

DOI: 10.25558/VOSTNII.2024.75.98.007

УДК 331.45

© В.В. Кулешов, 2024

**В.В. КУЛЕШОВ**

старший преподаватель

Омский государственный технический

университет, г. Омск

e-mail: vmvvk@mail.ru



## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА И УРОВНЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ

*В работе рассмотрен переход от традиционных методов снижения производственного травматизма на более совершенные «инструменты». Для этих целей проведён анализ влияния уровня культуры безопасности и человеческого фактора на состояние условий и охраны труда. В результате проведённого анализа научной литературы представлены основные положительные направления влияния «зрелой» культуры безопасности, а также негативного влияния низкого уровня культуры безопасности в организации. Наряду с этим приведены сведения негативного влияния человеческого фактора на производственный травматизм. На основе проведённого исследования наглядно представлена взаимосвязь культуры безопасности и человеческого фактора, а также их влияние на возникновение инцидентов и несчастных случаев. Предложен метод для управления человеческим фактором, который позволит снизить уровень производственного травматизма.*

Ключевые слова: ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР, КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ, ПРЕВЕНТИВНЫЕ ИНДИКАТОРЫ, НЕСЧАСТНЫЙ СЛУЧАЙ, СОСТОЯНИЕ УСЛОВИЙ И ОХРАНЫ ТРУДА.

### ВВЕДЕНИЕ

Несоответствующие нормативным требованиям условия охраны труда и, как следствие, несчастные случаи на производстве остаются серьёзной проблемой во всем мире и оказывают существенное влияние на прибыль предприятий и экономику в целом [1]. Известно, что возникновение несчастного случая является цепной реакцией множества неблагоприятных событий подобно теории домино Хейнриха [2]. Люди, которые работают на высокоаварийных рабочих местах с высоким уровнем профессионального риска, подвержены неблагоприятным влияниям различных производственных факторов, но их опасное поведение также является существенной причиной несчастных случаев [3]. В связи с этим отметим, что на

сегодняшний день человеческий фактор (ЧФ) является основной причиной производственного травматизма, степень влияния которого по разным оценкам составляет от 60 до 90 %. Следовательно, для обеспечения безопасности жизни и здоровья человека на производстве, важно применять эффективные инструменты и мероприятия, которые позволят учесть и снизить негативное влияние ЧФ на состояние условий и охраны труда в организации. Для этого важно рассматривать всю систему в целом и то, как изменения, внесенные в одну часть системы, могут повлиять на другие ее части.

В связи с тем, что в настоящее время чаще всего применяется концепция «реактивного подхода» — работа по устранению только поверхностных причин, которые уже привели

к происшествию [4], перейти к более эффективной системе управления состоянием условий и охраны труда является труднодостижимой задачей. Авторы [5] утверждают, что реактивный подход вряд ли позволит обеспечить какую-либо защиту от инцидентов и несчастных случаев на рабочем месте. Однако, на сегодняшний день возрастает интерес к концепции культуры безопасности как средству снижения потенциала крупномасштабных аварий [6]. Одно из важных преимуществ данной концепции — это фокусировка на коренных причинах аварий и несчастных случаев, а не на их симптомах, что приводит к более эффективной стратегии их предотвращения [7]. Так, реализация концепции «культуры безопасности» как системного подхода к мониторингу, идентификации и анализу профессиональных рисков работников, обеспечивает возможность перехода от «реактивного» типа управления безопасностью труда к «проактивному», т.е. к превентивным мероприятиям [8]. Это позволит прийти к обеспечению высокопроизводительного производства, при этом сохраняя низкий уровень травматизма и профессиональных заболеваний.

Таким образом, в настоящее время одними из самых распространённых и обсуждаемых тем среди научного сообщества и практиков в сфере охраны труда являются влияние ЧФ и культуры безопасности на производственный травматизм. В связи с этим, целью настоящей статьи является проведение исследования для установления взаимосвязи между ними.

