свойство), которое может быть оценено независимо от других свойств, входящих в оценку качества продукции.

Примером таких показателей на уровне количественных или качественных характеристик могут быть показатели выполнения эксплуатационной работы железнодорожной станции (отправлено поездов, вагонов, статическая нагрузка, средний вес поезда, переработано вагонов на сортировочной горке и др.).

Комплексный показатель качества (КПК) продукции характеризует совокупность единичных показателей качества, образующих условную (средневзвешенную) или реальную оценку качества продукции.

Примерами таких показателей могут быть: эксплуатационная деятельность на железнодорожной станции, охрана труда, финансово-экономическая деятельность.

Интегральный показатель качества (ИПК) представляет собой один из вариантов оценки конкурентоспособности продукции, который характеризует качество продукции в целом с точки зрения ее общей эффективности и выражается отношением суммарного полезного эффекта от использования продукции по назначению к цене ее потребления (или суммарным затратам на ее создание и применение в соответствии с назначением).

Для полной количественной оценки качества продукции важно обоснованно выбрать комплекс ЕПК, не упустив ни одного значимого показателя, но не перегружая комплекс малозначимыми или трудноопределимыми показателями, что может привести к необоснованному увеличению трудоемкости процесса оценивания качества.

При выборе номенклатуры ЕПК следует руководствоваться нормативными документами на системы показателей качества продукции (межотраслевая система стандартов), которые разработаны на отдельные виды продукции. В обязательном порядке необходимо включить в оценку качества показатели, характеризующие безопасность продукции для жизни, здоровья людей и окружающей среды.

Для объективного выбора и принятия управленческих решений при стандартизации и сертификации продукции, планировании повышения ее качества необходимо решать задачи количественной оценки качества. Оценка качества может рассматриваться как основа формирования всего механизма управления качеством на всех стадиях жизненного цикла продукции.

Показатели качества – количественно или качественно установленные конкретные требования к характеристикам (свойствам) объекта, дающие возможность их реализации и проверки. Основные типы показателей качества приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные типы показателей качества

Признак классификации	Тип показателей
1 Отношение к свойствам продукции	1.1 Назначения 1.2 Надежности 1.3 Технологичности 1.4 Стандартизации и унификации 1.5 Эргономические 1.6 Эстетические 1.7 Экономические
2 Количество отражаемых свойств	2.1 Единичные 2.2 Комплексные 2.3 Интегральные
3 Метод определения	3.1 Инструментальные 3.2 Расчетные 3.3 Статистические 3.4 Органолептические 3.5 Экспертные 3.6 Социологические 3.7 Комбинированные
4 Стадия определения	4.1 Проектные 4.2 Производственные 4.3 Эксплуатационные 4.4 Прогнозируемые
5 Размерность отражаемых величин	5.1 Абсолютные 5.2 Приведенные 5.3 Безразмерные
6 Значимость при оценке качества	6.1 Основные 6.2 Дополнительные

При оценке качества продукции и её технического уровня используются следующие основные группы показателей качества:

Показатели назначения – определяют основные функциональные свойства продукции, характеризующие полезный эффект от эксплуатации и использования продукции и обуславливающие область ее применения.

Показатели надежности – характеризуют способность продукции к сохранению работоспособности при соблюдении определенных условий эксплуатации и технического обслуживания.

Показатели технологичности – характеризуют эффективность конструкторско-технологических решений для обеспечения высокой производительности труда при изготовлении, ремонте и техническом обслуживании продукции.

Показатели стандартизации и унификации – характеризуют степень использования в продукции стандартизированных изделий и уровень унификации, составных частей изделия.

Эргономические показатели – характеризуют систему «человек – изделие – среда» и учитывают комплекс гигиенических, психологических, антропометрических, физиологических, психофизиологических свойств человека, проявляющихся в производственных и бытовых процессах.

Эстетические показатели – связаны со способностью изделия к выражению красоты в предметно-чувственной форме (отражают свойства гармоничности, оригинальности, информационной выразительности, рациональности формы и т. п.).

Патентно-правовые показатели – характеризуют степень патентной защиты изделия в стране и за рубежом, а также его патентную чистоту.

Экономические показатели – отражают затраты на разработку, изготовление и эксплуатацию продукции, а также экономическую эффективность эксплуатации.

В настоящее время кроме перечисленных выше традиционных групп показателей при оценке технического уровня и качества продукции используются также *экологические* показатели, показатели *безопасности* и *транспортабельности* и *однородности* продукции.

Методы измерения и оценки показателей качества. Теоретические и прикладные проблемы оценки качества объектов (изделий, услуг, процессов, систем) изучаются наукой, называемой **квалиметрией**. Квалиметрия ставит перед собой три основные практические задачи разработки:

- методов определения численных значений показателей качества продукции, сбора и обработки данных для установления требований к точности показателей;
- единых методов измерения и оценки показателей качества;
- единичных, комплексных и интегральных показателей качества продукции.

К методам квалиметрии относятся:

- 1) *инструментальный*, основанный на использовании средств измерений;
- 2) *расчетный*, заключающийся в вычислениях по значениям параметров продукции, найденным другими методами;
- 3) *статистический*, использующий правила прикладной математической статистики и основанный на подсчете числа событий или объектов;
- 4) *органолептический*, основанный на анализе восприятия продукции органами чувств без применения технических измерительных средств;
- 5) *экспертный*, учитывающий мнение группы специалистов-экспертов;
- 6) *социологический*, основанный на сборе и анализе мнений потребителей данной продукции;
- 7) *комбинированный*, включающий несколько методов определения показателей качества.

В экспертных методах квалиметрия широко использует сравнения, основанные на шкалировании:

– уровней (с принятой величиной уровня Q сравниваются все остальные величины $Q_1 : (Q_i - Q = \Delta Q_i)$;

– порядка (результатом оценки качества является ранжированный ряд сравниваемых величин ($Q_1 < Q_2 < \dots < Q_n$);

– отношений (сравнение величины с эталоном по принципу $Q_i / Q_{\text{эталон}} = q$).

С точки зрения количества отражаемых свойств показатели качества могут быть *единичными* (относящимися к одному свойству), *комплексными* (относящимися к нескольким свойствам одновременно) и *интегральными* (относящимися к совокупности свойств нескольких уровней). Комплексные показатели могут быть связаны с единичными некоторой функциональной зависимостью, однако это не всегда возможно. Поэтому в квалиметрии часто применяют субъективный способ построения комплексных показателей качества по принципу среднего взвешенного.

Показатели назначения характеризуют свойства продукции, определяющие основные функции, для выполнения которых она предназначена, и обуславливают область ее применения.

Показатели назначения подразделяются:

– на показатели функциональной и технической эффективности (например, перерабатывающая способность сортировочной горки, производительность локомотива и др.);

– конструктивные (например, габаритные размеры, коэффициент сборности, коэффициент взаимозаменяемости и др.);

– состава и структуры (например, процентное содержание одного вещества в другом, концентрация примеси в растворах и др.).

Показатели назначения относятся к эксплуатационным показателям (по-

казателям технического уровня), входящим, в свою очередь, в группу технических показателей качества продукции. Показатели назначения характеризуют степень соответствия изделия его целевому назначению, конструктивное исполнение и основные размеры, устойчивость к внешним воздействиям (механическим, тепловым, климатическим и др.), нагрузкам и т. д.

Показатели назначения играют важную роль в оценке качества. На их основе часто строят критерии оптимизации процесса управления качеством продукции, используемые для нахождения наилучших управленческих решений.

Показатели назначения продукции зачастую довольно тесно взаимосвязаны с другими показателями, определяющими ее качество (экономическими, эргономическими, эстетическими, показателями надежности, безопасности и др.). Если не обеспечены требуемые значения взаимосвязанных показателей качества, то продукции иногда весьма сложно эффективно выполнять свое назначение.

При оценке уровня качества продукции очень важно правильно выбрать номенклатуру показателей назначения.

При выборе номенклатуры показателей назначения обычно учитываются:

- цель оценки уровня качества продукции;
- назначение продукции;
- условия эксплуатации (потребления) продукции.

Следует отметить, что практически невозможно разработать постоянную номенклатуру показателей назначения, пригодную для всех видов продукции. Отраслевые документы по оценке уровня качества содержат перечни наиболее часто употребляемых показателей назначения продукции отрасли.

Помимо названных к числу показателей транспортабельности продукции могут также относиться показатели, характеризующие величину материальных, трудовых и финансовых затрат на единицу продукции при осуществлении ее транспортирования.

Для железнодорожной станции, которой присуще большое количество показателей различных по измерению, величине, характеру выполнения и т. д., необходимо привести значения всех показателей к интегральному показателю качества работы железнодорожной станции. На основании интегрального показателя качества работы железнодорожной станции можно производить анализ деятельности железнодорожной станции и качества выполняемой работы.

Для определения интегрального показателя качества работы железнодорожной станции необходимо первоначально все показатели железнодорожной станции сгруппировать по категориям с одинаковыми свойствами (значениями). Например, группа качества: эксплуатационной деятельности, охраны труда, безопасности движения, финансово-экономической деятельности и др.

После группировки показателей определяется комплексный показатель качества каждой группы. Для этого необходимо определить для каждого показателя *единичный показатель качества* (Q_i) и *весовой коэффициент* (q_i).

В таблице 1.2 приведены основные показатели железнодорожной станции. По каждому показателю дана динамика его изменения (положительная (+) или отрицательная (-)), значения плановые ($P_{\text{план}}$), предельные ($P_{\text{пред}}$) и выполнения ($P_{\text{вып}}$).

Таблица 1.2 – Основные качественные показатели работы технической железнодорожной станции

Показатель работы железнодорожной станции	Динамика	Значение показателя		
		$P_{\text{план}}$	$P_{\text{пред}}$	$P_{\text{вып}}$
1 Простой транзитного вагона без переработки, ч	–	1,5	2,5	$2,6 - 0,1n$
2 Фонд оплаты труда, тыс. у.е.	+	245	200	$210 + 5n$
3 Средний вес поезда, т	+	4200	3800	$3850 + 40n$
4 Простой местного вагона, ч	–	43	55	$40 + 2n$
5 Не принято поездов, поезд		0	–	n
6 Сорвано поездов с графика по отправлению, поезд		0	–	$30 - n$
7 Статическая нагрузка, т	+	56	46	$45 + 0,8n$
8 Среднесуточный рабочий парк вагонов, вагон	–	440	550	$400 + 20n$
9 Себестоимость одного отправленного вагона, у.е.	–	0,81	1,0	$0,75 + 0,01n$
10 Количество случаев нарушений безопасности движения, случай		0	–	0
11 Среднесуточная производительность маневрового локомотива, приведенных вагонов	+	640	400	$740 - 15n$
12 Количество случаев травматизма, случай		0	–	0
13 Не вывезено поездов, поезд		0	–	$3n$
14 Производительность труда, вагоны/человек	+	2305	2000	$2400 - 35n$
15 Расходы от перевозки грузов, тыс. у.е.	–	300	380	$395 - 10n$
16 Отправление поездов с нарушениями плана формирования поездов, поезд		0	–	0
17 Количество нарушений трудовой дисциплины, случай		0	–	$20 - n$
18 Задержано поездов у входного сигнала, поезд		0	–	$2 + n$
19 Доходы от перевезенных грузов, тыс. у.е.	+	600	500	$620 - n$
20 Среднесуточное количество маневровых локомотивов, локомотив	–	2,8	4,0	$4,3 - 0,1n$
21 Повреждено вагонов на железнодорожной станции, вагон		0	–	$3 + n$
22 Количество прогулов, случай		0	–	0
23 Простой транзитного вагона с переработкой, ч	–	9,8	11,0	$9 + 0,2n$

Окончание таблицы 1.2

Показатель работы железнодорожной станции	Динамика	Значение показателя		
		$P_{\text{план}}$	$P_{\text{пред}}$	$P_{\text{вып}}$
24 Среднесуточная переработка вагонов на сортировочной горке, вагон	+	1100	700	$700 + 30n$
25 Необеспечение сохранности перевозимых грузов, случай		0	–	0
Отправлено поездов в среднем в сутки	–	–	–	46
Вагонооборот	–	–	–	7820
Штат работников железнодорожной станции	–	–	–	285
<i>Примечание – n – число, задаваемое преподавателем.</i>				

Для тех показателей качества работы железнодорожной станции, которые имеют явно выраженную динамику (положительную или отрицательную), и плановое значение ($P_{\text{план}}$) которых не равно нулю, единичный показатель качества (Q_i) можно определить по одной из двух систем.

