

УДК 656.658.348

Чешагорова Ю.Б.,

аспирант, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Омский государственный технический университет», Омск,  
Россия, [pss.otm@mail.ru](mailto:pss.otm@mail.ru)

Cheshagorova Yu.B.,

Postgraduate Student, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education  
Omsk State Technical University, Omsk, Russia, [pss.otm@mail.ru](mailto:pss.otm@mail.ru)

Научный руководитель: Алешков Д.С., Алешков Денис Сергеевич, доктор  
технических наук, доцент, профессор кафедры «Промышленная безопасность и  
экология».

Scientific supervisor: Aleshkov D.S., Aleshkov Denis Sergeevich, Doctor of Technical  
Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Industrial Safety and Ecology.

## ПРИМЕНЕНИЕ ДИАГРАММЫ ИСИКАВЫ ПРИ РАССМОТРЕНИИ ПОЛНОТЫ СОБЫТИЙ В ДЕРЕВЕ ОТКАЗОВ USING THE ISHIKAWA DIAGRAM TO CONSIDER THE COMPLETENESS OF EVENTS IN A FAULT TREE

**Аннотация.** Проблема неполноты сценариев при построении дерева отказов для причин несчастных случаев, а также обеспечение полноты учёта предпосылок при построении дерева отказов может быть решена с помощью диаграммы Исикавы. Целью проведенного исследования является оценка полноты построенного дерева событий причин возникновения несчастного случая с помощью диаграммы Исикавы. При исследовании было построено дерево отказов для несчастного случая, причиной которого явился отказ дизельной мотопомпы в трудовой деятельности спасателя. Полученные результаты могут быть практически применимы специалистами по охране труда в процессе осуществления требований законодательства в части риск-ориентированного подхода в охране труда при построении дерева отказов.

**Ключевые слова:** профессиональный риск, риск-ориентированный подход, дерево отказов, диаграмма Исикавы, несчастный случай

В данной статье рассмотрена оценка степени полноты раскрытия несчастного случая, произошедшего при использовании дизельной мотопомпы, в дереве отказов (рис.1). Для этого была использована диаграмма Исикавы. В статье [1] рассмотрены корреляционные исследования влияния причин несчастных случаев на число пострадавших работников с учетом степени тяжести повреждения их здоровья с помощью использования диаграммы Исикавы. Причины наступления несчастных случаев, как и обстоятельства, приводящие к ним были рассмотрены в статье [2].

Описание конкретных методов или методологии исследования, материалов и процедуры, анализ данных.

В статье [3] описан метод использования дерева отказов, однако не исключен следующий факт: построить дерево отказов можно настолько полно и детализированно, насколько детально предоставлены исходные модели элементов и описание систем. Исходя из вышесказанного следует что дерево событий изначально не представляет собой всестороннего обзора выявленных факторов несчастных случаев. С целью детального анализа корневых причин риска возникновения несчастного случая была построена диаграмма Каору Исикавы (рис.2). Данная диаграмма представляет собой укрупненную схему взаимосвязей, так как при ее составлении факторы, на которые невозможно повлиять, а также малозначительные факторы не принимаются к учету.

Выявлены факторы и причины, которые могут привести к несчастному случаю при работе с дизельной мотопомпой.

В ходе рассмотрения работ [4,5] были выделены следующие исследуемые блоки, которые и послужили основой для построения настоящей диаграммы:

- Управление;
- Человеческий фактор;
- Ресурсы;
- Оборудование;
- Процесс;
- Среда.

События нижних иерархических уровней были распределены по блокам диаграммы Исикавы.

В логической бинарной схеме событий  $N=18$  базовых причин среднее количество событий в диаграмме Исикавы равно  $N_{cp}=3$ . Максимальное число событий попало в блок «Человеческий фактор» равное  $N_{max}=5$ , минимальное число событий в блоке среда  $N_{min}=1$  событие.

Блок «Человеческий фактор» имеет большее число выявленных базовых событий, относительно прочих блоков. Данный факт обоснован тем, что «Человеческий фактор» невозможно подвести под единый алгоритм работы в отличие от машин и механизмов. При использовании агрегата учтены возможные конструктивные недостатки так же как и возможные аварийные ситуации, всё это прописано в руководствах пользователя, правилах эксплуатации оборудования, а также инструкциях по охране труда. В следствие того, что мотопомпа является оборудованием, которое используется в оперативном режиме можно спрогнозировать возникновение внештатных ситуаций с оборудованием, но не с человеком.