В первую очередь, выделим позитивное влияние культуры безопасности на предприятиях. Согласно утверждению авторов, которые проводили исследование коренных причины аварий на угольных шахтах, культура безопасности является важнейшим фактором, влияющим на состояние безопасности на предприятии, что обеспечивает глобальную характеристику некоторых общих поведенческих предпосылок возникновения катастроф и аварий в социально-технических системах высокого риска [9]. С. В. Frazier и др. отмечают, что позитивная культура

безопасности позволяет предотвратить связанные с работой травмы и крупные аварии [10]. Т. С. Абдельхамид и Дж. Г. Эверетт, проводившие анализ по выявлению коренных причин аварий в строительной индустрии, утверждают, что культура безопасности фокусируется на коренных причинах аварий, что приводит к более эффективной стратегии предотвращения аварий [7]. Авторы [11] отмечают, что для обеспечения высокопроизводительного производства и сохранения низкого уровня травматизма и профессиональных заболеваний необходимо повышать уровень культуры безопасности. Наряду с этим, зрелая культура безопасности является важным элементом для обеспечения эффективных показателей безопасности, особенно в снижении числа несчастных случаев, а также одним из наиболее эффективных и системных способов снижения уровня травматизма и профессиональных заболеваний [12–14]. Также отметим, что культура безопасности повышает правильное отношение и мотивацию персонала к собственной безопасности и безопасности других [13], а также положительно влияет на все сферы производственного процесса и взаимоотношения между людьми [15].

В тоже время существует обратная сторона, когда в организации имеет место низкий уровень культуры безопасности. Среди элементов её негативного влияния на производстве следует выделить следующие:

- наблюдается снижение приверженности руководителей и вовлечённости работников [16];
- оказывается прямое негативное влияние на управление состоянием условий и охраны труда [15];
- подрывается функционирование системы управления безопасностью, является сопутствующим фактором в возникновении аварий и катастроф [17];
- снижается эффективность работы сотрудников и их реакция на потенциальные риски на рабочем месте [18].

Таким образом, согласно проведённому анализу следует, что повышение уровня культуры безопасности в организации

является важным процессом в снижении травматизма.

Следующим элементом настоящего исследования является ЧФ. Согласно мнению различных авторов, на него приходится от 70 до 90 % причин несчастных случаев, нарушений требований безопасности при выполнении технологического процесса, а также ненадлежащая эксплуатация опасных производственных объектов [19–22]. К. Галлахер, Э. Андерхилл и М. Риммер утверждают, что учёт ЧФ является важнейшим элементом при обеспечении эффективности охраны труда [23]. С. Чоу и Ф. Лейте, проводившие исследование с целью создания модели формирования и контроля риска безопасности, отмечают, что многие модели причинно-следственной связи несчастных случаев фокусируются на поведении работников, т.е. ЧФ [24].

Человеческие ошибки могут возникать во всех видах человеческой деятельности в рамках организации, в том числе на управленческом, концептуальном или техническом уровнях [25]. Р. Е. Love и А. S. Sohal утверждают, что человеческие ошибки могут привести к получению брака продукции, увеличению затрат, задержкам в составлении графиков, нарушению экологической безопасности, что в итоге негативно сказывается на эффективности проекта [26]. Расходы, понесенные в результате несчастных случаев из-за человеческих ошибок в процессе работ, составляют значительную часть скрытых расходов (косвенных затрат), а неспособность учесть эти риски и ненадлежащее управление ЧФ ставят под угрозу долгосрочный успех проекта [27].