При положительной динамике (+):

$$Q_i = \begin{cases} P_{\text{вып}} \geq P_{\text{план}}, & Q_i = 1; \\ P_{\text{пред}} \leq P_{\text{вып}} < P_{\text{план}}, & Q_i = \frac{P_{\text{вып}}}{P_{\text{план}}}; \\ P_{\text{вып}} < P_{\text{пред}}, & Q_i = 0. \end{cases} \quad (1.1)$$

При отрицательной динамике (-):

$$Q_i = \begin{cases} P_{\text{вып}} \leq P_{\text{план}}, & Q_i = 1; \\ P_{\text{пред}} \geq P_{\text{вып}} > P_{\text{план}}, & Q_i = \frac{P_{\text{план}}}{P_{\text{вып}}}; \\ P_{\text{вып}} > P_{\text{пред}}, & Q_i = 0. \end{cases} \quad (1.2)$$

Показатель Q_i выполнения каждого показателя работы железнодорожной станции и тех, значения которых должны быть равны нулю (*например*, случаи нарушений безопасности движения, количество нарушений трудовой дисциплины, количество сорванных с графика поездов и др.) следует определять по формуле

$$Q_i = 1 - (N_{\text{откл}} / N_{\text{общ}}), \quad (1.3)$$

где $N_{\text{откл}}$ – количество отклонений в нормальной работе железнодорожной станции (сорванных поездов, случаев нарушения трудовой дисциплины и др.);

$N_{\text{общ}}$ – общее количество единиц измерения показателя (для случаев нарушений трудовой дисциплины – штат; случаев нарушений безопасности движения поездов – вагонооборот; количества сорванных с графика поездов – количество отправленных поездов).

Весовой коэффициент показателя качества (q_i) наиболее точно можно определить путем экспертного опроса работников железнодорожной станции (методом ранга).

Наиболее широко распространённым является экспертный способ оценки важности свойств продукции, процесса или услуги. В этом способе используется опыт специалистов. Значения весовых коэффициентов принимаются на основе обработки мнений экспертов.

Процедура получения экспертных оценок весовых коэффициентов показателей качества работы железнодорожной станции условно разбивается на четыре этапа:

- организация опроса;
- проведение опроса;
- обработка результатов опроса и получение оценок важности;
- анализ результатов.

При ранжировании экспертами показателей (присвоение им баллов), максимальная величина ранга берётся по количеству исследуемых показателей (факторов). *Например*, если исследуются пять показателей, то максимальная величина ранга, присваиваемая наиболее значимому показателю, – пять; если семь показателей, то максимальный ранг – семь и так далее. Значение ранга каждого единичного показателя отмечается в соответствующем столбце «Карты опроса экспертов» (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Карта опроса экспертов

Фамилия или номер эксперта	Ранг показателей качества				$\sum R_j$
	R_1	R_2	R_3	R_4	
1 Иванов	R_1^1	R_2^1	R_3^1	R_4^1	$\sum R_j^1$
2 Петров	R_1^2	R_2^2	R_3^2	R_4^2	$\sum R_j^2$
3 Сидоров	R_1^3	R_2^3	R_3^3	R_4^3	$\sum R_j^3$
4 Симонов	R_1^4	R_2^4	R_3^4	R_4^4	$\sum R_j^4$
<p><i>Примечание</i> – R_1^1 – ранг 1-го показателя качества работы железнодорожной станции у 1-го эксперта; $\sum R_j^1$ – сумма рангов показателей качества одной группы у 1-го эксперта; R_1 – 1-ый показатель качества работы железнодорожной станции.</p>					

После заполнения экспертами «Карты опроса экспертов» определяется весовой коэффициент показателя работы железнодорожной станции по каждому показателю.

В последнем столбце подсчитывается сумма рангов, присвоенных экспертом группе показателей качества работы железнодорожной станции, и под каждым значением ранга отмечается его доля в общей сумме (таблица 1.4):

$$r_j^i = \frac{R_j^i}{\sum R_j^i}. \quad (1.4)$$

На основании суммы долей ранга, определенной по каждому единичному показателю качества работы железнодорожной станции, определяется весовой коэффициент показателя работы железнодорожной станции

$$q_i = \frac{\sum R_j^i}{\sum_{j=1}^4 \sum R_j^i}. \quad (1.5)$$

Таблица 1.4 – Определение весового коэффициента показателя работы железнодорожной станции

Фамилия или номер эксперта	Ранг показателей качества				$\sum R_j$
	R_1	R_2	R_3	R_4	
1 Иванов	R_1^1	R_2^1	R_3^1	R_4^1	$\sum R_j^1$
	r_1^1	r_2^1	r_3^1	r_4^1	$\sum r_j^1$
2 Петров	R_1^2	R_2^2	R_3^2	R_4^2	$\sum R_j^2$
	r_1^2	r_2^2	r_3^2	r_4^2	$\sum r_j^2$
3 Сидоров	R_1^3	R_2^3	R_3^3	R_4^3	$\sum R_j^3$
	r_1^3	r_2^3	r_3^3	r_4^3	$\sum r_j^3$
4 Симонов	R_1^4	R_2^4	R_3^4	R_4^4	$\sum R_j^4$
	r_1^4	r_2^4	r_3^4	r_4^4	$\sum r_j^4$
Сумма долей ранга	$\sum r_2^i$	$\sum r_2^i$	$\sum r_3^i$	$\sum r_4^i$	$\sum_{j=1}^4 \sum r_j^j$
Весовой коэффициент показателей качества	q_1	q_2	q_3	q_4	$\sum q_j$
<p><i>Примечание</i> – R_1^1 – ранг 1-го показателя качества работы железнодорожной станции у 1-го эксперта; $\sum R_j^1$ – сумма рангов показателей качества одной группы у первого эксперта; r_1^1 – доля ранга 1-го показателя качества работы железнодорожной станции у 1-го эксперта; $\sum r_j^1$ – сумма долей ранга одного эксперта по показателям одной группы; q_1 – весовой коэффициент 1-го показателя качества работы железнодорожной станции.</p>					

Для определения *интегрального* показателя качества работы всей железнодорожной станции необходимо определить значения *комплексных* показателей качества работы железнодорожной станции по группам качественных показателей по формуле

$$\hat{Q} = \frac{\sum_{i=1}^k q_i Q_i}{\sum_{i=1}^k q_i}. \quad (1.6)$$

После определения комплексных показателей качества работы железнодорожной станции по группам определяется интегральный показатель качества работы всей железнодорожной станции методом среднего арифметического

$$Q^{\text{общ}} = \frac{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n}{n}, \quad (1.7)$$

где Q_1, Q_2, Q_n – комплексные показатели качества работы железнодорожной станции по 1, 2, n -й группам;
 n – количество групп.

Пример выполнения работы

1 Перечень основных показателей работы технической железнодорожной станции представлен в таблице 1.2

Количественные и качественные показатели работы железнодорожной станции можно объединить в следующие группы:

- качество эксплуатационной деятельности (простой транзитного вагона без переработки, средний вес поезда и др.);
- качество финансово-экономической деятельности (фонд оплаты труда, себестоимость одного отправленного вагона и др.);
- качество охраны труда (количество случаев травматизма, количество прогулов и др.);
- безопасность движения (количество случаев нарушений безопасности движения, задержано поездов у входного сигнала и др.).

На основании варианта $n = 22$ и таблицы 1.2 произведем расчет значения показателя $P_{\text{вып}}$. Выполненная группировка показателей и результаты расчета представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Группировка и результаты определения выполненных значений показателей работы железнодорожной станции

Наименование единичных показателей	Динамика	Значение показателя		
		$P_{\text{план}}$	$P_{\text{пред}}$	$P_{\text{вып}}$
1 Качество эксплуатационной деятельности:				
1.1 Простой транзитного вагона без переработки, ч	–	1,5	2,5	0,4
1.2 Средний вес поезда, т	+	4200	3800	4730
1.3 Простой местного вагона, ч	–	43	55	84
1.4 Статическая нагрузка, т	+	56	46	62,6
1.5 Среднесуточный рабочий парк вагонов, вагон	–	440	550	840
1.6 Среднесуточная производительность маневрового локомотива, приведенный вагон	+	640	400	410
1.7 Среднесуточное количество маневровых локомотивов, локомотив	–	2,8	4,0	2,1
1.8 Производительность труда, вагоны/человек	+	2305	2000	1630
1.9 Простой транзитного вагона с переработкой, ч	–	9,8	11,0	13,4
1.10 Среднесуточная переработка вагонов на сортировочной горке, вагон	+	1100	700	1360
2 Качество финансово-экономической деятельности:				
2.1 Фонд оплаты труда, тыс. у.е.	+	245	200	320
2.2 Себестоимость одного отправленного вагона, у.е.	–	0,81	1,0	0,97
2.3 Расходы от перевозки грузов, тыс. у.е.	–	300	380	175
2.4 Доходы от перевезенных грузов, тыс. у.е.	+	600	500	598
3 Качество охраны труда:				
3.1 Количество случаев травматизма, случай		0	–	0
3.2 Количество нарушений трудовой дисциплины, случай		0	–	2
3.3 Количество прогулов, случай		0	–	0
4 Безопасность движения:				
4.1 Непринято поездов, поезд	–	0	–	22
4.2 Сорвано поездов с графика по отправлению, поезд	–	0	–	8
4.3 Количество случаев нарушений безопасности движения, случай		0	–	0
4.4 Задержано поездов у входного сигнала, поезд		0	–	24

Окончание таблицы 1.5

Наименование единичных показателей	Динамика	Значение показателя		
		$P_{\text{план}}$	$P_{\text{пред}}$	$P_{\text{вып}}$
4.5 Повреждено вагонов на железнодорожной станции, вагон		0	–	25
4.6 Необеспечение сохранности перевозимых грузов, случаи		0	–	0
4.7 Не вывезено поездов, поезд	+	0	–	66
4.8 Отправление поездов с нарушениями плана формирования поездов, поезд	–	0	–	0

2 Для определения единичных показателей качества используются системы 1.1, 1.2 или формула 1.3. Например, единичный показатель качества среднего веса поезда при положительной динамике будет определяться по системе 1.2. При $P_{\text{вып}} \geq P_{\text{план}}$ ($4730 \geq 4200$), $Q_i = 1$. Единичный показатель качества непринятого количества поездов при $P_{\text{план}} = 0$ будет рассчитываться по формуле 1.3, при этом $N_{\text{откл}} = P_{\text{вып}} = 22$, а $N_{\text{общ}} = 46$ (согласно заданию на практическую работу таблицы 1.2). Тогда $Q_i = 1 - \frac{22}{46} = 0,522$. Результаты расчетов сведем в таблицу 1.6.

Таблица 1.6 – Определение единичных показателей качества

Наименование единичных показателей	Динамика	Значение показателя			Q_i
		$P_{\text{план}}$	$P_{\text{пред}}$	$P_{\text{вып}}$	
1 Качество эксплуатационной деятельности:					
1.1 Простой транзитного вагона без переработки, ч	–	1,5	2,5	0,4	1
1.2 Средний вес поезда, т	+	4200	3800	4730	1
1.3 Простой местного вагона, ч	–	43	55	84	0
1.4 Статическая нагрузка, т	+	56	46	62,6	1
1.5 Среднесуточный рабочий парк вагонов, вагон	–	440	550	840	0
1.6 Среднесуточная производительность маневрового локомотива, приведенный вагон	+	640	400	410	0,641
1.7 Среднесуточное количество маневровых локомотивов, локомотив	–	2,8	4,0	2,1	1
1.8 Производительность труда, вагоны/человек	+	2305	2000	1630	0
1.9 Простой транзитного вагона с переработкой, ч	–	9,8	11,0	13,4	0

Окончание таблицы 1.6

Наименование единичных показателей	Динамика	Значение показателя			Q_i
		$P_{\text{план}}$	$P_{\text{пред}}$	$P_{\text{вып}}$	
1.10 Среднесуточная переработка вагонов на сортировочной горке, вагон	+	1100	700	1360	1
2 Качество финансово-экономической деятельности:					
2.1 Фонд оплаты труда, тыс. у.е.	+	245	200	320	1
2.2 Себестоимость одного отправленного вагона, у.е.	-	0,81	1,0	0,97	0,835
2.3 Расходы от перевозки грузов, тыс. у.е.	-	300	380	175	1
2.4 Доходы от перевезенных грузов, тыс. у.е.	+	600	500	598	0,997
3 Качество охраны труда:					
3.1 Количество случаев травматизма, случай		0	-	0	1
3.2 Количество нарушений трудовой дисциплины, случай		0	-	2	0,993
3.3 Количество прогулов, случай		0	-	0	1
4 Безопасность движения:					
4.1 Непринято поездов, поезд	-	0	-	22	0,522
4.2 Сорвано поездов с графика по отправлению, поезд	-	0	-	8	0,826
4.3 Количество случаев нарушений безопасности движения, случай		0	-	0	1
4.4 Задержано поездов у входного сигнала, поезд		0	-	24	0,478
4.5 Повреждено вагонов на железнодорожной станции, вагон		0	-	25	0,997
4.6 Необеспечение сохранности перевозимых грузов, случай		0	-	0	1
4.7 Не вывезено поездов, поезд	+	0	-	66	0,435
4.8 Отправление поездов с нарушениями плана формирования поездов, поезд	-	0	-	0	1

3 Весовые коэффициенты показателей качества определяем путем экспертного опроса методом ранга. Группа экспертов из четырех человек проводит ранжирование четырёх факторов для каждой группы показателей (выбранных из таблицы 1.2). Так как факторов четыре, то значения выставляемых рангов (баллы) берутся от 1 до 4 (таблица 1.7).