При рассмотрении несчастного случая, как результата взаимодействия работника и агрегата в блоке «Среда» имеет место быть только один фактор- неблагоприятные климатические условия. Эта особенность малочисленных событий в низших иерархических уровнях связана с условиями эксплуатации. При неблагоприятных климатических условиях существует вероятность неверной установки даже при исключении факторов, указанных с остальных блоках. Рассматриваемое оборудование в работе пожарного используется исключительно на открытой местности (вне зданий, помещений). Вес дизельной мотопомпы может варьироваться от 20 до 80 кг и выше. При неблагоприятных климатических условиях установка агрегата и взаимодействие с ним усложняются из чего и следует что «неблагоприятные климатические условия» являются единственно важным фактором в блоке «Среда».

В ходе проведенных исследований было составлено дерево отказов для явного визуального восприятия причинно-следственных связей между стажем работников, их возрастом и производственным травматизмом на примере отказа дизельной мотопомпы. Подтверждается влияние возраста и стажа работника на уровень производственного травматизма. Стаж и возраст имеет место быть, а также можно считать дерево достаточно полным, в связи с тем, что указанные в дереве отказов события содержаться во всех блоках построенной диаграммы. Однако блок «Среда» содержит слишком мало событий: требуется дополнительная проработка данного блока.

Основные выводы, практическая значимость проведенного исследования и направление будущих исследований.

Таким образом комбинация этих методов может быть полезна специалисту по охране труда при работе с риск-ориентированным подходом. Комбинация позволяет оценить полноту факторов, выявленных при рассмотрении причин возникновения несчастного случая.