Таким образом, приведённые выше сведения подтверждают, что для снижения уровня производственного травматизма культура безопасности и ЧФ играют важную роль. М. Н. Тихонов утверждает, что существует тесная связь между уровнем культуры безопасности и влиянием ЧФ [28]. Согласно мнению авторов, их следует рассматривать с точки зрения социально-технических систем [29]. Behari N. утверждает, что проводить оценку уровня культуры безопасности

важно при использовании многомерного подхода, который учитывает ЧФ [30]. При этом, низкий уровень культуры безопасности, образ мышления и поведение работников могут быть причиной того, что человек сам является источником опасности [19]. Наряду с этим, приведём ещё несколько мнений авторов, которые в своих работах выделяют тесную взаимосвязь между уровнем культуры безопасности и состоянием ЧФ:

- для снижения несчастных случаев следует обратить внимание на управление ЧФ, и решением данного вопроса является формирование и развитие культуры безопасности [31];

- ЧФ влияет на травматизм; культура безопасности влияет на ЧФ [20];

- ненадлежащая культура безопасности является одним из важнейших факторов возникновения несчастных случаев на производстве, вызванных человеческими ошибками [25];

- для повышения безопасности при одновременном снижении влияния ЧФ необходимо повышать уровень культуры безопасности [32];

- ЧФ является причиной человеческих ошибок и оказывает влияние на формирование культуры безопасности на рабочем месте и последующую возможность возникновения несчастных случаев [14].

Согласно проведённому исследованию отметим, что на сегодняшний день направления деятельности по повышению уровня культуры безопасности и снижению негативного влияния ЧФ являются передовыми. Согласно проведённому анализу научной литературы, можно проследить связь между культурой безопасности и ЧФ, а также отметить, что одной из основных причин травматизма является ЧФ. При этом, низкий уровень культуры безопасности способствует росту уровня производственного травматизма. Следовательно, при повышении уровня культуры безопасности, который связан с различными сферами производственной деятельности и ЧФ, негативное влияние последнего на возникновение несчастных случаев снижается.

Согласно проведённому исследованию, на рис. 1 наглядно показана взаимосвязь между культурой безопасности и ЧФ. Следовательно, управляя даже одним из них, появляется возможность воздействовать на другой. При этом, управление негативным воздействием ЧФ на уровень производственного травматизма является сложным и малоизученным процессом. В связи с этим, предлагается использовать одно из действенных направлений в настоящее время, основанное на применении превентивных индикаторов. С их помощью появляется возможность управлять уровнем культуры безопасности, которая взаимосвязана с показателями безопасности [33]. Это позволит перейти от традиционных методов снижения производственного травматизма (реагирование на уже случившиеся аварии, инциденты и несчастные случаи) к более совершенным «инструментам», которые позволяют заблаговременно прогнозировать возможные инциденты, аварии и несчастные случаи. Так, благодаря использованию превентивных индикаторов появляется возможность не только производить оценку и мониторинг текущего,

но и, управляя их показателями, повышать состояние условий и охраны труда, уровня культуры безопасности, а, следовательно, и снижать негативное влияние ЧФ, что позволит снизить уровень производственного травматизма. Для этих целей предлагается использовать разработанную авторскую классификацию и характеристику превентивных индикаторов [34].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее исследование позволило подтвердить взаимосвязь между культурой безопасности и ЧФ, которые в настоящее время являются одними из часто обсуждаемых элементов системы управления состоянием условий и охраны труда. Полученные результаты исследования открывают одно из направлений для управления негативным влиянием ЧФ, необходимое для снижения уровня травматизма. Оно основано на применении превентивных индикаторов безопасности. Данное направление позволяет перейти от концепции «реактивного подхода», основанной на реагировании на уже произошедшие инциденты, аварии