Таблица 1.7 – Ранги, выставленные экспертами по каждому фактору

Фамилия эксперта	Ранг показателей качества				$\sum R_j$
	фонд оплаты труда	себестоимость одного отправленного вагона	расходы от перевозки грузов	доходы от перевезенных грузов	
Иванов	4	3	1	2	10
Петров	4	1	2	3	10
Сидоров	3	2	4	1	10
Симонов	3	4	1	2	10

На основании выставленных экспертами рангов (баллов) рассчитываются доли каждого показателя (фактора), а также сумма долей ранга. Например, в зависимости от выставленных экспертом Ивановым оценок доля фонда оплаты труда составляет $4/10 = 0,4$; доля себестоимости одного отправленного вагона – $3/10 = 0,3$; доля расходов от перевозки грузов – $1/10 = 0,1$; доля доходов от перевезенных грузов – $2/10 = 0,2$. Для определения суммы долей коэффициентов показателей финансово-экономической деятельности необходимо сложить значения долей фактора для каждого эксперта – $0,4 + 0,3 + 0,1 + 0,2 = 1$. Результаты долей рангов и их суммы сведем в таблицу 1.8.

Таблица 1.8 – Расчёт долей коэффициентов показателей финансово-экономической деятельности

Фамилия эксперта	Ранг показателей качества				$\sum R_j$
	фонд оплаты труда	себестоимость одного отправленного вагона	расходы от перевозки грузов	доходы от перевезенных грузов	
Иванов	4	3	1	2	10
	0,4	0,3	0,1	0,2	1
Петров	4	1	2	3	10
	0,4	0,1	0,2	0,3	1
Сидоров	3	2	4	1	10
	0,3	0,2	0,4	0,1	1
Симонов	3	4	1	2	10
	0,3	0,4	0,1	0,2	1
Сумма долей ранга	1,4	1,0	0,8	0,8	4

Значения весовых коэффициентов рассчитываются на основании таблицы 1.5. Для каждого фактора (показателя) на основании суммы долей ранга показателя определяется весовой коэффициент показателей качества. Например, для фонда оплаты труда весовой коэффициент показателей качества составляет $1,4/4 = 0,35$. Результаты расчета весовых коэффициентов показателей финансово-экономической деятельности сведем в таблицу 1.9.

Результаты опроса и обработки результатов расчета весовых показателей по каждой группе сведем в таблицы 1.10–1.12.

Таблица 1.9 – Расчёт весовых показателей качества финансово-экономической деятельности

Фамилия эксперта	Ранг показателей качества				$\sum R_j$
	фонд оплаты труда	себестоимость одного отправленного вагона	расходы от перевозки грузов	доходы от перевезенных грузов	
Иванов	4	3	1	2	10
	0,4	0,3	0,1	0,2	1
Петров	4	1	2	3	10
	0,4	0,1	0,2	0,3	1
Сидоров	3	2	4	1	10
	0,3	0,2	0,4	0,1	1
Симонов	3	4	1	2	10
	0,3	0,4	0,1	0,2	1
Сумма долей ранга	1,4	1,0	0,8	0,8	4
Весовой коэффициент показателей качества	0,35	0,25	0,2	0,2	1

Таблица 1.10 – Расчёт весовых коэффициентов показателей качества охраны труда

Фамилия эксперта	Ранг показателей качества			$\sum R_j$
	количество случаев травматизма	количество нарушений трудовой дисциплины	количество прогулов	
Иванов	3	2	1	6
	0,500	0,333	0,167	1
Петров	2	3	1	6
	0,333	0,500	0,167	1
Сидоров	3	1	2	6
	0,500	0,167	0,333	1
Симонов	2	1	3	6
	0,333	0,167	0,500	1
Сумма долей ранга	1,666	1,167	1,167	4
Весовой коэффициент показателей качества	0,416	0,292	0,292	1

Таблица 1.11 – Расчёт весовых коэффициентов показателей качества эксплуатационной деятельности

Фамилия эксперта	Ранг показателей качества										$\sum R_j$
	простой транзитного вагона без переработки	средний вес поезда	простой местного вагона	статическая нагрузка	среднесуточный рабочий парк вагонов	среднесуточная производительность маневрового локомотива	среднесуточное количество маневровых локомотивов	производительность труда	простой транзитного вагона с переработкой	среднесуточная переработка вагонов на сортировочной горке	
Иванов	8	6	4	5	3	2	1	10	9	7	55
	0,145	0,109	0,073	0,091	0,055	0,036	0,018	0,182	0,164	0,127	1
Петров	7	6	5	3	4	1	2	9	10	8	55
	0,127	0,109	0,091	0,055	0,073	0,018	0,036	0,164	0,182	0,145	1
Сидоров	10	6	7	1	4	3	2	5	8	9	55
	0,182	0,109	0,127	0,018	0,073	0,055	0,036	0,091	0,145	0,164	1
Симонов	9	8	3	2	5	4	1	6	7	10	55
	0,164	0,145	0,055	0,036	0,091	0,073	0,018	0,109	0,127	0,182	1
Сумма долей ранга	0,618	0,473	0,345	0,200	0,291	0,182	0,109	0,545	0,618	0,618	4
Весовой коэффициент показателей качества	0,155	0,118	0,086	0,050	0,073	0,045	0,027	0,136	0,155	0,155	1

Таблица 1.12 – Расчёт весовых коэффициентов показателей безопасности движения

Фамилия эксперта	Ранг показателей качества								$\sum R_i$
	не принято поездов	сорвано поездов с графика по отправлению	количество случаев нарушений безопасности движения	задержано поездов у входного сигнала	повреждено вагонов на железнодорожной станции	необеспечение сохранности перевозимых грузов	не вывезено поездов	отправление поездов с нарушениями плана формирования поездов	
Иванов	4	1	3	5	2	8	6	7	4
	0,111	0,028	0,083	0,139	0,056	0,222	0,167	0,194	0,111
Петров	2	3	1	4	5	7	6	8	2
	0,056	0,083	0,028	0,111	0,139	0,194	0,167	0,222	0,056
Сидоров	1	5	2	3	7	4	8	6	1
	0,028	0,139	0,056	0,083	0,194	0,111	0,222	0,167	0,028
Симонов	3	6	4	1	2	7	5	8	3
	0,083	0,167	0,111	0,028	0,056	0,194	0,139	0,222	0,083
Сумма долей ранга	0,278	0,417	0,278	0,361	0,444	0,722	0,694	0,806	0,278
Весовой коэффициент показателей качества	0,069	0,104	0,069	0,090	0,111	0,181	0,174	0,201	0,069

Результаты расчета весовых коэффициентов по всем группам показателей сведом в таблицу 1.13.

Таблица 1.13 – Результаты вычисления весовых коэффициентов

Наименование единичных показателей	Динамика	Значение показателя			Q_i	q_i
		$P_{\text{план}}$	$P_{\text{пред}}$	$P_{\text{вып}}$		
1 Качество эксплуатационной деятельности:						
1.1 Простой транзитного вагона без переработки, ч	–	1,5	2,5	0,4	1	0,155
1.2 Средний вес поезда, т	+	4200	3800	4730	1	0,118
1.3 Простой местного вагона, ч	–	43	55	84	0	0,086
1.4 Статическая нагрузка, т	+	56	46	62,6	1	0,050
1.5 Среднесуточный рабочий парк вагонов, вагон	–	440	550	840	0	0,073
1.6 Среднесуточная производительность маневрового локомотива, приведенный вагон	+	640	400	410	0,641	0,045
1.7 Среднесуточное количество маневровых локомотивов, локомотив	–	2,8	4,0	2,1	1	0,027
1.8 Производительность труда, вагоны/человек	+	2305	2000	1630	0	0,136
1.9 Простой транзитного вагона с переработкой, ч	–	9,8	11,0	13,4	0	0,155
1.10 Среднесуточная переработка вагонов на сортировочной горке, вагон	+	1100	700	1360	1	0,155
2 Качество финансово-экономической деятельности:						
2.1 Фонд оплаты труда, тыс. у.е.	+	245	200	320	1	0,35
2.2 Себестоимость одного отправленного вагона, у.е.	–	0,81	1,0	0,97	0,835	0,25
2.3 Расходы от перевозки грузов, тыс. у.е.	–	300	380	175	1	0,2
2.4 Доходы от перевезенных грузов, тыс. у.е.	+	600	500	598	0,997	0,2
3 Качество охраны труда:						
3.1 Количество случаев травматизма, случай		0	–	0	1	0,416

Окончание таблицы 1.13

Наименование единичных показателей	Динамика	Значение показателя			Q_i	q_i
		$P_{\text{план}}$	$P_{\text{пред}}$	$P_{\text{вып}}$		
3.2 Количество нарушений трудовой дисциплины, случаи		0	–	2	0,993	0,292
3.3 Количество прогулов, случаи		0	–	0	1	0,292
4 Безопасность движения:						
4.1 Неприято поездов, поезд	–	0	–	22	0,522	0,069
4.2 Сорвано поездов с графика по отправлению, поезд	–	0	–	8	0,826	0,104
4.3 Количество случаев нарушений безопасности движения, случаи		0	–	0	1	0,069
4.4 Задержано поездов у входного сигнала, поезд		0	–	24	0,478	0,090
4.5 Повреждено вагонов на железнодорожной станции, вагон		0	–	25	0,997	0,111
4.6 Необеспечение сохранности перевозимых грузов, случаи		0	–	0	1	0,181
4.7 Не вывезено поездов, поезд	+	0	–	66	0,435	0,174
4.8 Отправление поездов с нарушениями плана формирования поездов, поезд	–	0	–	0	1	0,201

4 Комплексные показатели качества работы железнодорожной станции по группам и интегральный показатель рассчитываются на основании данных таблицы 1.13 и формул (1.6), (1.7).

Комплексный показатель качества эксплуатационной деятельности определяется по формуле (1.6):

$$\hat{Q}_1 = \frac{1 \cdot 0,115 + 1 \cdot 0,118 + 0 \cdot 0,86 + 1 \cdot 0,05 + 0 \cdot 0,073 + 0,641 \cdot 0,045 + 1 \cdot 0,027}{0,115 + 0,118 + 0,86 + 0,05 + 0,073 + 0,045 + 0,027 + 0,136 + 0,155 + 0,155} + \frac{0 \cdot 0,136 + 0 \cdot 0,155 + 1 \cdot 0,155}{0,115 + 0,118 + 0,86 + 0,05 + 0,073 + 0,045 + 0,027 + 0,136 + 0,155 + 0,155} = 0,534.$$

Комплексный показатель качества охраны труда

$$\hat{Q}_2 = \frac{1 \cdot 0,35 + 0,835 \cdot 0,25 + 1 \cdot 0,2 + 0,997 \cdot 0,2}{0,35 + 0,25 + 0,2 + 0,2} = 0,958.$$

Комплексный показатель качества финансово-экономической деятельности

$$\hat{Q}_3 = \frac{1 \cdot 0,416 + 0,993 \cdot 0,292 + 1 \cdot 0,292}{0,416 + 0,292 + 0,292} = 0,998.$$

Комплексный показатель качества безопасности движения

$$\hat{Q}_4 = \frac{0,522 \cdot 0,069 + 0,826 \cdot 0,104 + 1 \cdot 0,069 + 0,478 \cdot 0,09 + 0,997 \cdot 0,111 + 1 \cdot 0,181}{0,069 + 0,104 + 0,069 + 0,09 + 0,111 + 0,181 + 0,174 + 0,201} + \frac{0,435 \cdot 0,174 + 1 \cdot 0,201}{0,069 + 0,104 + 0,069 + 0,09 + 0,111 + 0,181 + 0,174 + 0,201} = 0,803.$$

Интегральный показатель качества работы железнодорожной станции определяется по формуле (1.7):

$$\hat{Q} = \frac{0,534 + 0,958 + 0,998 + 0,803}{4} = 0,823.$$

5 К рекомендациям для повышения качества работы железнодорожной станции можно отнести:

- повышение культуры производства, охраны труда, соблюдение техники безопасности;
- осуществление контроля за полнотой и своевременностью поступления дохода и роста прибыли;
- осуществление внедрения прогрессивных, экономически выгодных достижений науки, техники и передового опыта;
- обеспечение эффективного использования технических средств, трудовых, материальных и финансовых ресурсов, экономию топливно-энергетических ресурсов;
- обеспечение роста производительности труда, повышение технического уровня всех служб хозяйства станции;
- повышение квалификации работников, проведение профилактической работы для предупреждения трудовой и производственной дисциплины предприятия.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое качество продукции и услуг организации?
- 2 Дайте определение единичному показателю качества, комплексному показателю качества и интегральному показателю качества.
- 3 Назовите основные группы показателей качества, используемые при оценке качества продукции и её технического уровня.
- 4 Как определяется единичный показатель качества (Q_i) и весовой коэффициент (q_i)?

