

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОТКАЗОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Э. Х. МУХАМЕТОВА¹, Н. В. ХАСАНОВА²

¹Elya2507@mail.ru, ²khasanova.nv@mail.ru

^{1,2}ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» (УУНИТ)

Аннотация. В статье рассмотрены причины отказов измерительного оборудования на АО «УАП Гидравлика». Построены контрольные карты, выявлены нестабильные процессы отказов. По результатам построенных диаграмм Парето и Исикавы даны рекомендации по устранению причин отказов измерительного оборудования. Представлена разработанная модель контроля качества измерительного оборудования с использованием статистических методов.

Ключевые слова: измерительное оборудование, отказ, контрольная карта, качество, средство измерения, диаграмма Парето, диаграмма Исикавы.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире статистические методы являются эффективным инструментом управления качеством [1, 2]. Статистические методы контроля и анализа качества продукции базируются на статистике, в которой рассматриваются такие понятия, как изменение, отклонение, вариации. Отклонения, вариации присутствуют во всех сферах жизнедеятельности, как в природе, так и в быту, производстве, обществе и т.д. [3].

Решение задач нахождения и анализа статистических данных позволяет дать всестороннюю характеристику исследуемых объектов, что делает возможным оптимизировать процессы управления качеством.

Целью данной работы является уменьшение отказов измерительного оборудования, что в свою очередь приводит к уменьшению процента дефектной продукции, так как точность и работоспособность средств измерений напрямую влияет на процесс контроля качества

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОТКАЗОВ

Для оценки отказов измерительного оборудования на предприятии была построена контрольная карта альтернативных данных.

Задача анализа отказов заключается в том, что нужно выяснить, насколько однородны результаты периодической поверки измерительного оборудования, есть ли среди них бракованные СИ, или все они имеют статистически одинаковые результаты. Эту задачу наиболее просто и наглядно можно решить с помощью контрольных карт Шухарта для альтернативных данных.

Исходные данные для анализа ситуации по итогам периодической поверки представлены в контрольном листке (табл. 1). В нем приведены данные о результатах периодической поверки средств измерений по месяцам за 2021 год. Число средств измерений по месяцам, которые должны были пройти периодическую поверку, рассматриваются как выборки (подгруппы) и имеют различный объем. Результаты по каждому месяцу представлены как «несоответствующая продукция – продукция, имеющая хотя бы одно несоответствие» (это противоположное событие к событию «единицы соответствующей продукции – продукции, соответствующей требованиям по всем измеряемым характеристикам качества»).

Таблица 1

Контрольный листок подсчета несоответствующих единиц измерительного оборудования

№ партии	1	2	3	4	5	6
Объем выборки	81	110	124	107	146	118
Число несоответствующих единиц СИ пр	3	4	5	3	14	2
Доля несоответствующих единиц СИ р, %	3,70	3,64	4,03	2,80	9,59	1,69
№ партии	7	8	9	10	11	12
Объем выборки	132	98	101	102	107	118
Число несоответствующих единиц СИ пр	5	1	2	13	3	4
Доля несоответствующих единиц СИ р, %	3,79	1,02	1,98	12,75	2,80	3,38

Для проведения анализа данных в таком случае использовалась р-карта, которая строится на основе относительных данных. Для этого в контрольном листке предусмотрена последняя строка – доля несоответствующих единиц СИ. В общем случае доля несоответствующих единиц продукции считается по формуле:

$$p = \frac{np}{n}; \quad (1)$$

где np – число несоответствующих единиц СИ; n – объем выборки.

Строка «Доля несоответствующих единиц продукции р, %» является исходной для построения р-карты.

Расчеты статистических характеристик, требуемых для построения контрольной карты, представлены в табл. 2.

Контрольная карта (р-карта), построенная по данным табл. 2, приведена на рис. 1.