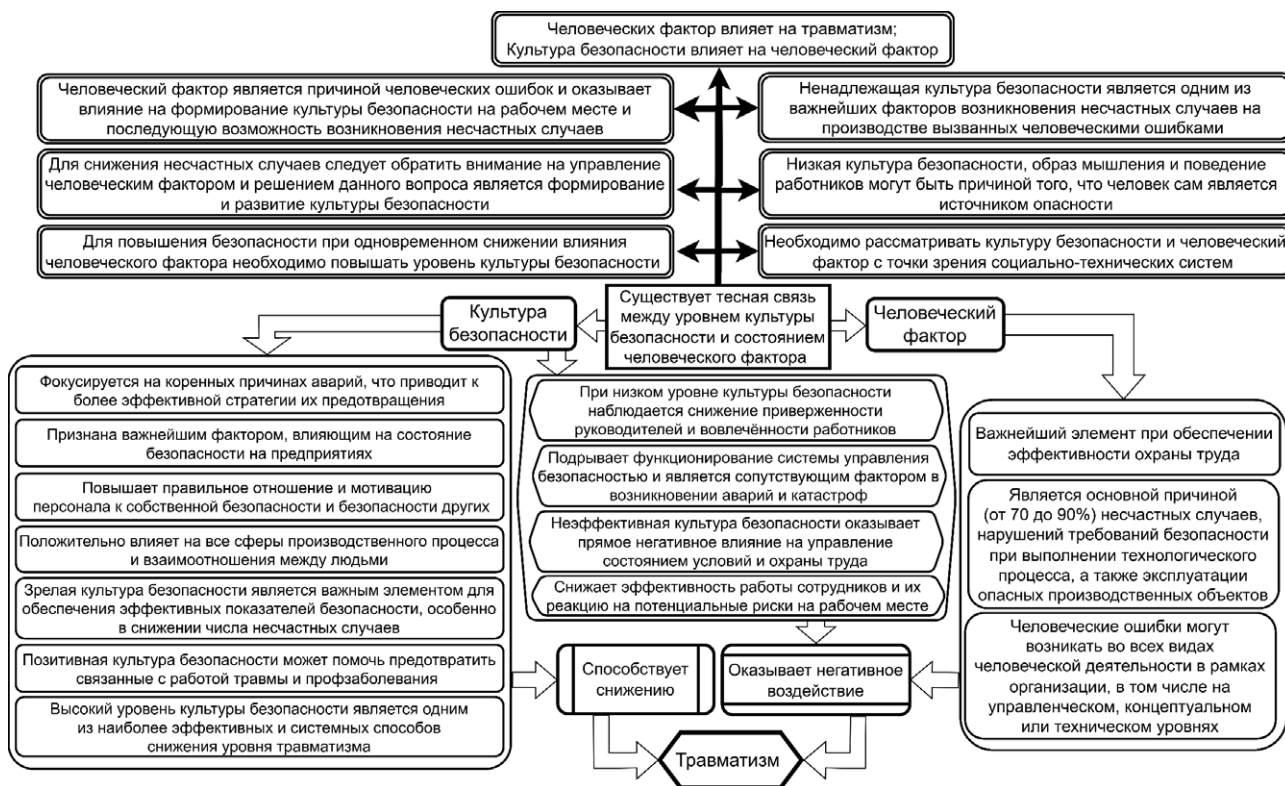


Рис. 1. Связь между культурой безопасности и человеческим фактором



и несчастные случаи, к более эффективной системе управления состоянием условий и охраны труда. Благодаря применению превентивных индикаторов появляется возможность заблаговременно выявлять «слабые» места в обеспечении безопасности и организации охраны труда. Для этих целей была разработана их классификация и описание каждого из индикаторов [34]. Это позволит управлять уровнем культуры безопасности, которая тесно взаимосвязана с негативным влиянием ЧФ. В свою очередь, появляется возможность своевременно разрабатывать и внедрять превентивные