МЕТОД И ИНСТРУМЕНТ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА (ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННАЯ ДИАГРАММА ИСИКАВЫ)

Методические указания по выполнению работы



Каору Исикава (Ишикава) (13.07.1915–16.04.1989) – крупнейший специалист в области управления качеством.

Каору Исикава (Ишикава) известен как исследователь вопросов статистического контроля качества, и его труды во многом повлияли на облик современной науки о качестве. В 1960-х годах им был изобретен метод структурного анализа причинно-следственных связей, который впоследствии был назван в его честь – диаграмма Исикавы (Ишикавы).

Диаграмма Исикавы (Ишикавы) – графический способ исследования и определения, наиболее существенных причинно-следственных взаимосвязей между факторами и последствиями в исследуемой ситуации или проблеме.

Диаграммы Исикавы (Ишикавы) также называют «диаграммами рыбного скелета» за их внешнее сходство со скелетом рыб. Но какое бы название ни использовалось, необходимо помнить, что ценность этого метода состоит в способствовании категоризации и структуризации множества потенциальных причин, а также идентификации наиболее вероятной корневой причины изучаемого следствия. Метод применим при выполнении анализа как одним специалистом, так и группой специалистов.

Основным преимуществом данного метода является его наглядность и универсальность. Наглядность достигается за счет того, что связь всех выявленных причин с исследуемым следствием отображается в простой графической форме. Об универсальности можно судить по неполному списку областей применения:

- анализ эффективности бизнес-процессов;
- принятие управленческих решений на базе структурированного анализа влияющих факторов;
- анализ факторов, влияющих на качество оказываемых услуг;
- анализ причин отказов технических систем (устройств) и другое.

К ограничениям можно отнести необходимость предварительного поиска возможных причин исследуемых проблем, а также сложность (неточность) при определении степени влияния выявленных причин на вероятность возникновения следствия.

По Исикаве (Ишикаве), если улучшение технологии приводит к повторяющемуся положительному результату, то новый процесс нужно принять за стандарт и не отступать от него вплоть до следующей фазы улучшения. При наступлении следующей фазы необходимо апробировать новый процесс, стандартизировать его и придерживаться.

Диаграмма Исикавы (Ишикавы) может применяться к широкому кругу объектов и задач в деятельности структурных подразделений железнодорожного транспорта, таким как состояние технических средств, определение причин возникновения несоответствий и нарушений безопасности движения, выработка предложений по улучшению обеспечения материальными ресурсами, своевременное прибытие, отправление поездов, поставки комплектующих и материалов и многое другое.

В повседневной деятельности структурных подразделений железнодорожного транспорта возникают разнообразные объекты анализа и задачи, требующие решения. На объекты анализа, как правило, оказывают влияние многочисленные факторы, поэтому возникает необходимость в их определении, классификации и первоначальном ранжировании. Диаграмма Исикавы (Ишикавы) позволяет решить эти задачи.

Конечной целью использования метода «Диаграмма Исикавы» для конкретного объекта является:

- выявление всевозможных факторов, влияющих на него;
- визуализация причинно-следственных связей;
- распределение приоритетов для анализа и решения поставленной задачи на основе определения относительной значимости факторов, и их ранжирования и т. д.

С помощью диаграммы Исикавы может быть решен широкий спектр конструкторских, технологических, технических, экономических, организационных, социальных, управленческих и других задач, в том числе связанных с эксплуатационной деятельностью железнодорожной станции.

При построении диаграммы Исикавы на первом этапе определяется показатель (проблема), для которого необходимо найти влияющие факторы (причины изменения). Формулировка показателя (проблемы) должна быть краткой и четкой, иначе, если показатель будет сформулирован не конкретно, будет построена диаграмма, основанная на общих соображениях (например, при анализе эксплуатационной работы железнодорожной станции правильной формулировкой проблемы будет «снижение уровня безопасности движения на железнодорожной станции», а не просто «безопасность движения на железнодорожной станции»).

Показатель (проблема) записывается справа (рисунок 2.1) в конце горизонтальной линии («голова проблемы»).

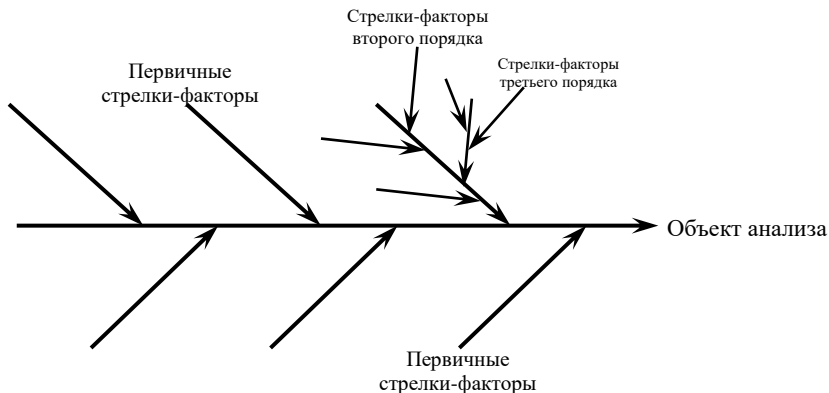


Рисунок 2.1 – Схема построения диаграммы Исикавы (Ишикавы)

На втором этапе определяются основные группы причин, влияющих на первичный показатель. Каждая группа размещается на отдельной наклонной линии («большие кости»), отходящей от основной горизонтальной линии («хребта»). Таким образом, формируется диаграмма, по форме напоминающая рыбий скелет (см. рисунок 2.1).

Далее к каждой «большой кости» подводятся линии второго порядка («средние кости»), к которым, в свою очередь подводят линии третьего порядка («мелкие кости») и т. д. до тех пор, пока на диаграмму не будут нанесены все линии, обозначающие факторы, оказывающие заметное влияние на объект анализа в конкретной ситуации (см. рисунок 2.1).

Каждая из линий, нанесенная на схему, должна представлять собой, в зависимости от ее положения, либо причину, либо следствие: предыдущая стрелка по отношению к последующей всегда выступает как причина, а последующая – как следствие. В каждую границу факторов включаются конкретные причины, которые можно проконтролировать, а также провести мероприятия по их устранению.

С помощью диаграммы можно не только определить состав и взаимозависимость факторов, влияющих на объект анализа, но и выявить относительную значимость этих факторов. После завершения построения диаграммы следующий шаг – распределение факторов по степени их важности. Диаграмма должна служить основой для составления плана взаимоувязанных мероприятий, обеспечивающих комплексное решение поставленной при анализе задачи.

Одним из способов группировки факторов является их группировка по принципу «6M's+E».

В каждом конкретном случае диаграмма Исикавы будет выглядеть по-разному, но можно назвать типичные группы влияющих факторов. Например, в соответствии принципом «6M's+E» (свое название принцип получил по первым буквам соответствующих английских слов), основные факторы можно разделить на несколько групп (рисунок 2.2):

- Man (влияние человека);
- Machine (влияние оборудования);
- Method (влияние методов работы);
- Materials (влияние материалов, сырья, заготовок);
- Measurement (влияние измерительной системы);
- Management (влияние менеджмента);
- Environment (влияние окружающей среды).

Могут быть и другие факторы, более точно характеризующие объект анализа. Но эта модель дает основу для анализа и может использоваться на начальном этапе работы.

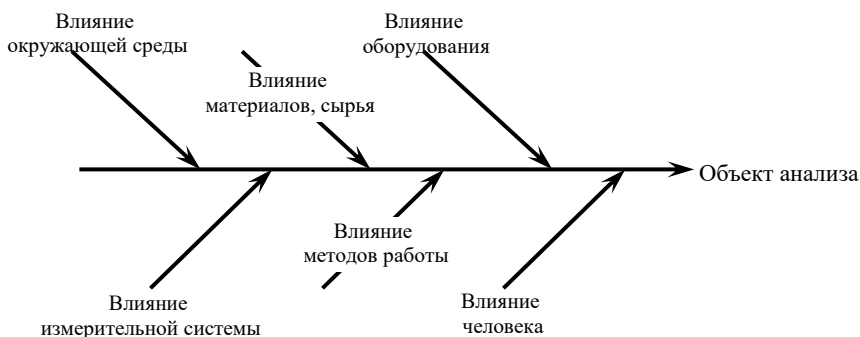


Рисунок 2.2 – Схема построения диаграммы Исикавы (Ишикавы) по типичным группам влияющих факторов

Пример выполнения работы

1 Рассмотрим пример построения диаграммы Исикавы для увеличения среднего времени оборота вагона. Основные факторы, оказывающие влияние на сложившееся значение оборота вагона, следующие:

– необеспеченность ряда железнодорожных станций круглосуточной подачи-уборки вагонов, а также обслуживание одним маневровым локомотивом нескольких удаленных друг от друга железнодорожных станций и путей необщего пользования;

- длительные простои вагонов под накоплением, вызванные колебаниями вагонопотоков, а также нарушениями плана формирования поездов;
- задержки вагонов в пути следования из-за предоставления «окон» по ремонту пути и других объектов инфраструктуры и невыполнения работ в предусмотренные сроки;
- невыполнение скорости движения грузовых поездов и маневровых составов, вызванное наличием предупреждений на отдельных железнодорожных участках дороги.

Выбрав время оборота вагона в качестве результирующего показателя, характеризующего качество управления перевозочным процессом, рабочая группа проводит анализ влияния ключевых факторов, формирующих его значение, с помощью диаграммы Исикавы.

В качестве наиболее значимых групп факторов (факторы первого порядка) были выбраны временные составляющие оборота вагонов:

- время в движении;
- время простоя на промежуточных железнодорожных станциях;
- время простоя под грузовыми операциями;
- время простоя на технических железнодорожных станциях с переработкой;
- время простоя на технических железнодорожных станциях без переработки.

Скелет диаграммы Исикавы с основными факторами представлен на рисунке 2.3.

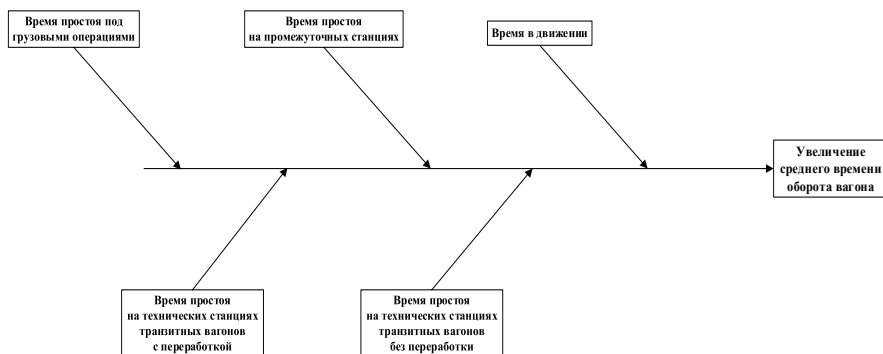


Рисунок 2.3 – Скелет диаграммы Исикавы с основными факторами

На следующем этапе устанавливаются причины, влияющие на каждый основной фактор скелета диаграммы Исикавы (рисунок 2.4).

1 Время в движении:

- участковая скорость;
- состояние подвижного состава и локомотивов;
- надежность работы технических средств;
- постановка подвижного состава с ограничением скорости.