Таблица 2

Обработка данных для построения контрольной карты

№ партии	1	2	3	4	5	6
Объем выборки, n	81	110	124	107	146	118
Число несоответствующих единиц СИ, np	5	4	5	3	15	2
Доля несоответствующих единиц СИ, p (%)	6,173	3,636	4,032	2,804	10,274	1,695
$CL_p = \bar{p}, (\%)$	$\frac{\sum np}{\sum n} \cdot 100 = \frac{61 \cdot 100}{1344} = 4,539\%$					
$\sigma_p, (\%)$	2,313	1,985	1,869	2,012	1,723	1,916
$UCL_p, (\%)$	11,477	10,493	10,146	10,576	9,707	10,287
$LCL_p, (\%)$	Поскольку значение LCL_p - отрицательное, то принимаем $LCL_p = 0$.					

Продолжение таблицы 2

№ партии	7	8	9	10	11	12
Объем выборки, n	132	98	101	102	107	118
Число несоответствующих единиц СИ, np	7	0	2	13	3	2
Доля несоответствующих единиц СИ, p (%)	5,303	0	1,980	12,745	2,804	1,695
$CL_p = \bar{p}, (\%)$	$\frac{\sum np}{\sum n} \cdot 100 = \frac{59 \cdot 100}{1344} = 4,539\%$					
$\sigma_p, (\%)$	1,812	2,103	2,071	2,061	2,012	1,916
$UCL_p, (\%)$	9,974	10,847	10,752	10,722	10,576	10,287
$LCL_p, (\%)$	Поскольку значение LCL_p - отрицательное, то принимаем $LCL_p = 0$.					

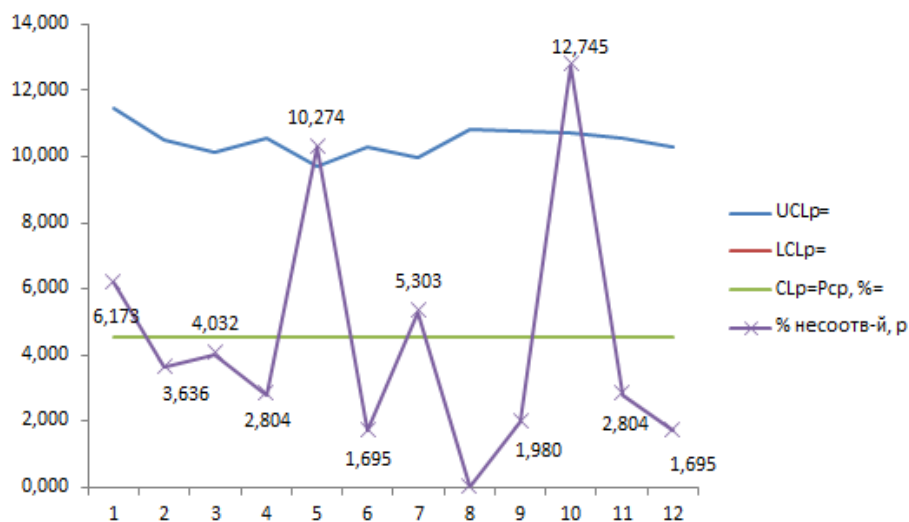


Рис. 1. Контрольная p-карта процента несоответствующих единиц измерительного оборудования

Анализ контрольной карты, представленной на рис. 1, позволяет заключить, что:

– процесс отказов измерительного оборудования нестабилен, так как две точки (значения p для выборок из партий 5 и 10) вышли за значения контрольных границ UCL_p , следовательно на качество партий 5 и 10 действовали специальные (особые) причины, которые и вызвали выход показателя качества за контрольные границы;

– необходимо выявить эти специальные причины, выяснить их природу и провести мероприятия по устранению и предотвращению появления этих причин в будущем, тем самым стабилизировав процесс отказов измерительного оборудования (ИО).

Для дальнейшего выяснения причин отказов измерительного оборудования было проведено расслоение по наименованиям средств измерений (СИ).