мероприятия, которые позволяют предотвратить нежелательные события, которые могут привести как к незначительным инцидентам и микротравмам, так и к серьезным авариям и травмам людей с различной степенью тяжести. Следовательно, эти элементы позволяют в организациях любой сферы деятельности эффективно управлять состоянием условий и охраны труда, проводя анализ и мониторинг состояния превентивных индикаторов и на этой основе внедрять превентивные мероприятия для повышения безопасности и снижения уровня производственного травматизма.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Shabbir M., Haider S. Do entrepreneurial orientation and size of enterprise influence the performance of micro and small enterprises? A study on mediating role of innovation // *Management Science Letters*. 2018. Vol. 8. No. 10. P. 1015–1026.
2. Fu G. [et al.] Analysis of an explosion accident at Dangyang Power Plant in Hubei, China: Causes and lessons learned // *Safety Science*. 2018. Vol. 102. P. 134–143.
3. Wang X. [et al.] Analysis of Factors Influencing Miners' Unsafe Behaviors in Intelligent Mines using a Novel Hybrid MCDM Model // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. Vol. 19. No. 12. P. 7368.
4. Гумбатов В. Г., Иващенко Г. И. Современный подход к проблеме несчастных случаев на работе // *Тенденции развития науки и образования*. 2021. № 70–6. С. 98–101.
5. Asad M., Chethiyar S. D. M., Ali A. Total Quality Management, Entrepreneurial Orientation, and Market Orientation: Moderating Effect of Environment on Performance of SMEs // *Total Quality Management*. 2020. Vol. 14. No. 1. P. 102–108.
6. Cooper Ph.D. M. D. Towards a model of safety culture // *Safety Science*. 2000. Vol. 36. No. 2. P. 111–136.
7. Abdelhamid T. S., Everett J. G. Identifying root causes of construction accidents // *Journal of construction engineering and management*. 2000. Vol. 126. No. 1. P. 52–60.
8. Карначёв И. П. [и др.] Роль и задачи статистики производственного травматизма в обеспечении безопасности труда работников горной промышленности России // *Известия Тульского государственного университета. Науки о земле*. 2019. № 3. С. 81–97.
9. Zhang J. [et al.] Root causes of coal mine accidents: Characteristics of safety culture deficiencies based on accident statistics // *Process Safety and Environmental Protection*. 2020. Vol. 136. P. 78–91.
10. Frazier C. B. [et al.] A hierarchical factor analysis of a safety culture survey // *Journal of Safety Research*. 2013. Vol. 45. P. 15–28.
11. Виноградова О. В. Ошибки человека как фактор производственного риска в горнодобывающей промышленности // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2020. № 6–1. С. 137–145.
12. Stemn E. [и др.] Examining the relationship between safety culture maturity and safety performance of the mining industry // *Safety Science*. 2019. Vol. 113. P. 345–355.
13. Martynova V. A., Idrisova K. R., Egorov D. V. The influence of the human factor on the level of safety culture in the organization // *East European Science Journal*. 2018. Vol 4–1 (32). P. 47–50.
14. Tetzlaff E. J. [et al.] Safety culture: a retrospective analysis of occupational health and safety mining reports // *Safety and Health at Work*. 2021. Vol. 12. No. 2. P. 201–208.