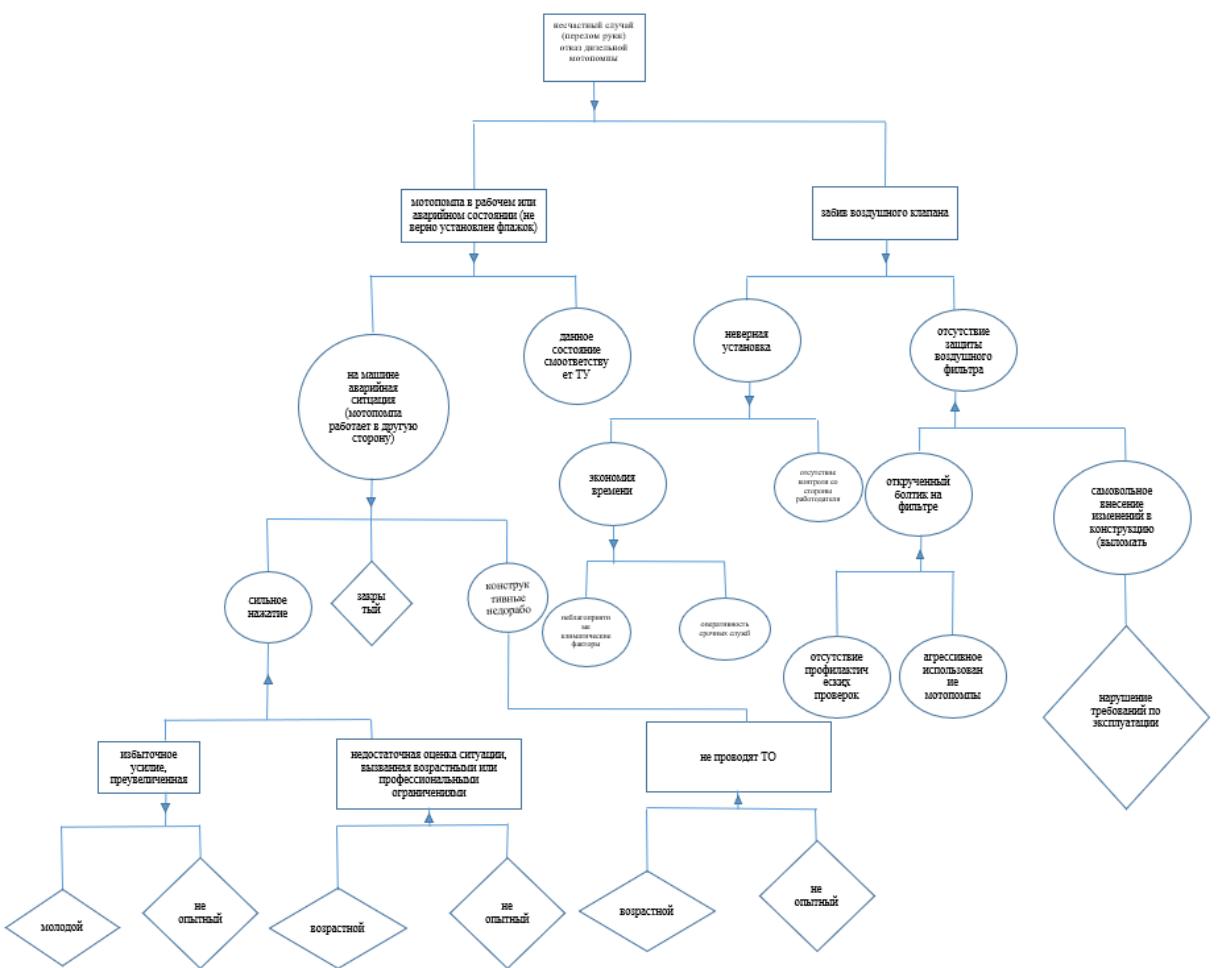


Рис. 1. Дерево отказов

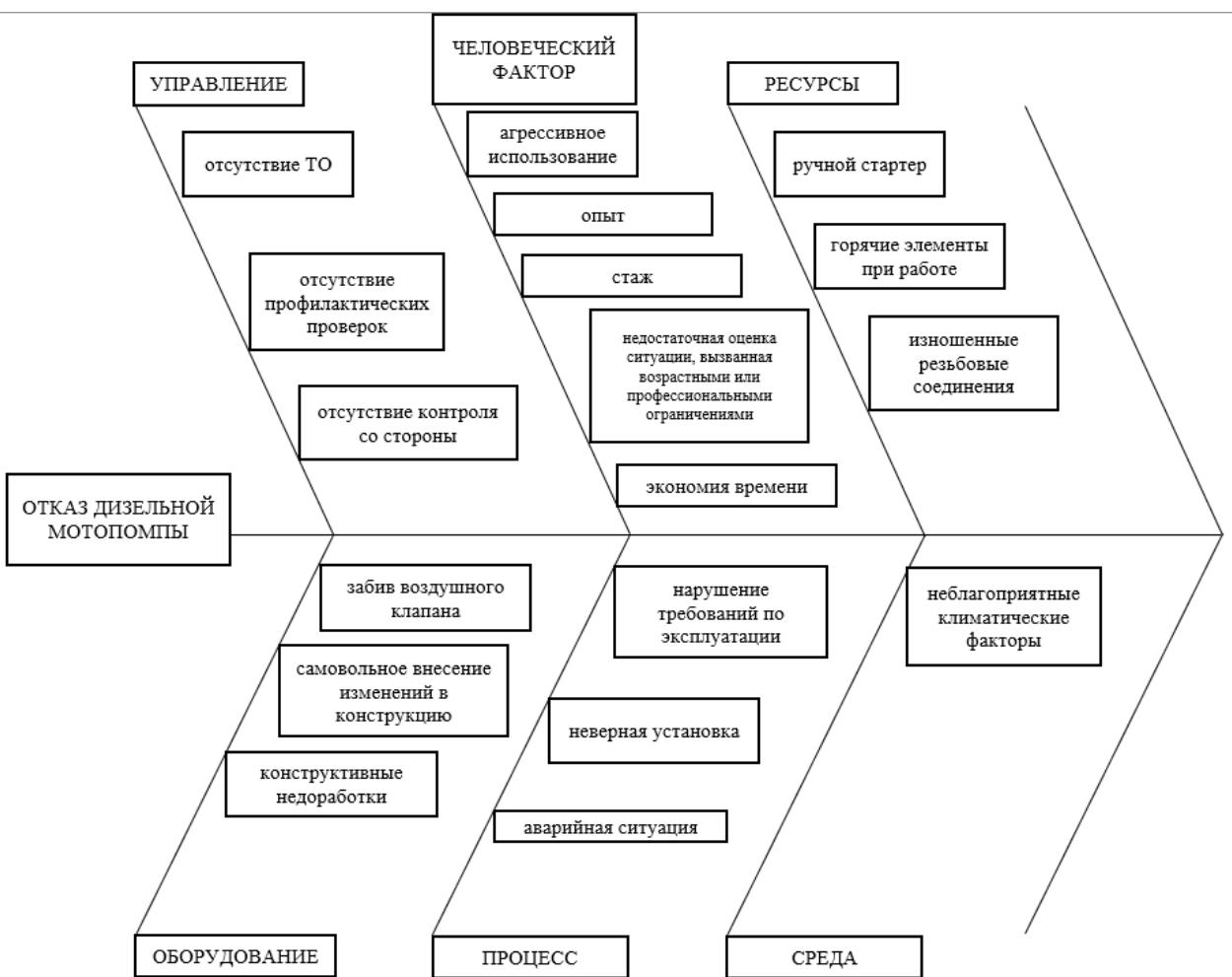


Рис. 2. Диаграмма Исиакавы

#### Список литературы

- Филипова, Н. С. Анализ влияния коренных причин несчастных случаев на статистические показатели производственного травматизма на объектах ТЭК / Н. С. Филипова, А. Т. Волохина, Е. В. Глебова // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2022. – № 5(308). – С. 17-22. – DOI 10.33285/2411-7013-2022-5(308)-17-22. – EDN HQVWWS.
- Гаранин, М. А. Корреляционное исследование влияния причин несчастных случаев на статистические показатели производственного травматизма / М. А. Гаранин, Ю. В. Дементьева // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2017. – Т. 14, № 3. – С. 501-512. – EDN ZITFJD.
- Гончарова, Ю. А. Метод анализа рисков отказов оборудования / Ю. А. Гончарова // Научно-исследовательский центр "Technical Innovations". – 2022. – № 9-1. – С. 132-135. – EDN BVZHOU.
- Левин, А. Д. Проблема человеческого фактора в авиации на примере диаграммы Исиакавы / А. Д. Левин // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2024. – № 2-2(89). – С. 132-136. – DOI 10.24412/2500-1000-2024-2-2-132-136. – EDN XNXGOU.
- Осиповская, И. В. Причинно-следственный анализ как основа подготовки эффективных управленческих решений / И. В. Осиповская // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 3(140). – С. 1056-1060. – DOI 10.34925/EIP.2022.140.03.200. – EDN NMVAMT.