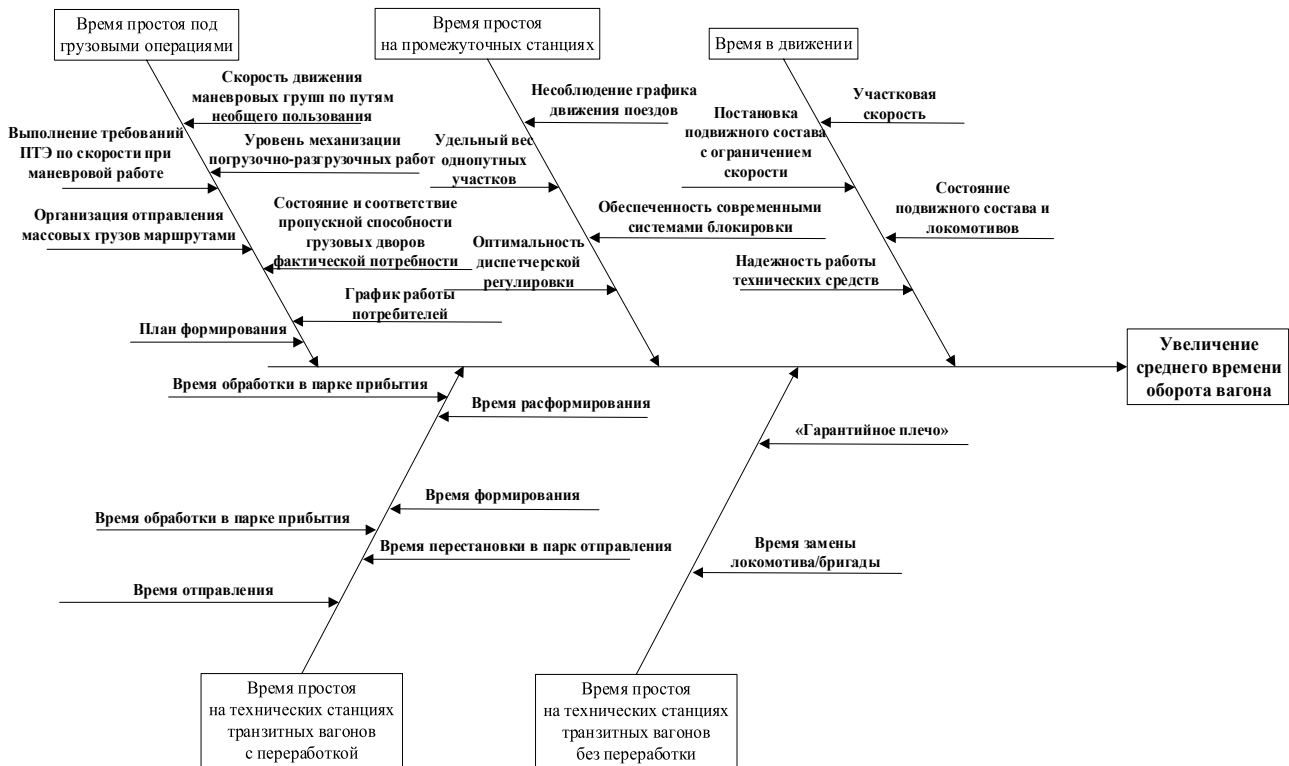


Рисунок 2.4 – Факторы второго порядка диаграммы Исикавы

2 Время простоя на промежуточных железнодорожных станциях:

- несоблюдение графика движения поездов;
- обеспеченность современными системами блокировки;
- оптимальность диспетчерской регулировки;
- удельный вес однопутных железнодорожных участков.

3 Время простоя под грузовыми операциями:

- скорость движения маневровых групп по путям необщего пользования;
- уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ;
- состояние и соответствие перерабатывающей способности грузовых фронтов

фактической потребности;

- график работы потребителей;
- план формирования грузовых поездов;
- организация отправления маршрутами массовых грузов;
- выполнение требований ПТЭ по скорости при маневровой работе.

4 Время простоя на технических железнодорожных станциях транзитных вагонов с переработкой:

- время обработки в парке прибытия;
- время расформирования;
- время накопления;
- время формирования;
- время перестановки в парк отправления;
- время ожидания отправления.

5 Время простоя на технических железнодорожных станциях транзитных вагонов без переработки:

- «гарантийное плечо»;
- время смены локомотива/бригады.

Далее выделяются факторы третьего порядка, влияющие на факторы второго порядка (рисунок 2.5):

- на участковую скорость влияет состояние инфраструктуры;
- организацию отправления массовых грузов маршрутами – время накопления маршрута;
 - время обработки в парке прибытия и в парке отправления – доставка документов, время технического обслуживания и коммерческого осмотра;
 - время накопления состава зависит от величины струи вагонопотока;
 - от качества планирования отправления поездов и времени подачи локомотивов будет варьироваться время отправления;
 - при изменении скорости роспуска вагонов на сортировочной горке будет изменяться время расформирования;
- «гарантийное плечо» изменяется при различных состояниях вагонов и несоблюдении технологических норм обслуживания вагонов;
- от качества планирования поездной работы зависит время замены локомотива/бригады.

Общий вид диаграммы Исикавы для определения факторов, влияющих на увеличение среднего времени оборота вагона, представлен на рисунке 2.5.

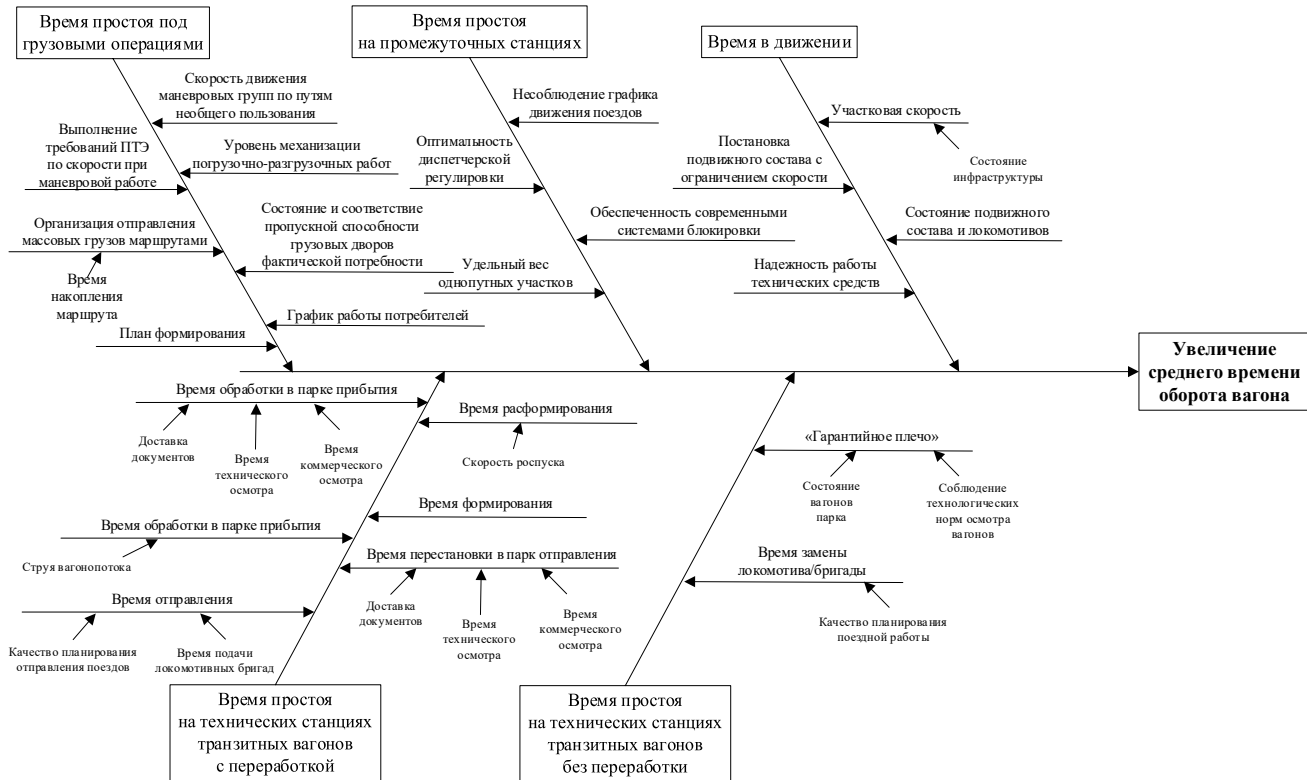


Рисунок 2.5 – Диаграмма Исикавы для изучения факторов, влияющих на среднее время оборота вагона

Таким образом, для дальнейшего сокращения среднего времени оборота грузового вагона необходимо реализовать следующие мероприятия:

- сокращение порожнего пробега вагонов;
- комплексную механизацию погрузочно-разгрузочных работ и сокращение простоя вагонов под грузовыми операциями;
- дальнейшее повышение скорости движения грузовых поездов;
- сокращение простоя вагонов на железнодорожных станциях;
- формирование поездов с максимальной грузовой массой.

2 Рассмотрим пример построения диаграммы Исикавы для ухудшения комфортности поездки. Основные факторы, оказывающие влияние на удобство поездки:

- неспособность перевозчика удовлетворить запросы и потребность пассажиров в услугах;
- отсутствие принципов этики и культуры при обслуживании пассажиров;
- отсутствие или использование некачественных материалов при обслуживании пассажиров;
- несоответствующая требованиям подготовка составов в рейс;
- использование устаревшего и сильно изношенного подвижного состава, а также недостаточные темпы его обновления.

В качестве наиболее значимых групп факторов (факторы первого порядка) были выбраны составляющие поездки:

- подвижной состав;
- подготовка состава в рейс;
- материалы, используемые при обслуживании;
- культура обслуживания пассажиров;
- услуги, предоставляемые пассажирам.

Выбрав комфортность поездки в качестве результирующего показателя, характеризующего качество управления перевозочным процессом, рабочая группа провела анализ влияния ключевых факторов, формирующих его качество, с помощью диаграммы Исикавы.

Скелет диаграммы Исикавы с основными факторами представлен на рисунке 2.6.

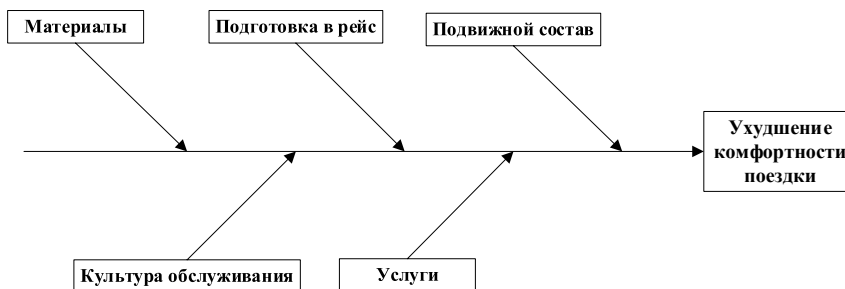


Рисунок 2.6 – Скелет диаграммы Исикавы с основными факторами

На следующем этапе устанавливаются причины, влияющие на каждый основной фактор скелета диаграммы Исикавы (рисунок 2.7).

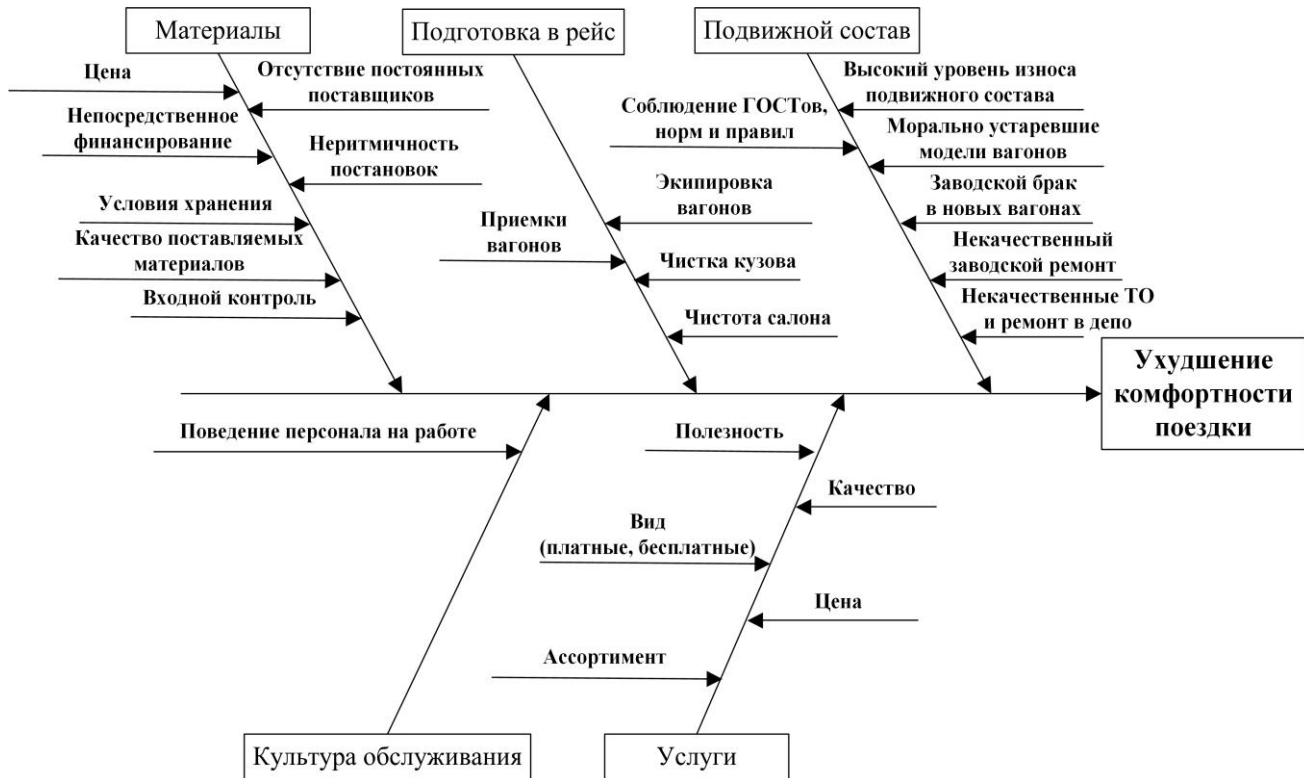


Рисунок 2.7 – Факторы второго порядка диаграммы Исикавы

1 Подвижной состав:

- высокий уровень износа подвижного состава;
- морально устаревшие модели вагонов;
- заводской брак в новых вагонах;
- некачественный заводской ремонт;
- некачественные ТО и ремонт в депо;
- соблюдение ГОСТов, норм и правил.