15. Tau S. Analyzing the Impact that Lack of Supervision Has on Safety Culture and Accident Rates as a Proactive Approach to Curbing the South African Railway Industry's High Incident Occurrence Rate // *Advances in Social & Occupational Ergonomics*. Springer, 2017. P. 189–197.
16. Morrow S.L., Koves G. Kenneth, Barnes V. E. Exploring the relationship between safety culture and safety performance in U.S. nuclear power operations: PSAM11 — ESREL 2012 // *Safety Science*. 2014. Vol. 69. P. 37–47.
17. Zwetsloot G. [et al.] Ranking of process safety cultures for risk-based inspections using indicative safety culture assessments // *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2020. Vol. 64. P. 104065.
18. Guastello S. J., Gershon R. R., Murphy L. R. Catastrophe model for the exposure to blood-borne pathogens and other accidents in health care settings // *Accident Analysis & Prevention*. 1999. Vol. 31. No. 6. P. 739–749.
19. Aleksandrov A., Devisilov V., Ivanov M. A Role of Education System in Creation of Safety Culture // *Chemical Engineering Transactions*. 2016. Vol. 53. P. 211–216.
20. Shuen Y.S., Wahab S. R.A. The Mediating Effect of Safety Culture on Safety Communication and Human Factor Accident at the Workplace // *Asian Social Science*. 2016. Vol. 12. No. 12. P. 127–142.
21. Бакико Е. В. [и др.] Применение структурной многокомпонентной модели управления влиянием человеческого фактора на профессиональный риск // *Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности*. 2021. № 4. С. 55–66.
22. Ворошилов С. П. [и др.] Формирование личной системы управления охраной труда с учетом человеческого фактора // *Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности*. 2022. № 4. С. 20–28.
23. Gallagher C., Underhill E., Rimmer M. Occupational safety and health management systems in Australia: barriers to success // *Policy and Practice in Health and Safety*. 2003. Vol. 1. No. 2. P. 67–81.
24. Choe S., Leite F. Transforming inherent safety risk in the construction Industry: A safety risk generation and control model // *Safety Science*. 2020. Vol. 124. P. 104594.
25. Chan D.W.M., Baghbaderani A. B., Sarvari H. An Empirical Study of the Human Error-Related Factors Leading to Site Accidents in the Iranian Urban Construction Industry // *Buildings*. 2022. Vol. 12. No. 11. P. 1858.
26. Love P. E., Sohal A. S. Capturing rework costs in projects // *Managerial Auditing Journal*. 2003. Vol. 18. № 4. P. 329–339.
27. Kyriakidis M. [et al.] The indirect costs assessment of railway incidents and their relationship to human error—the case of signals passed at danger // *Journal of Rail Transport Planning & Management*. 2019. Vol. 9. P. 34–45.
28. Тихонов М. Н. Человеческий фактор и культура безопасности на ядерных объектах // *Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук*. 2014. № 2. С. 10–18.
29. Corrigan S. [et al.] Human factors & safety culture: Challenges & opportunities for the port environment // *Safety Science*. 2020. Vol. 125. P. 103854.
30. Behari N. Assessing process safety culture maturity for specialty gas operations: A case study // *Process Safety and Environmental Protection*. 2019. Vol. 123. P. 1–10.
31. Aronov I.Z., Rybakova A. M., Galkina N. M. The Question of Analyzing System Safety with Consideration to Human Factor // *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*. 2021. Vol. 6. No. 1. P. 244.
32. Konovalov Y.V., Kuznetsova N. V. The role of human factor in ensuring the safety of electric power objects after their intellectualization // 2016 11th International Forum on Strategic Technology (IFOST) 2016 11th International Forum on Strategic Technology (IFOST). 2016. P. 379–381.
33. Asad M. [et al.] Synergetic effect of safety culture and safety climate on safety performance in SMEs: does transformation leadership have a moderating role? // *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 2022. Vol. 28. No. 3. P. 1858–1864.

34. Кулешов В.В., Сердюк В. С. Разработка классификации превентивных индикаторов культуры безопасности // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. 2022. № 1. С. 1–80.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2024.75.98.007

UDC 331.45

© V. V. Kuleshov, 2024

V. V. KULESHOV

Senior Lecturer

Omsk State Technical University, Omsk

e-mail: vmvkv@mail.ru

### ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE HUMAN FACTOR AND THE LEVEL OF SAFETY CULTURE ON OCCUPATIONAL INJURIES

*The work considers the transition from traditional methods of reducing occupational injuries to more advanced «tools». For these purposes, an analysis of the impact of the level of safety culture and the human factor on the state of working conditions and labor protection was carried out. As a result of the analysis of the scientific literature, the main positive directions of influence of the «mature» safety culture, as well as the negative impact of the low level of safety culture in the organization, are presented. Along with this, information on the negative impact of the human factor on industrial injuries is given. Based on the study, the relationship between the safety culture and the human factor, as well as their impact on the occurrence of incidents and accidents, is clearly presented. Disclosed is a method for controlling a human factor, which will reduce the level of industrial injuries.*

Keywords: HUMAN FACTOR, SAFETY CULTURE, OCCUPATIONAL INJURIES, PREVENTIVE INDICATORS, ACCIDENT, CONDITION AND OCCUPATIONAL SAFETY.