Для наглядного представления состояния процесса для всех средств измерений были построены контрольные карты числа несоответствующих единиц (см. рис. 2):

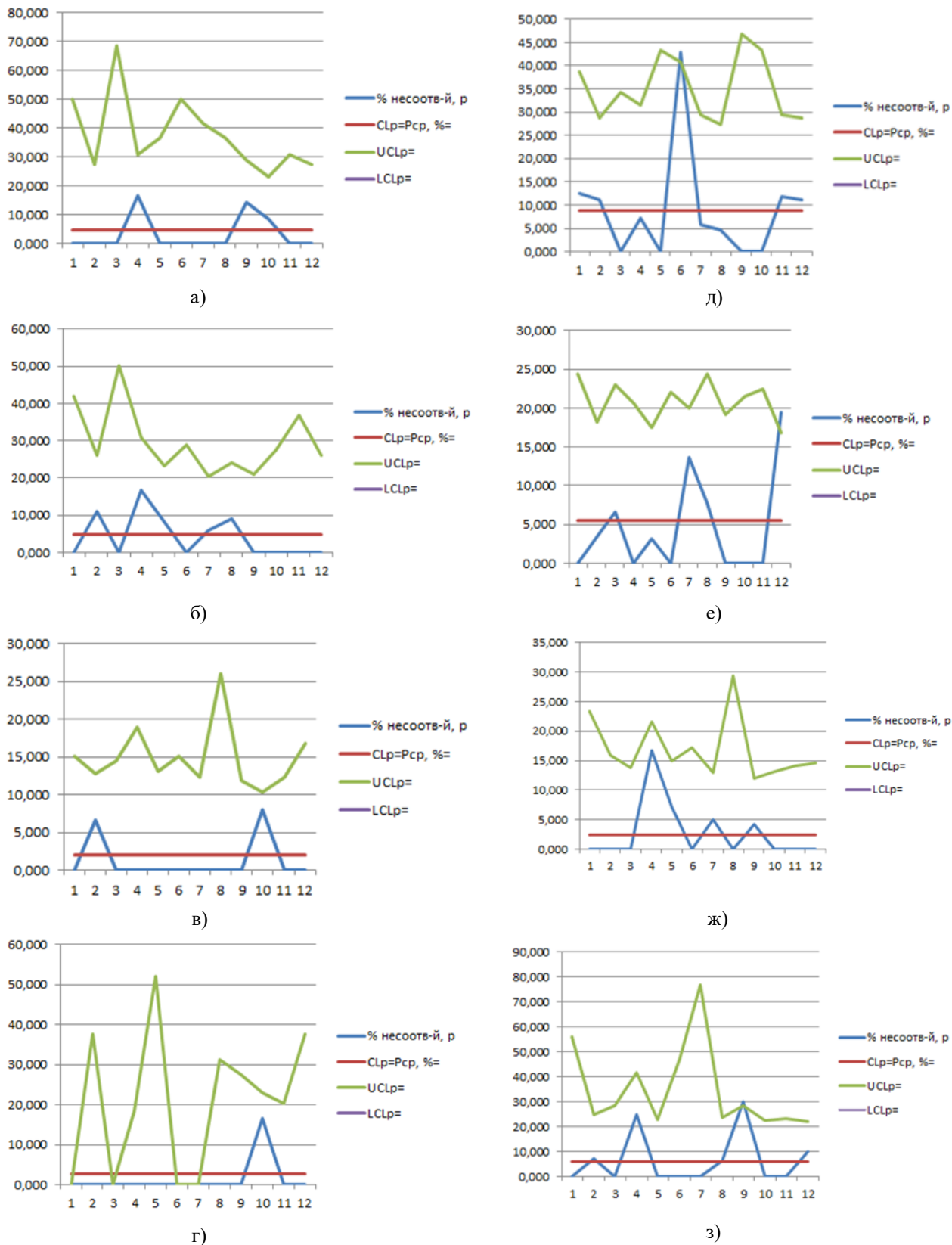


Рис. 2. Контрольные карты для измерительных приборов:
 а – преобразователи расхода турбинные; б – датчики давления; в – преобразователи давления; г – манометры; д – вольтметры; е – амперметры; ж – потенциометры; з – термометры.