### References

1. Filipova, N. S. Analysis of the Impact of the Root Causes of Accidents on the Statistical Indicators of Industrial Injuries at Fuel and Energy Complex Facilities / N. S. Filipova, A. T. Volokhina, and E. V. Glebova // Environmental Protection in the Oil and Gas Complex. – 2022. – No. 5(308). – Pp. 17-22. – DOI 10.33285/2411-7013-2022-5(308)-17-22. – EDN HQVWWS.
2. Garanin, M. A. Correlation study of the impact of accident causes on statistical indicators of industrial injuries / M. A. Garanin, Yu. V. Dementyeva // Izvestiya of the St. Petersburg Transport University. – 2017. – Vol. 14, No. 3. – Pp. 501-512. – EDN ZITFJD.
3. Goncharova, Yu. A. The method of equipment failure risk analysis / Yu. A. Goncharova // Research Center "Technical Innovations". – 2022. – No. 9-1. – Pp. 132-135. – EDN BVZHOV.
4. Levin, A. D. The Problem of the Human Factor in Aviation: An Example of the Ishikawa Diagram / A. D. Levin // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2024. – No. 2-2(89). – Pp. 132-136. – DOI 10.24412/2500-1000-2024-2-2-132-136. – EDN XNXGOU.
5. Osnovskaya, I. V. Causal Analysis as a Basis for Preparing Effective Management Decisions / I. V. Osnovskaya // Economics and Entrepreneurship. – 2022. – No. 3(140). – Pp. 1056-1060. – DOI 10.34925/EIP.2022.140.03.200. – EDN NMVAMT.