### REFERENCES

1. Shabbir M., Haider S. Do entrepreneurial orientation and size of enterprise influence the performance of micro and small enterprises? A study on mediating role of innovation // Management Science Letters. 2018. Vol. 8. No. 10. P. 1015–1026.
2. Fu G. [et al.] Analysis of an explosion accident at Dangyang Power Plant in Hubei, China: Causes and lessons learned // Safety Science. 2018. Vol. 102. P. 134–143.
3. Wang X. [et al.] Analysis of Factors Influencing Miners' Unsafe Behaviors in Intelligent Mines using a Novel Hybrid MCDM Model // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022. Vol. 19. No. 12. P. 7368.
4. Gumbatov V. G., Ivashchenko G. I. A modern approach to the problem of accidents at work // Trends in the development of science and education [Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya]. 2021. No. 70–6. P. 98–101. [In Russ].
5. Asad M., Chethiyar S.D.M., Ali A. Total Quality Management, Entrepreneurial Orientation, and Market Orientation: Moderating Effect of Environment on Performance of SMEs // Total Quality Management. 2020. Vol. 14. No. 1. P. 102–108.
6. Cooper Ph.D. M.D. Towards a model of safety culture // Safety Science. 2000. Vol. 36. No. 2. P. 111–136.
7. Abdelhamid T. S., Everett J. G. Identifying root causes of construction accidents // Journal of construction engineering and management. 2000. Vol. 126. No. 1. P. 52–60.
8. Karnachev I. P. [et al.] The role and tasks of occupational injury statistics in ensuring the safety of workers in the mining industry of Russia // Proceedings of Tula State University. Earth Sciences [Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o zemle]. 2019. No. 3. P. 81–97. [In Russ].