Из полученных результатов видно, что нестабильными процессами являются процессы, относящиеся к средствам измерений давления и температуры: датчики давления, манометры и термометры.

Для дальнейшего анализа была применена диаграмма Исикавы и определены основные причины, оказывающие влияние на отказ измерительного оборудования (рис. 3).

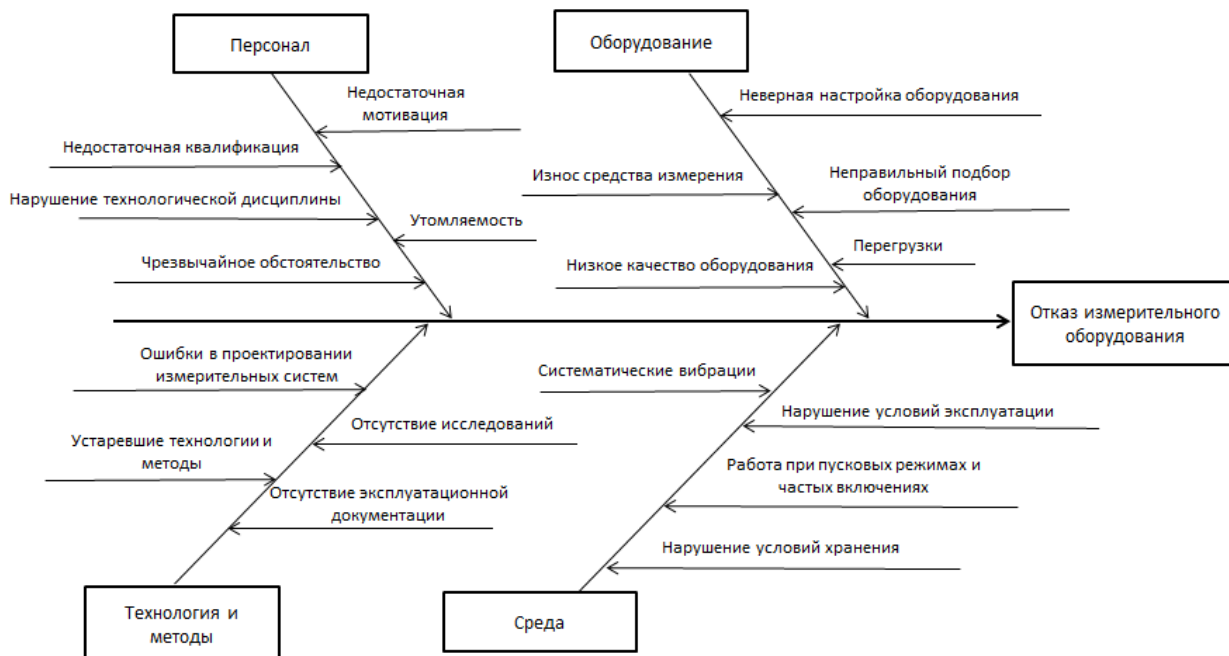


Рис. 3. Диаграмма Исикавы

Далее, на основе результатов причинно-следственной диаграммы, для выявления основных причин отказов была построена диаграмма Парето (рис. 4). Под пунктом «Прочие» объединены следующие причины: перегрузки, низкое качество оборудования, отсутствие эксплуатационной документации на приборы и нарушение условий эксплуатации.