2 Подготовка в рейс:

- экипировка вагонов;
- чистка кузова;
- чистка салона;
- приемки вагонов.

3 Материалы:

- отсутствие постоянных поставщиков;
- неритмичность поставок;
- цена;
- непосредственное финансирование;
- условия хранения;
- качество поставляемых материалов;
- входной контроль.

4 Культура обслуживания – поведение персонала на работе.

5 Услуги, предоставляемые пассажирам:

- ассортимент;
- вид;
- полезность;
- качество;
- цена.

На факторы второго порядка влияют факторы третьего порядка (рисунок 2.8):

– при невыполнении правил приемки вагонов и регламента ПДК ухудшается качество приемки составов в рейс;

– при плохом подборе кадров и некачественном обучении персонала ухудшается качество обслуживания в дальнейшем.

Общий вид диаграммы Исикавы для определения факторов, влияющих на увеличение среднего времени оборота вагона, представлен на рисунке 2.8.

Таким образом, улучшения комфортности можно достигнуть путем:

– постоянного расширения ассортимента услуг, предоставляемых пассажирам в поездах;

- предоставления информационно-развлекательных услуг;
- обеспечения эргономичного места размещения пассажира;
- поддержания необходимого уровня микроклимата;
- реализации в ассортименте продуктов питания и напитков;
- использования современного (модернизированного) подвижного состава.

Примеры диаграммы Исикавы снижения коэффициента готовности подвижного состава и снижения уровня безопасности движения представлены на рисунках 2.9 и 2.10.



Рисунок 2.8 – Диаграмма Исикавы для анализа комфорта поездки

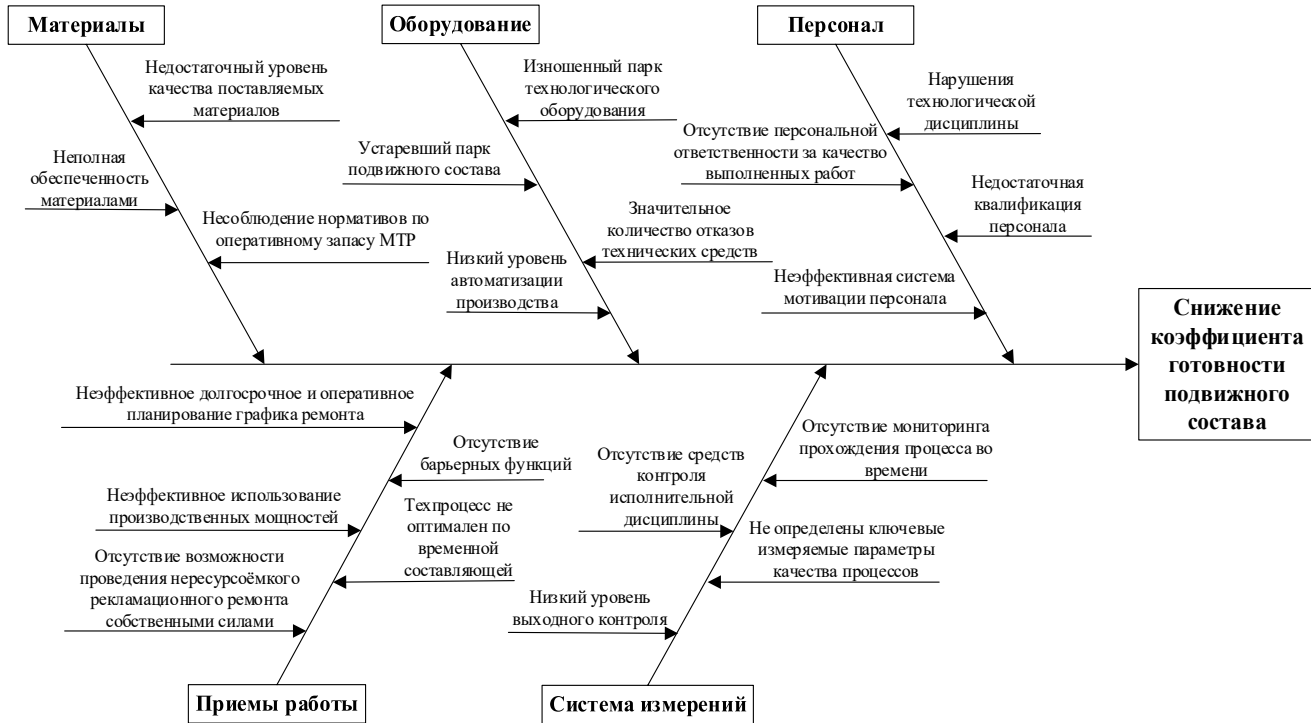


Рисунок 2.9 – Диаграмма Исикавы для определения способов снижения коэффициента готовности подвижного состава



Рисунок 2.10 – Базовые факторы причинно-следственных связей возникновения нарушений безопасности движения

Контрольные вопросы

- 1 Что такое диаграмма Исикавы?
- 2 Основное преимущество метода «Диаграмма Исикавы»?
- 3 Какова конечная цель использования метода «Диаграмма Исикавы»?
- 4 Расскажите о принципе построения диаграммы Исикавы.
- 5 Назовите основные (типичные) группы влияющих факторов.

Практическая работа № 3

МЕТОД И ИНСТРУМЕНТ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА (АНАЛИЗ ПАРЕТО)

Методические указания по выполнению работы



Вильфредо Парето (15.07.1848–20.08.1923) – итальянский инженер, экономист и социолог. Один из основоположников теории элит. Он разработал теории, названные впоследствии его именем: статистическое Парето-распределение и Парето-оптимум, широко используемые в экономической теории и иных научных дисциплинах.

Парето в 1897 году предложил формулу, показывающую, что блага распределяются неравномерно. Эта же теория была проиллюстрирована американским экономистом Лоренцом в 1907 году на диаграмме. Оба ученых показали, что в большинстве случаев наибольшая доля доходов или благ принадлежит небольшому числу людей.

Доктор Джуран применил диаграмму Лоренца в сфере контроля качества для классификации проблем качества на немногочисленные, но существенно важные и многочисленные, но несущественные и назвал этот метод анализом Парето. Он указал, что в большинстве случаев подавляющее число дефектов и связанных с ними потерь возникают из-за относительно небольшого числа причин. При этом он иллюстрировал это с помощью диаграммы, которая получила название диаграммы Парето.

Диаграмма Парето – это способ исследования, позволяющий выявить и отобразить проблемы, установить основные факторы, с которых нужно начинать действовать, и распределить усилия с целью эффективного разрешения этих проблем, предложенный в 1897 году Вильфредо Парето.

На основе анализа строится диаграмма Парето (рисунок 3.1), позволяющая выделить «жизненно важное меньшинство» по сравнению с «незначительно важным большинством». На основании этого был сформулирован так называемый «принцип Парето».

Принцип Парето означает, что 20 % усилий дают 80 % результата, а остальные 80 % усилий – лишь 20 % результата.

Данный принцип подтверждается количественными исследованиями в самых различных сферах жизни. Так, определив, к примеру, 20 % наиболее весомых причин дефектов, можно понизить уровень брака на 80 %. Так, сфокусировавшись на 20 % наиболее значимых задач, можно на 80 % достичь осуществления цели. 20 % товаров определяют 80 % доходов компании; 20 % имеющейся одежды люди носят в течение 80 % времени.

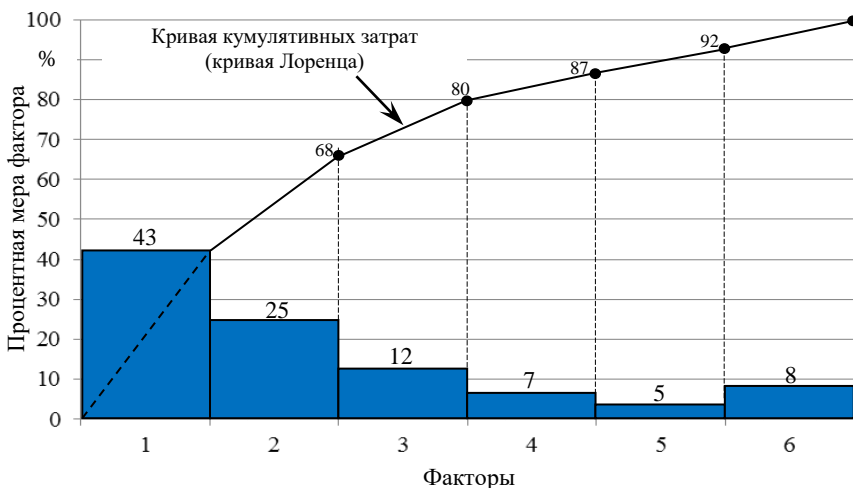


Рисунок 3.1 – Общий вид диаграммы Парето

Диаграмма Парето применяется для анализа и ранжирования факторов, влияющих на ту или иную характеристику качества продукции или процесса, разделяя их на немногочисленные важные и многочисленные несущественные, что позволяет сконцентрировать усилия при решении проблем.

Целью использования инструмента «Анализ Парето» является:

- представление информации о факторах (причинах), влияющих на изменения характеристики, в удобной и наглядной форме;
- ранжирование факторов (причин) и распределение приоритетов в последующих действиях;
- оценивание результативности и эффективности предлагаемых действий.

Диаграмма Парето – это столбчатая диаграмма, на которой интервалы (столбики) упорядочены по нисходящей линии. На такой диаграмме интервалы могут представлять виды факторов влияющих на работу железнодорожной станции, их совершенствование или устранение и пр. А высота интервалов (высота столбиков) – частоту возникновения этих факторов, их процентное соотношение, стоимость, время и пр.

В менеджменте качества применение этого правила показывает, что значительное число несоответствий возникает из-за ограниченного числа причин, или правило Парето формулируется как **80 на 20**. Например, если применить это правило по отношению к факторам, то окажется, что 80 процентов факторов возникает из-за 20 процентов причин.

Используется диаграмма Парето при выявлении наиболее значимых и существенных факторов, влияющих на возникновение несоответствий или брака в работе. Это дает возможность установить приоритет действий, необходимых для решения проблемы. Кроме того, диаграмма и правило Парето позволяют отделить важные факторы от малозначимых и несущественных.

Строится диаграмма Парето в следующем порядке.

1 Определяется проблема, которую необходимо решить (например, факторы, влияющие на ухудшение эксплуатационных показателей) и выбирается временной интервал для изучения проблемы.

2 Выбирается тип данных (фактор) для анализа, который наиболее полно сможет охарактеризовать проблему (например, эксплуатационные, финансовые показатели, затраты и пр.). Выбранный тип данных должен быть разбит на подтипы. Например, если в качестве типа данных выбраны эксплуатационные показатели, то подтипом будут являться виды показателей – отправлено поездов, вагонов, принято поездов, вагонов, погружено, выгружено вагонов и пр.

3 Определяется единица измерений, соответствующая типу данных (например, количество факторов, процент затрат и т. п.).

4 Собираются статистические данные, и выполняется их систематизация. Для сбора и регистрации данных можно применять другие инструменты качества, например, контрольный листок. Систематизацию статистических данных лучше представить в виде таблицы.

5 Выполняется подсчет и упорядочивание данных по убыванию.

6 Далее строят столбчатый график, где каждому фактору соответствует прямоугольник (столбик), вертикальная сторона которого соответствует значению числа выявленных проблем по этому виду деятельности. Факторы откладываются в порядке убывания. Если при построении диаграммы получилось, что ряд столбцов имеют одинаковую высо-

ту, то это означает их одинаковую значимость (одинаковый вклад) для анализируемой характеристики, это может потребовать дополнительного сбора данных и их анализа.

Группу «Прочие» рекомендуется располагать на оси абсцисс последней, независимо от того, насколько большим получилось число, так как ее составляет совокупность признаков, числовой результат по каждому из которых меньше, чем самое маленькое значение, полученное для признака, выделенного в отдельную строку.

7 Вычисляется и отображается на диаграмме линия суммарных значений (например, накопленных процентов);

8 Выполняется анализ полученных результатов для разработки необходимых действий по решению проблемы.

На правой стороне графика по оси ординат откладывают значения кумулятивного процента и вычерчивают кривую кумулятивной суммы (кумулятивного процента). Данная кривая носит название «кривая Парето» (или кривая Лоренца), она отражает в общем случае накопленное влияние всех факторов.

Далее отчерчивается горизонтальная линия, начинающаяся в точке на оси кумулятивного процента – 75–80 % и оканчивающаяся в точке пересечения с кривой Парето, из этой точки опускается перпендикуляр на ось абсцисс. Эта линия (этот перпендикуляр) разделяет факторы значимые (слева) и незначимые (справа).