9. Zhang J. [et al.] Root causes of coal mine accidents: Characteristics of safety culture deficiencies based on accident statistics // *Process Safety and Environmental Protection*. 2020. Vol. 136. P. 78–91.
10. Frazier C. B. [et al.] A hierarchical factor analysis of a safety culture survey // *Journal of Safety Research*. 2013. Vol. 45. P. 15–28.
11. Vinogradova O. V. Human errors as an industrial risk factor in the mining industry // *Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal) [Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal)]*. 2020. No. 6–1. P. 137–145. [In Russ].
12. Stemn E. [и др.] Examining the relationship between safety culture maturity and safety performance of the mining industry // *Safety Science*. 2019. Vol. 113. P. 345–355.
13. Martynova V. A., Idrisova K. R., Egorov D. V. The influence of the human factor on the level of safety culture in the organization // *East European Science Journal*. 2018. Vol 4–1 (32). P. 47–50.
14. Tetzlaff E. J. [et al.] Safety culture: a retrospective analysis of occupational health and safety mining reports // *Safety and Health at Work*. 2021. Vol. 12. No. 2. P. 201–208.
15. Tau S. Analyzing the Impact that Lack of Supervision Has on Safety Culture and Accident Rates as a Proactive Approach to Curbing the South African Railway Industry’s High Incident Occurrence Rate // *Advances in Social & Occupational Ergonomics*. Springer, 2017. P. 189–197.
16. Morrow S.L., Koves G. Kenneth, Barnes V. E. Exploring the relationship between safety culture and safety performance in U.S. nuclear power operations: PSAM11 – ESREL 2012 // *Safety Science*. 2014. Vol. 69. P. 37–47.
17. Zwetsloot G. [et al.] Ranking of process safety cultures for risk-based inspections using indicative safety culture assessments // *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2020. Vol. 64. P. 104065.
18. Guastello S. J., Gershon R. R., Murphy L. R. Catastrophe model for the exposure to blood-borne pathogens and other accidents in health care settings // *Accident Analysis & Prevention*. 1999. Vol. 31. No. 6. P. 739–749.
19. Aleksandrov A., Devisilov V., Ivanov M. A Role of Education System in Creation of Safety Culture // *Chemical Engineering Transactions*. 2016. Vol. 53. P. 211–216.
20. Shuen Y.S., Wahab S.R.A. The Mediating Effect of Safety Culture on Safety Communication and Human Factor Accident at the Workplace // *Asian Social Science*. 2016. Vol. 12. No. 12. P. 127–142.
21. Bakiko E. V. [et al.] Application of a structural multicomponent model for managing the influence of the human factor on occupational risk // *Bulletin of the Scientific Center for Work Safety in the coal industry [Vestnik Nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoy promyshlennosti]*. 2021. No. 4. P. 55–66. [In Russ].
22. Voroshilov S. P. [et al.] Formation of a personal occupational safety management system taking into account the human factor // *Bulletin of the Scientific Center for Work Safety in the coal industry [Vestnik Nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoy promyshlennosti]*. 2022. No. 4. P. 20–28. [In Russ].
23. Gallagher C., Underhill E., Rimmer M. Occupational safety and health management systems in Australia: barriers to success // *Policy and Practice in Health and Safety*. 2003. Vol. 1. No. 2. P. 67–81.
24. Choe S., Leite F. Transforming inherent safety risk in the construction Industry: A safety risk generation and control model // *Safety Science*. 2020. Vol. 124. P. 104594.
25. Chan D.W.M., Baghbaderani A. B., Sarvari H. An Empirical Study of the Human Error-Related Factors Leading to Site Accidents in the Iranian Urban Construction Industry // *Buildings*. 2022. Vol. 12. No. 11. P. 1858.
26. Love P. E., Sohal A. S. Capturing rework costs in projects // *Managerial Auditing Journal*. 2003. Vol. 18. № 4. P. 329–339.



27. Kyriakidis M. [et al.] The indirect costs assessment of railway incidents and their relationship to human error-the case of signals passed at danger // *Journal of Rail Transport Planning & Management*. 2019. Vol. 9. P. 34–45.
28. Tikhonov M. N. The human factor and safety culture at nuclear facilities // *Bulletin of Education and Development of Science of the Russian Academy of Natural Sciences [Vestnik obrazovaniya i razvitiya nauki Rossiyskoy akademii yestestvennykh nauk]*. 2014. No. 2. P. 10–18. [In Russ].
29. Corrigan S. [et al.] Human factors & safety culture: Challenges & opportunities for the port environment // *Safety Science*. 2020. Vol. 125. P. 103854.
30. Behari N. Assessing process safety culture maturity for specialty gas operations: A case study // *Process Safety and Environmental Protection*. 2019. Vol. 123. P. 1–10.
31. Aronov I. Z., Rybakova A. M., Galkina N. M. The Question of Analyzing System Safety with Consideration to Human Factor // *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*. 2021. Vol. 6. No. 1. P. 244.
32. Konovalov Y. V., Kuznetsova N. V. The role of human factor in ensuring the safety of electric power objects after their intellectualization // 2016 11th International Forum on Strategic Technology (IFOST) 2016 11th International Forum on Strategic Technology (IFOST). 2016. P. 379–381.
33. Asad M. [et al.] Synergetic effect of safety culture and safety climate on safety performance in SMEs: does transformation leadership have a moderating role? // *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 2022. Vol. 28. No. 3. P. 1858–1864.
34. Kuleshov V. V., Serdyuk V. S. Development of classification of preventive indicators of safety culture // *Bulletin of the VostNII Scientific Center for Industrial and Environmental Safety [Vestnik Nauchnogo tsentra VostNII po promyshlennoy i ekologicheskoy bezopasnosti]*. 2022. No. 1. P. 1–80. [In Russ].