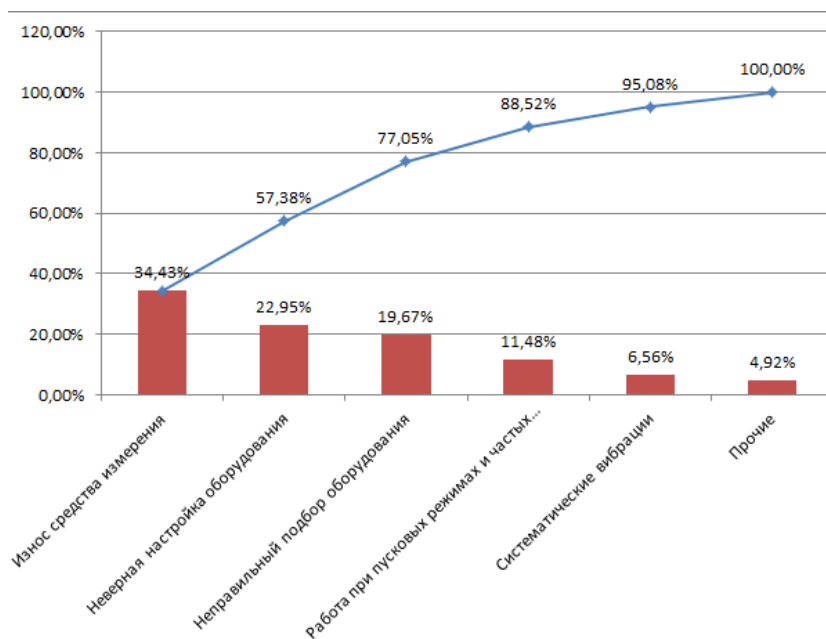


Рис. 3. Диаграмма Парето

На диаграмме Парето видно, что основные причины дефектов – это износ средства измерения, неверная настройка оборудования и неправильный подбор оборудования для проведения измерений.

Таким образом, по результатам анализа были предложены рекомендации по устранению отказов измерительного оборудования: необходимо провести беседу с рабочими, обратить их внимание на причины отказа оборудования; проводить проверки настройки оборудования и правильного подбора средств измерений для тех или иных испытаний, а также назначить ответственных за каждую определенную проверку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная работа направлена на проведение статистического анализа отказов измерительного оборудования на предприятии. В ходе выполнения работы была выяснена нестабильность процесса отказов и соответственно высокий уровень отказов измерительного оборудования. Были найдены причины отказов, которыми послужили: износ средства измерения, неверная настройка оборудования и неправильный подбор оборудования для проведения измерений. Рекомендовано проводить проверки настройки и правильности подбора оборудования, а также назначить ответственных за каждую определенную проверку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мойзес Б.Б. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных: Учеб. пос./ Б.Б. Мойзес, И.В. Плотникова. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. 119 с.
2. Кайнова В.Н. Статистические методы в управлении качеством: Учеб. пос./ В.Н. Кайнова, Е.В. Зимина. СПб: Лань, 2019. 152 с.
3. ГОСТ Р ИСО 7870-1-2011. Статистические методы. Контрольные карты. Ч. 1. Общие принципы. М.: Стандартин-форм, 2012. 15 с.

ОБ АВТОРАХ

МУЗАМЕТОВА Эльвира Хафизовна, магистрант 2-го курса ФИРТ

ХАСАНОВА Наталья Владимировна, доцент каф. ТК ФИРТ.

METADATA

Title: Statistical analysis of measuring equipment failures.

Affiliation: Ufa University of Science and Technology (UUST), Russia.

Email: ¹ elya2507@mail.ru; ² khasanova.nv@mail.ru

Language: Russian.

Source: Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa University of Science and Technology), no. 2 (28), pp. 91-96, 2023. ISSN 2225-9309 (Print).

Abstract: The article discusses the causes of failures of measuring equipment at JSC "UAP"Hydraulics". Control maps have been constructed, unstable processes of failures have been identified. Based on the results of the constructed Pareto and Ishikawa diagrams, recommendations are given to eliminate the causes of failures of measuring equipment. The developed model of quality control of measuring equipment with the use of statistical methods is presented.

Key words: measuring equipment, failure, control map, quality, measuring instrument, Pareto diagram, Ishikawa diagram.

About authors:

MUKHAMETOVA, El'vira KHafizovna, postgraduate student 2 year, Ufa state aviation technical University.

KHASANOVA, Natal'ya Vladimirovna, Associate Professor, Dept. of Technical cybernetics.