Суть «Анализа Парето» заключается в том, что все действия по изменению характеристики должны быть направлены на значимые факторы (причины).

Для принятия правильного и оптимального решения необходимо собрать наиболее полную информацию о проблеме. Кроме того, данные должны быть структурированы и удобны для дальнейшей обработки. Основным инструментом сбора информации для решения проблем являются контрольные листки.

Контрольный листок (или лист) – это инструмент сбора данных и их упорядочения для облегчения дальнейшего использования собранной информации.

Обычно контрольный листок представляет собой бумажный бланк, на котором заранее напечатаны контролируемые параметры, согласно которым можно заносить в листок необходимые и достаточные данные с помощью пометок или простых символов. Таким образом, контрольный листок – средство регистрации данных.

Формы листка могут быть самыми разнообразными и зависят от поставленной задачи, но принцип их оформления остается неизменным.

Прежде чем начать собирать информацию, следует решить, что с ней впоследствии делать. Любые собираемые данные имеют свое назначение, и после того, как информация собрана, необходимо с ней работать.

Правила составления контрольных листков.

1 Определите временный диапазон, в течение которого будут проводиться исследования. Он может быть равен суткам, неделям или месяцам.

2 Необходимо сформулировать заголовок, отражающий тему исследования. Он должен содержать определение места и тип собранной информации. Например, «простой состава», «анализ ошибок при коммерческом осмотре состава», «анализ использования складских площадей» и т. д.

3 Требуется зарегистрировать (идентифицировать) источник данных. Эти данные включают в себя такую информацию, как:

- подвижной состав;
- партия используемых материалов;
- рабочая смена и т. д.

4 Важен подбор метода измерения. Так как заполнение формы данными осуществляют работники разной квалификации на своем рабочем месте, то руководитель процесса должен обозначить (описать в виде инструкции) все условия и правила заполнения контрольного листка.

5 Следует сформулировать список всех характеристик и параметров, подлежащих измерению. В случае, если характеристик и параметров несколько, то необходимо (по возможности) учесть этот фактор при создании формы контрольного листка и оформить его таким образом, чтобы в нем можно было расположить все данные.

6 Разрабатывая форму контрольного листка, необходимо учитывать то, что участники исследования должны тратить минимальное время на записи, поэтому форма листка должна быть максимально удобной для заполнения данными (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Образец формы бланка контрольного листка

Характеристика качества продукции или процесса (факторы)	Период (месяц)				
	январь	февраль	...	декабрь	Итого
<i>Итого</i>					

АВС-анализ – это один из самых распространенных статистических методов. Он основан на почти универсальном принципе Парето и при умелом использовании практически лишен недостатков. Глубинное понимание природы АВС-метода является обязательным навыком для любого аналитика.

Несмотря на то, что принципу Парето уже более 100 лет, аббревиатура АВС появилась только в середине 20-го века, то есть через 50 лет после открытия закона, лежащего в его основе. А, В и С – это названия групп факторов.

Группа А. Смысл первой буквы открыл еще сам Вильфредо, заметив, что 20 % итальянских семей владеют 80 % всех доходов. То есть первые 20 % факторов (значений), вносящие наибольший вклад в итог, называются *группой А*. Ради этой группы в большинстве случаев и проводят АВС-анализ. В *группу А* попадают наиболее приоритетные, то есть имеющие наибольший вес, факторы (значения) по выбранному группировочному признаку. Традиционная интерпретация АВС-анализа гласит, что контроль первых 20 % значений дает контроль над 80 % результата.

Группа В. После выделения *группы А* остаются еще 80 % факторов (значений), дающих всего 20 % результата. Обнаружив соотношение 20/80, было также замечено, что следующие 30 % факторов (значений) (в порядке убывания ранжированных данных), дают примерно еще 15 % результата. Эту группу обозначили буквой «В». То есть 30 % факторов (значений), следующих за первыми 20 %, дают 15 % результата. Просуммировав данные по *группам А* и *В*, получается 50 % факторов (значений), на которые приходится 95 % итогового эффекта.

Группа С. Остается еще 50 % факторов (значений) (ровно половина). На вторую половину ранжированных данных (оставшиеся 50 % факторов (значений) приходится всего 5 % результата – *группа С*. Эта группа считается наименее приоритетной, так как эффект от ее использования почти отсутствует, поэтому её исключают из рассмотрения.

Итак, за латинскими буквами *А*, *В* и *С* скрываются 20, 30 и 50 процентов отсортированных по убыванию факторов (значений), которые дают соответственно 80, 15 и 5 процентов результата.

Экономический смысл исследований в рамках АВС-анализа сводится к тому, что максимальный эффект достигается при решении задач, относящихся к *группе А*.

На рисунке 3.2 представлена графическая интерпретация метода АВС-анализа.

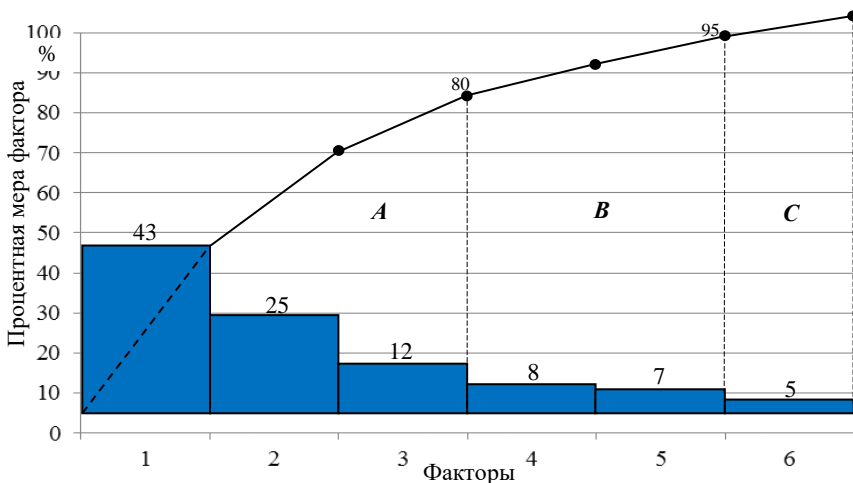


Рисунок 3.2 – Графическая интерпретация метода ABC-анализа

Пример выполнения работы

1 Исходные данные о невыполнении различных показателей (факторов) за год представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Контрольный листок

Наименование показателя (фактора)	Невыполнение показателя за месяц												Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Неполное обеспечение заявок	1	0	1	2	2	1	0	0	0	2	2	3	14
Предоставление неисправного подвижного состава	3	0	0	2	3	1	0	0	5	6	2	7	29
Некачественный ремонт	1	0	1	2	6	5	0	0	7	0	2	3	27
Несохранность груза	0	0	1	1	0	0	4	0	1	8	0	0	15
Несвоевременное оформление вагонов	0	0	1	1	0	1	2	0	0	0	1	2	8
Использование расчетов только по предоплате	2	0	0	0	3	1	0	1	1	1	0	0	9
Прочее	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2

На основании таблицы 3.2 производится ранжирование факторов в порядке убывания весовой доли фактора. Также рассчитывается доля каждого показателя (фактора) в процентном соотношении и калькулятивная сумма для них. Полученные результаты сводятся в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Сводная таблица «Количество несоответствий»

Наименование показателя (фактора)	Количество несоответствий за год, штук	Соотношение, %	Калькулятивная сумма
Предоставление неисправного подвижного состава	29	27,88	27,88
Некачественный ремонт	27	25,96	53,85
Несохранность груза	15	14,42	68,27
Неполное обеспечение заявок	14	13,46	81,73
Использование расчетов только по предоплате	9	8,65	90,38
Несвоевременное оформление вагонов	8	7,69	98,08
Прочее	2	1,92	100,00

На основании данных таблицы 3.3 строится диаграмма Парето (рисунок 3.3).

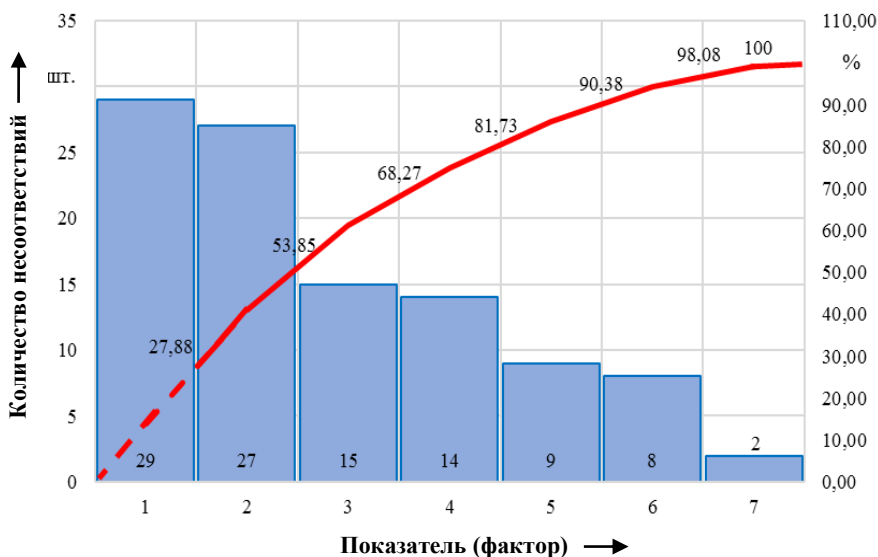


Рисунок 3.3 – Диаграмма Парето в натуральном эквиваленте

Проанализировав диаграмму, можно сделать вывод, что «предоставление неисправного подвижного состава» является тем фактором, устранив который, мы решим 80 % несоответствий. Однако для эффективности результата рекомендуется, если возможно, оценить все факторы в денежном выражении и построить диаграмму Парето.

Оценим все факторы в денежном выражении и сведем их в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Расчет потерь в денежном выражении

Наименование показателя (фактора)	Количество несоответствий за год, штук	Стоимость одного несоответствия, руб.	Общие потери по данному несоответствию, руб.
Предоставление неисправного подвижного состава	29	450	13050
Некачественный ремонт	27	300	8100
Несохранность груза	15	3000	45000
Неполное обеспечение заявок	14	500	7000
Использование расчетов только по предоплате	9	2000	18000
Несвоевременное оформление вагонов	8	1500	12000
Прочее	2	1000	2000

Проведем ранжирование факторов по полученным результатам и сведем их в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 – Общие потери по конкретному несоответствию

Наименование показателя (фактора)	Общие потери по данному несоответствию, руб.	Общие потери по данному несоответствию, тыс. руб.	Соотношение, %	Калькулятивная сумма
Несохранность груза	45000	45	42,80	42,80
Использование расчетов только по предоплате	18000	18	17,12	59,92
Предоставление неисправного подвижного состава	13050	13,05	11,41	71,33
Несвоевременное оформление вагонов	12000	12	12,41	83,74
Некачественный ремонт	8100	8,1	6,65	90,39
Неполное обеспечение заявок	7000	7	7,70	98,10
Прочее	2000	2	1,90	100,00

На основании данных таблицы 3.5 строится диаграмма Парето (рисунок 3.4).

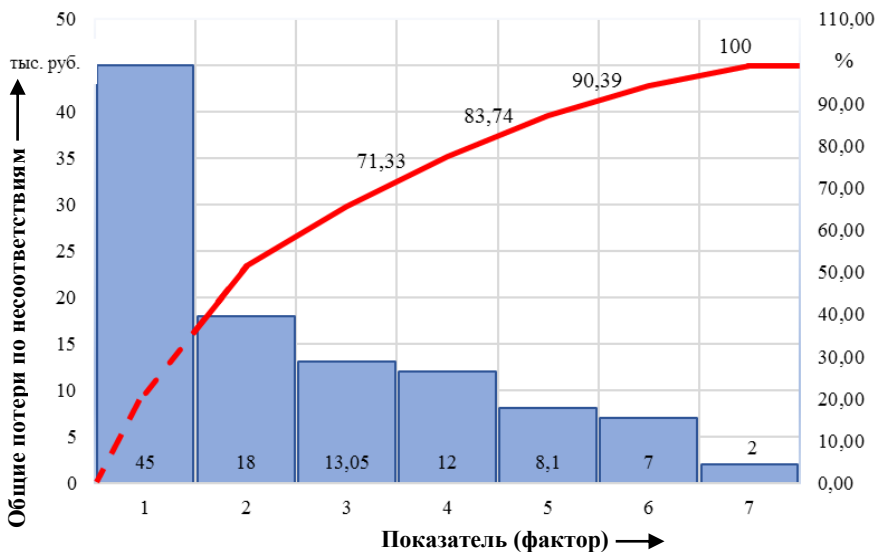


Рисунок 3.4 – Диаграмма Парето в денежном эквиваленте

Проанализировав диаграмму Парето, можно сделать вывод о том, что больше всего потерь в денежном выражении происходит из-за «несохранности груза». Поэтому особое внимание необходимо уделить данному фактору.

При разработке мероприятий по уменьшению несоответствий необходимо использовать различные методы и инструменты улучшений, например, метод «5 почему».

1 Почему в полном объеме не удовлетворяются заявки клиента?

Потому что объем скоропортящихся грузов больше, чем количество требуемого изотермического подвижного состава.

2 Почему спрос превышает предложение?

Потому что нет достаточного количества изотермического подвижного состава.

3 Почему нет достаточного количества изотермического подвижного состава?

Потому что структура парка не оптимальная.

4 Почему структура парка не оптимальная?

Потому что нет замены выбывающим изотермическим вагонам.

5 Почему нет замены выбывающему изотермическому подвижному составу?

Потому что новый изотермический подвижной состав не производится.

Вывод: необходимо начать производство нового изотермического подвижного состава.

После реализации действия – «начать производство нового изотермического подвижного состава» – необходимо снова произвести оценку количества несоответствий и оценку потерь в денежном выражении. Если мы получим удовлетворительный результат, работу на этом можно прекратить.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое диаграмма Парето?
- 2 Цель использования инструмента «Анализ Парето».
- 3 Каков порядок построения диаграммы Парето?
- 4 Что такое контрольный листок?
- 5 Правила составления контрольных листков.
- 6 Для чего предназначен ABC-анализ?
- 7 Приведите суть каждой группы ABC-анализа.

Практическая работа № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОГЛАСОВАННОСТИ МНЕНИЙ МЕЖДУ ЭКСПЕРТАМИ ПРИ РАНЖИРОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ

Методические указания по выполнению работы

Взаимная связь двух случайных величин называется **корреляцией**. Корреляционный анализ позволяет определить наличие такой связи, оценить, насколько она тесна и существенна.

Коэффициент корреляции – это статистический показатель зависимости случайных величин. Коэффициент корреляции может принимать значения от минус 1 до плюс 1. При этом значение минус 1 будет говорить об отсутствии корреляции между величинами, 0 – о нулевой корреляции, а плюс 1 – о полной корреляции величин. Чем ближе значение коэффициента корреляции к плюс 1, тем сильнее связь между двумя случайными величинами. Когда при расчете получается величина больше плюс 1 или меньше минус 1 – следовательно, произошла ошибка в вычислениях.

Коэффициент корреляции – это инструмент, с помощью которого можно проверить гипотезу о зависимости и измерить силу зависимости двух переменных. Если распределение переменных нормальное или существенно отличается от нормального, применяют коэффициент корреляции Пирсона. *Критерий корреляции Пирсона* – это метод параметрической статистики, позволяющий определить наличие или отсутствие линейной связи между двумя количественными показателями, а также оценить ее тесноту и статистическую значимость. Другими словами, критерий корреляции Пирсона позволяет определить, есть ли линейная связь между изменениями значений двух переменных.

Для порядковых (ранговых) переменных или переменных, чье распределение существенно отличается от нормального, используется коэффи-

циент ранговой корреляции Кендалла (или Спирмана). Коэффициент ранговой корреляции Кендалла применяется для выявления взаимосвязи между количественными или качественными показателями, если их можно ранжировать. Значения показателя (фактора) X выставляются в порядке возрастания и присваивают им ранги.

В практике статистических исследований встречаются случаи, когда совокупность объектов характеризуется не двумя, а несколькими последовательностями рангов, необходимо установить статистическую связь между несколькими переменными. В качестве такого измерителя используют **множественный коэффициент корреляции (коэффициент конкордации) рангов Кендалла**, определяемый по формуле

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}, \quad (4.1)$$

где m – количество экспертов в группе;

n – количество факторов, анализируемых экспертами;

S – сумма квадратов разностей рангов (отклонений от среднего).

Сумму квадратов разностей рангов (отклонений от среднего) можно определить по формуле

$$S = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m R_{ij} \right)^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij} \right)^2}{n}, \quad (4.2)$$

где R_{ij} – ранг i -фактора у j -эксперта;

n – количество факторов, анализируемых экспертами.

Если множественный коэффициент корреляции (коэффициент конкордации) рангов Кендалла $W < 0,4$, значит, в группе слабая согласованность экспертов; $W = 0,4 \dots 0,6$ – средняя согласованность; $W > 0,6$ – согласованность экспертов в группе сильная.

Слабая согласованность обычно является следствием следующих причин:

– в рассматриваемой группе экспертов действительно отсутствует общность мнений;

– внутри группы существуют коалиции с высокой согласованностью мнений, однако обобщенные мнения коалиций противоположны.

При ранжировании экспертами факторов (присвоение им баллов), максимальная величина ранга берётся по количеству исследуемых факторов. Например, если исследуются пять факторов, то максимальная величина ранга, присваиваемого наиболее значимому фактору, – пять, если семь факторов – семь, и так далее.

Для оценки «противоречивости» мнений экспертов используется следующее условие:

$$\Theta_i - \Theta_{cp} > \beta S, \quad (4.3)$$

где Θ_i – величина ранга, выставленная экспертом i -му фактору;

Θ_{cp} – среднее значение рангов, выставленных экспертами факторам;

β – коэффициент «противоречивости» мнения экспертов (определяется по таблице 4.1);

S – сумма квадратов разностей рангов (отклонений от среднего).

Таблица 4.1 – Коэффициент «противоречивости» мнения экспертов

Количество экспертов в группе, m	3	4	5	6	7	8	9	10
Коэффициент β	1,15	1,46	1,67	1,82	1,94	2,03	2,11	2,18

При соблюдении условия (4.3) мнения экспертов считаются не противоречивыми.

Пример выполнения работы

Группа экспертов из пяти человек проводит ранжирование четырёх факторов (выбранных из таблицы 1.2 практической работы № 1). Так как факторов четыре, то значения выставляемых рангов (баллы) берутся от 1 до 4 (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Ранги, выставленные экспертами по каждому фактору

Эксперт	Наименование фактора				Итого
	простой транзитного вагона без переработки	фонд оплаты труда	статическая нагрузка	количество случаев травматизма	
Первый	1	2	1	1	5
Второй	4	2	1	3	10
Третий	1	3	2	4	10
Четвёртый	3	4	2	3	12
Пятый	2	3	1	4	10
Сумма рангов	11	14	7	15	47
Квадрат суммы рангов	121	196	49	225	591

После выставления экспертами рангов каждому фактору производится расположение этих факторов по значимости выставленных экспертами рангов (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Расположение факторов по значимости

Наименование фактора	Количество случаев травматизма	Фонд оплаты труда	Простой транзитного вагона без переработки	Статическая нагрузка
Сумма рангов	15	14	11	7

На основании таблицы 4.3 производится построение гистограммы распределения сумм рангов (рисунок 4.1). Для анализа диаграммы столбцы с максимальным и минимальным значениями соединяются прямой линией, а также ломаной линией соединяются все столбцы диаграммы.

Анализируя полигон распределения сумм рангов (см. рисунок 4.1), можно сказать, что прямая и ломаная линии расположены по отношению друг к другу на большом расстоянии. Используя значения таблицы 4.2, по формуле (4.2) определяется сумма квадратов разностей рангов (отклонений от среднего):

$$S = 591 - (47^2) / 4 = 591 - 552,25 = 38,75.$$

Далее по формуле (4.1) определяется коэффициент корреляции (коэффициент конкордации) рангов Кендалла

$$W = 12 \cdot 38,75 / [5^2(4^3 - 4)] = 465 / [25(64 - 4)] = 465 / 1500 = 0,31.$$

Так как $0,31 < 0,4$, значит, в группе слабая согласованность экспертов.

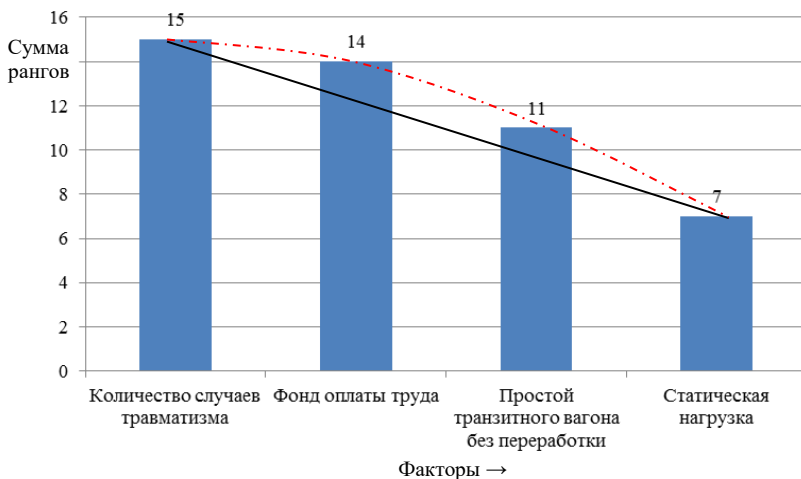


Рисунок 4.1 – Гистограмма распределения сумм рангов

После определения согласованности мнений экспертов в группе производится оценка на «противоречивость» мнения четвертого эксперта с максимальным числом выставленных рангов ($\Theta_i = 12$ рангов, $S = 38,75$, $\beta = 1,67$ (см. таблицу 4.1)).

Сначала определяется среднее значение рангов, выставленных факторам всеми экспертами:

$$\Theta_{\text{cp}} = (5 + 10 + 10 + 12 + 10) / 5 = 47 / 5 = 9,4 \text{ ранга.}$$

Проверяется по формуле (4.3) соответствие условия

$$12 - 9,4 > 1,67 \cdot 38,75; \quad 2,6 > 64,71.$$

Условие не выполняется, значит, оценку четвёртого эксперта следует считать противоречивой.

Производится оценка на «противоречивость» мнения первого эксперта с минимальным числом выставленных рангов ($\Theta_i = 5$ рангов, $\Theta_{\text{cp}} = 9,4$ ранга, $S = 38,75$, $\beta = 1,67$ (см. таблицу 4.1)).

Проверяем по формуле (4.3) соответствие условия

$$5 - 9,4 > 1,67 \cdot 38,75; \quad -4,4 \not> 64,71.$$

Условие не выполняется, значит, оценку первого эксперта следует считать противоречивой.

Вывод. В группе слабая согласованность экспертов, мнения четвёртого и первого экспертов противоречивы. Необходимо проанализировать компетентность экспертов в данной области исследования факторов и произвести замену четвёртого и первого экспертов или всей группы.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое коэффициент корреляции, какие значения он может иметь?
- 2 Для чего используется коэффициент ранговой корреляции Кендалла?
- 3 Как определяется множественный коэффициент корреляции (коэффициент конкордации) рангов Кендалла?
- 4 Как определяется сумма квадратов разностей рангов (отклонений от среднего)?
- 5 Какое условие используется для оценки «противоречивости» мнений экспертов?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **СТБ ISO 9000–2015 (ISO 9000–2015)**. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – Взамен СТБ ИСО 9000–2006; введ. 01.03.2016. – Минск : Госстандарт. БелГИСС, 2015. – 54 с.

2 Стандартизация и сертификация : учеб. пособие / В. Л. Соломахо [и др.]. – Минск : Вуз-Юнити, 2001. – 260 с.

3 **СТБ ISO 9001–2015**. Системы менеджмента качества. Требования. – Введ. 2015.07.15. – Минск : Госстандарт, 2015. – 33 с.

4 **СТБ ИСО 9004–2001**. Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности. – Введ. 2001.11.01. – Минск : Госстандарт, 2001. – 47 с.

5 **Валевич, Р. П.** Управление качеством товаров и услуг : учеб. пособие / Р. П. Валевич, О. Б. Пароля. – Минск : БГЭУ, 2008. – 301 с.

6 Об оценке соответствия техническим требованиям и аккредитации органов по оценке соответствия : Закон Респ. Беларусь от 24.10.2016 № 437-3 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь от 27.10.2016 № 2/2435.

7 **Репин, В. В.** Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В. В. Репин, В. Г. Елиферов. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 544 с.

8 **Мазур, И. И.** Управление качеством : учеб. пособие / И. И. Мазур, В. Д. Шапиро. – М. : Высш. шк., 2003. – 334 с.

9 **ТР ТС 001/2011**. О безопасности железнодорожного подвижного состава : утв. решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. № 710.

10 **ТР ТС 002/2011**. О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта : утв. решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. № 710.

11 **ТР ТС 003/2011**. О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта : утв. решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. № 710.

Учебное издание

АКСЁНЧИКОВ Александр Александрович
СТРАДОМСКАЯ Анастасия Александровна

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ,
СЕРТИФИКАЦИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ
Практикум

Редактор *А. А. Емельянченко*
Технический редактор *В. Н. Кучерова*
Корректор – *А. А. Павлюченкова*
Компьютерный набор и верстка – *А. А. Аксёнчиков, А. А. Страдомская*

Подписано в печать 21.05.2019 г. Формат бумаги 60×84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 3,25. Уч.-изд. л. 3,14. Тираж 100 экз.
Зак. № _____. Изд. № 1.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014.
№ 2/104 от 01.04.2014.
№ 3/1583 от 14.11.2017.
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель