

УДК 658.5:662.86

Кравчук Игорь Леонидович

доктор технических наук,
директор Челябинского филиала
Института горного дела УрО РАН,
454048, г. Челябинск, ул. Энтузиастов, 30
e-mail: kravchuk65@mail.ru

Кравчук Татьяна Сергеевна

кандидат технических наук,
доцент, доцент кафедры безопасности
жизнедеятельности,
Южно-Уральский государственный
университет,
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 36
e-mail: fit.1311@mail.ru

Кутузова Анастасия Андреевна

студентка,
Южно-Уральский государственный
университет
e-mail: anastasia_kutuzovaaaa99@mail.ru

**АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
ТРАВМАТИЗМА В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА
(на примере АО «СУЭК-Кузбасс»)***

Аннотация:

В статье кратко представлены результаты анализа производственного травматизма на угольных шахтах АО «СУЭК-Кузбасс». В компании активно осваиваются методы управления производственным риском на основе выявления и устранения опасных производственных ситуаций. В этой работе важную роль играет ранжирование событий и их причин по определенным признакам. Поэтому анализ был осуществлен с использованием риск-ориентированного подхода к выявлению коренных причин отступлений от безопасных приемов труда и, как следствие, возникновению травм.

В основу риск-ориентированного подхода к анализу производственного травматизма положены групповой метод, позволяющий установить наиболее травмоопасные профессии, рабочие места, процессы и т.п., и построение «дерева событий» или «дерева причин», позволяющее выявить главные (коренные) и производные причины, а также их взаимосвязь. Выявлено, что значительная доля травм наблюдается на поверхностном комплексе угольной шахты – 26 %. Доля травм в наиболее опасных зонах, таких как очистной забой, становится небольшой – 17 %. Такое распределение свидетельствует о нетехнологических и нетехнических причинах травмирования. Основные причины травмирования связаны с организацией

DOI: 10.25635/2313-1586.2021.03.006

Kravchuk Igor L.

Doctor of Engineering Sciences,
Director of the Chelyabinsk branch
of the Institute of Mining, Ural Branch of RAS,
454080 Chelyabinsk, 30 Entuziastov Str.
e-mail: kravchuk65@mail.ru

Kravchuk Tatyana S.

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Department of Life Safety
of the South Ural State University,
454080 Chelyabinsk, 36 Lenina Av.
e-mail: fit.1311@mail.ru

Kutuzova Anastasia A.

Student,
the South Ural State University
e-mail: anastasia_kutuzovaaaa99@mail.ru

**ANALYSIS OF INDUSTRIAL INJURIES
IN COALMINES WITH THE RISK-BASED
APPROACH
(on the example of JSC «SUEK-Kuzbass»)**

Abstract:

The article briefly presents the results of the analysis of industrial injuries at the coalmines of JSC SUEK-Kuzbass. The company is actively developing methods of production risk management based on the identification and elimination of hazardous production situations. In this work, an important role lays on ranking events and their causes according to certain characteristics. That is why the analysis was carried out with use of the risk-based approach for identifying the root causes of deviations from safe working practices and, as a result, the occurrence of injuries.

The risk-oriented approach to the analysis of industrial injuries is based on the group method, which allows to establish the most traumatic professions, workplaces, processes, etc. and the construction of an “events (cause) tree”, which allows to identify the main (root) and derived causes, as well as their relationship. We revealed that a significant proportion of injuries is observed on the surface complex of a coalmine – 26 %. The share of injuries in the most dangerous areas, such as the cleaning face, is becoming smaller – 17%. This distribution indicates non-technological and non-technical causes of injury. The main causes of injury are related to the organization of production and work processes (76 %) and human behavior (14 %), together accounting 90 %.

The combination of these two methods – the tradi-

* Статья подготовлена по результатам выполнения Госзадания №075-00581-19-00, тема №0405-2019-0005.

производственных и рабочих процессов (76 %) и поведением человека (14 %) и в совокупности составляют 90 %.

Сочетание этих двух методов – традиционного группового анализа травматизма и построения «деревьев причин» – позволяет ранжировать факторы риска по различным признакам и группировать их для обеспечения адресных, более адекватных воздействий по их устранению или снижению степени их влияния. Сформированный банк данных логических цепей причин отклонений персонала от требований безопасности представляет собой статистическую основу для последующего формирования атласа характерных для угольных шахт опасных производственных ситуаций, а именно предпосылок их закономерного возникновения. Атлас опасных производственных ситуаций может служить практическим пособием для прогноза возникновения на угольной шахте опасных производственных ситуаций, повышающих риск возникновения травм и аварий.

Ключевые слова: производственный травматизм, уровень травматизма, риск-ориентированный подход, групповой метод, дерево событий (причин), коренные и производные причины.

tional group analysis of injuries and the construction of “events (cause) tree” – allows ranking risk factors by various characteristics and grouping them to provide targeted, more adequate acting to eliminate them or reduce the degree of their influence. The formed data bank of logical chains of reasons for personnel deviations from safety requirements is a statistical basis for the subsequent formation of an Atlas of typical for coalmines hazardous production situations, in particular, the prerequisites for their regular occurrence. The Atlas of typical hazardous production situations can be as a practical guide for predicting the occurrence of hazardous production situations at a coalmine which increase the risk of injuries and accidents.

Key words: industrial injury, injury rate, risk-based approach, group method, events (cause) tree, root and derivative causes.

Введение

Одна из основных целей Трудового законодательства Российской Федерации – создание благоприятных условий труда для работников, что, безусловно, подразумевает создание для всех заинтересованных сторон трудового процесса безопасных и комфортных условий труда. Законодательство в области промышленной и пожарной безопасности, помимо сохранения жизни и здоровья людей, одной из основных своих целей ставит недопущение разрушения оборудования, зданий и сооружений, минимизацию рисков возникновения чрезвычайных ситуаций и катастроф, а также их локализацию и ликвидацию [1].

Одной из самых опасных отраслей экономики является угольная промышленность. К факторам, оказывающим влияние на уровень травматизма при осуществлении подземной угледобычи, относятся обрушения, прорывы воды, выбросы метана, угля и породы, вспышки и взрывы метана и угольной пыли, поражение электрическим током, воздействие механизмами, эндогенные и экзогенные пожары и др. [2]. На угледобывающих предприятиях России с 2004 по 2018 г. произошло 219 аварий, из которых 174 связано непосредственно с подземной добычей угля. За этот период 1073 человека было травмировано со смертельным исходом, из них 906 человек пострадали в угольных шахтах. При этом наблюдается заметное снижение как аварий – с 148 до 17, так и травматизма – с 132 до 13 несчастных случаев, произошедших, соответственно, в 2004 и 2018 г. [3, 4].

Для угледобывающих предприятий, и, в первую очередь, для угольных шахт, которые являются особо опасными производственными объектами, сохранение жизни и здоровья шахтеров всегда остается остроактуальной задачей. Особую важность она приобретает в конкурентных условиях функционирования предприятий: высокий уровень безопасности горного производства во многом обеспечивает требуемую производительность труда и является «самостоятельным» конкурентным преимуществом предприятия на рынке угля.

Сибирская угольная энергетическая компания (АО «СУЭК») является одним из крупнейших игроков на мировом рынке энергетических углей и лидером по объемам, производительности и безопасности угледобычи в Российской Федерации. Компания ведет многолетнюю целенаправленную широкомасштабную деятельность по повышению уровня безопасности труда, следствием чего стало снижение к 2019 г. уровня общего травматизма более чем в 10 раз по сравнению с 2003 г. [5, 6]. Наиболее крупным, сложным и опасным – около 80 % угля в этом объединении добывается подземным способом – и в то же время одним из передовых региональных производственных объединений (РПО) компании является АО «СУЭК-Кузбасс». В этом РПО ведется целенаправленная работа по созданию и поддержанию безопасных условий труда, в которой важная роль отводится анализу причин травмирования персонала [5 – 7]. Анализ травматизма осуществляется ежемесячно, ежеквартально, каждые полгода и год, а также за периоды в пять – десять лет.

Следует отметить, что применяемые методы анализа расширяются и развиваются: наряду с традиционным анализом травматизма, основанным на статистических распределениях, применяются и другие методы идентификации опасности и оценки риска. Так, на данном этапе социально-экономического, технико-технологического, квалификационного и методического развития в РПО активно осваиваются методы управления производственным риском на основе выявления и устранения опасных производственных ситуаций. В 2018 г. инициирована разработка классификации и Атласа опасных производственных ситуаций, характерных для предприятий АО «СУЭК-Кузбасс», где немаловажную роль играет ранжирование событий и их причин по определенным признакам [7]. Поэтому потребовалось в дополнение к традиционному анализу травматизма добавить в систему работы построение «деревьев событий» и «деревьев причин». Это позволит реализовать риск-ориентированный подход к выявлению причин возникновения негативных событий – травм, аварий, опасных производственных ситуаций.

Анализ производственного травматизма в угольных шахтах

В самом общем смысле риск-ориентированный подход нацелен на ранжирование факторов риска (объектов, событий, явлений и т.д.) и их группирование для обеспечения адресных, более адекватных воздействий на эти факторы (контроль, устранение, снижение степени влияния и т.д.). Нивелирование негативного воздействия факторов риска требует создания их рейтинга и выбора наиболее значимых факторов (обычно по признаку частоты или тяжести последствий реализации риска в негативное событие) для определения очередности воздействий [8].

Для выявления факторов риска на предприятиях проводится ретроспективный анализ травматизма, в ходе которого возможно предварительное установление причин возникновения несчастных случаев. Примером выявления основных причин несчастных случаев является анализ травматизма на угольных шахтах АО «СУЭК-Кузбасс», проведенный за период 2010 – 2019 гг. Всего было проанализировано 389 актов расследования несчастных случаев на производстве (форма Н-1).

В первую очередь, был применен групповой метод анализа травматизма. Групповой метод – одна из разновидностей статистического метода анализа, который основан на базе повторяемости несчастных случаев независимо от тяжести повреждения. Сущность группового метода заключается в определении различий в показателях производственного травматизма на основании сгруппированных данных. Если различия оказываются существенными, то признак группировки позволяет установить причину более высокого показателя травматизма в той или иной группе.

Данные обрабатываются после предварительной группировки несчастных случаев по характерным (однородным) признакам: видам работ, гендерному признаку, времени травмирования, возрасту, квалификации, специальности пострадавших, причинам несчастных случаев и т.д. [9]. Этот метод позволяет определить профессии и ви-

ды работ, на которые приходится большее число несчастных случаев, выявить дефекты производственного оборудования, машин, механизмов, инструмента, приспособлений и наметить конкретные мероприятия обеспечения безопасности труда.

Рассмотрим возможности группового метода на примере анализа травматизма в АО «СУЭК-Кузбасс». Прежде всего, были построены традиционные статистические распределения несчастных случаев, произошедших на предприятиях компании за 2010 - 2019 гг., по профессиям, полу, стажу работы и тяжести последствий.

Результаты распределения несчастных случаев по степени тяжести последствий представлены на рис. 1.

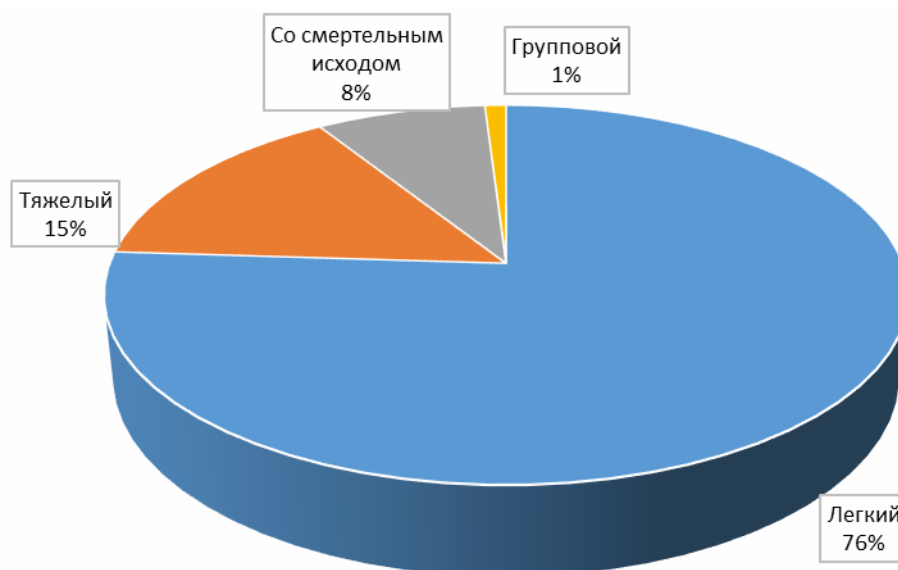


Рис. 1. Распределение несчастных случаев, произошедших на шахтах АО «СУЭК-Кузбасс» за период с 2010 по 2019 г., по степени тяжести последствий

При сравнении этих данных с предыдущим периодом работы «СУЭК-Кузбасс» – 2003 – 2009 гг. (ПО «Ленинскуголь» было преобразовано в «СУЭК-Кузбасс» и вошло в состав компании «СУЭК» в 2003 г.) – видно, что структура травматизма по степени тяжести изменилась. В предыдущий период доля легких травм в общем травматизме составляла 90 %, тяжелых – 8 %, со смертельным исходом – 2 %. Из этого следует, что на фоне снижения абсолютных значений количества травм доля легких травм снизилась в 1,2 раза, доля тяжелых возросла в 1,9 раза, а смертельных – в 4 раза. Это свидетельствует о неравномерном снижении количества травм различной степени тяжести, что вполне типично для предприятий угольной отрасли и объясняется значительными технологическими преобразованиями и существенным совершенствованием техники горных работ за рассмотренные периоды.

Статистическое распределение травм, произошедших на предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс» за 2010 – 2019 гг., по профессиям пострадавших представлено на рис. 2.

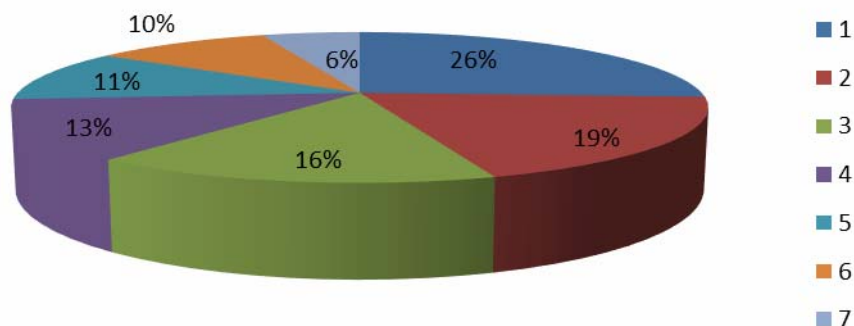


Рис. 2. Распределение несчастных случаев, произошедших на шахтах АО «СУЭК–Кузбасс» за период с 2010 по 2019 г., по профессиям пострадавших:

1 – проходчик подземный; 2 – горнорабочий подземный; 3 – электрослесарь подземный; 4 – машинист горных выемочных машин; 5 – горнорабочий очистного забоя; 6 – водитель автомобиля; 7 – остальные виды профессий

Из рис. 2 видно, что наибольшее количество несчастных случаев происходит с проходчиками подземными (26 %), горнорабочими подземными (19 %) и электрослесарями подземными (16 %). То есть на предприятиях компании именно эти профессии наиболее травмоопасны.

Согласно распределениям, большая часть травмированных – мужчины в возрасте от 30 до 50 лет (рис. 3).

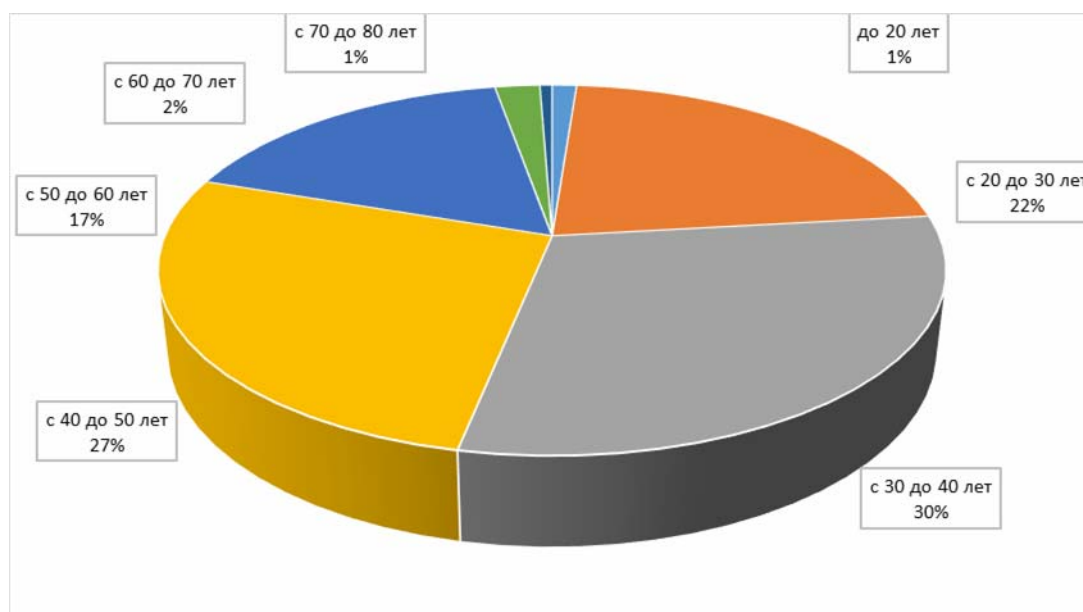


Рис. 3. Распределение несчастных случаев, произошедших на шахтах АО «СУЭК–Кузбасс» за период с 2010 по 2019 г., по возрасту пострадавших

Исходя из данных рис. 2 и 3 следует, что профессиональный состав травмирующихся существенно не меняется, при этом травмируется в основном категория активных работников (возраст) угольных шахт. Объясняется это, скорее всего, тем, что работники этой возрастной категории ведут наиболее активный образ жизни и, как следствие, испытывают наибольшие социальные и экономические потребности.

Выявлены основные причины произошедших травм и установлены места, где чаще всего происходят несчастные случаи с персоналом. На рис. 4 показано процентное соотношение выявленных причин к общему количеству анализируемых несчастных

случаев. На рис. 5 показана диаграмма, из которой видно, что чаще всего травмы происходят на промышленной площадке, в вентиляционном и конвейерном штреках.

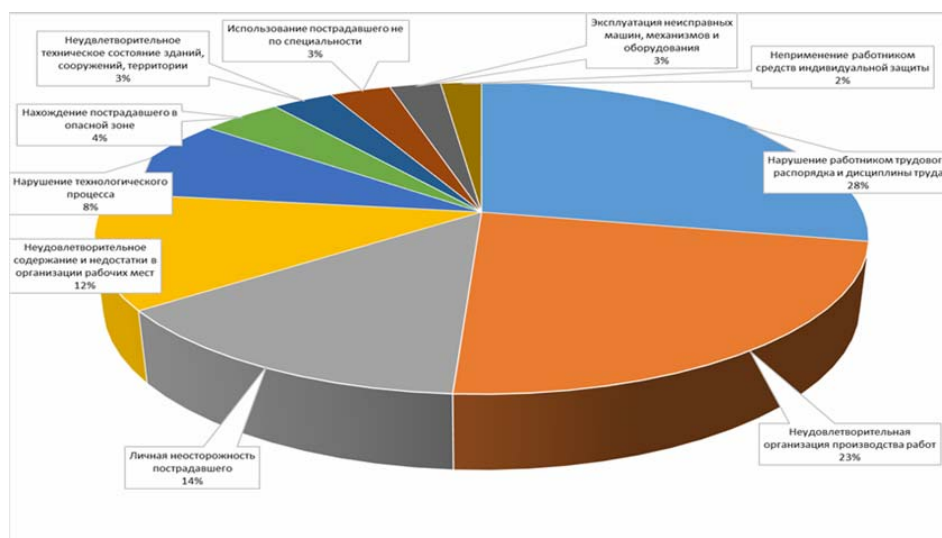


Рис. 4. Распределение несчастных случаев, произошедших на шахтах АО «СУЭК–Кузбасс» за период с 2010 по 2019 г., по причинам их возникновения

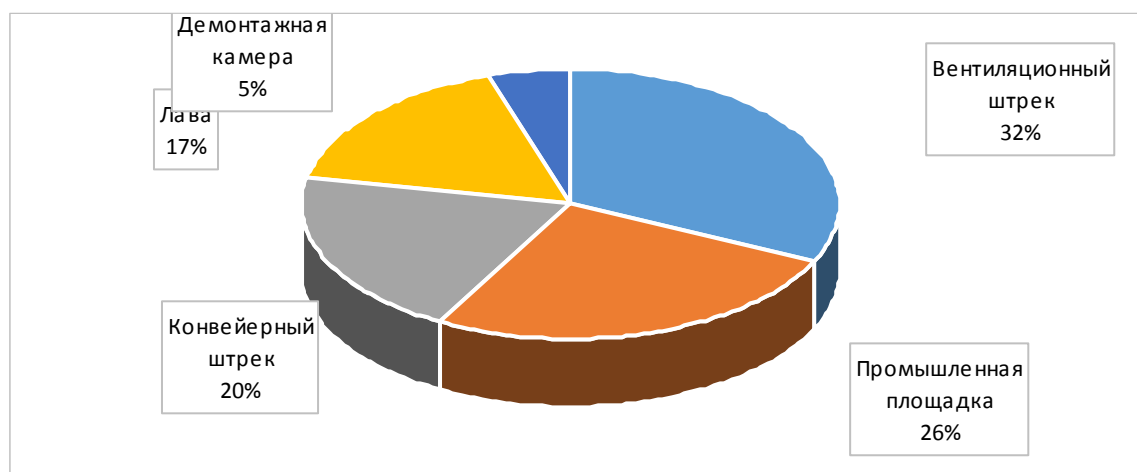


Рис. 5. Распределение несчастных случаев, произошедших на шахтах АО «СУЭК–Кузбасс» за период с 2010 по 2019 г., по местам травмирования работников

Выполненные распределения несчастных случаев необходимы, но недостаточны для более точного установления причин травмирования. Например, возникает вопрос: почему персонал чаще всего травмируется не в зоне добычи угля (лава), а в менее опасных зонах – вентиляционном штреке и на промышленной площадке. С целью обоснования полученных статистических данных были рассмотрены причины травмирования персонала в этих местах.

Согласно актам расследования, основными причинами травмирования работников в указанных местах являются причины организационного и личностного характера. Из организационных причин важно выделить неудовлетворительный производственный контроль, неудовлетворительную организацию производства работ, нарушения технологического процесса. Из личностных причин чаще всего встречаются нарушения работниками трудового распорядка и дисциплины труда, личная неосторожность пострадавших.

Анализ причин травмирования также позволил установить, что самой распространенной причиной травм в конвейерном штреке продолжает оставаться «передви-

жение работников на ленточном конвейере, не предназначенном для перевозки людей». На промплощадке распространенным является «нахождение работника под бульдозером без установки страховочных тумб», несмотря на то что установка тумб предусмотрена технологическими картами проведения ремонтных работ согласно инструкции по безопасному проведению ремонтных работ бульдозеров Т 25.01, 35.01.

Построение «дерева событий» («дерева причин»)

Для устранения выявленных причин возникновения несчастных случаев в основных местах травмирования и их прогнозирования целесообразно построение «дерева событий» или «дерева причин». Структура «дерева причин» подразумевает одно головное событие – нарушение требований охраны труда и промышленной безопасности, что является следствием нижестоящих событий, образующих причинные цепи [10 – 12]. Построение «дерева» позволяет выявить соответствующие нижестоящие события (ошибки, отказы, неблагоприятные внешние воздействия), образующие причинные цепи, и определить их влияние на вероятность возникновения негативного события.

Этот метод позволяет не только определить главные причины возникновения отклонений от требований безопасности, но и на их основе выбрать наиболее эффективные решения по устранению причин травмирования.

В качестве примера приведено «дерево причин» посадки работников на ленточный конвейер, не предназначенный для перевозки людей (рис. 6).



Рис. 6. «Дерево причин» посадки персонала на ленточный конвейер, не предназначенный для перевозки людей

Методом экспертной оценки была определена степень влияния (в процентах) каждой из причин на возникновение головного события – игнорирования запрета на передвижение на конвейере, не оборудованном для перевозки людей. Проведенный анализ показал, что основными причинами нарушения являются факторы, имеющие технологическую (большое расстояние до рабочего места), организационную (недостаточно организован рабочий процесс) и физиологическую (усталость после смены) природу. Низкая трудовая дисциплина в данном случае является не главным, а производным фактором.

Устранение организационно-технологических причин, способствующих повышенной усталости работников и провоцирующих их на нарушение требования безопасности при передвижении на ленточных конвейерах, позволит снизить травматизм в конвейерных штреках угольных шахт.

Использование результатов группового анализа травматизма с применением метода построения «дерева событий» и «дерева причин» позволяет выявить наиболее распространенные травмы и установить логические цепи событий (причин), предшествующих (способствующих) травме. Это необходимо для устранения коренных причин

отклонений работников от требований безопасности труда и, как следствие, поэтапного снижения уровня травматизма на угольных шахтах.

Кроме того, выявленные, зафиксированные, неоднократно проверенные и точно выстроенные логические цепи причин отклонений персонала от требований безопасности представляют собой статистическую основу для последующего формирования атласа характерных для угольных шахт опасных производственных ситуаций – в части закономерности их возникновения [7].

Таким образом, сочетание этих двух методов – традиционного группового анализа травматизма и построения «деревьев причин» – позволяет ранжировать факторы риска по различным признакам и группировать их для обеспечения адресных, более адекватных воздействий по их устранению или снижению степени их влияния, что обеспечивает реализацию риск-ориентированного подхода на уровне угольной шахты (угледобывающей компании).

Заключение

1. Большинство травм (79 %) происходит с работниками в возрасте от 30 до 50 лет. Это объясняется тем, что эта возрастная категория работников ведет наиболее активный образ жизни и характеризуется высокими социальными и экономическими потребностями.

2. Значительная доля травм наблюдается на поверхностном комплексе угольной шахты – 26 %. Доля травм в наиболее опасных зонах, таких как очистной забой, становится небольшой – 17 %. Такое распределение свидетельствует о нетехнологических и нетехнических причинах травмирования. Основные причины травмирования связаны с организацией производственных и рабочих процессов (76 %) и поведением человека (14 %), в совокупности составляя 90 %.

3. Применение группового метода анализа и построение «деревьев событий» или «деревьев причин» обеспечивает реализацию риск-ориентированного подхода на угольных шахтах: выявить коренные и производные причины отступления работников от требований безопасности труда, приведшие к травмам, сгруппировать их по различным признакам и определить очередность их устранения. Это способствует принятию наиболее адекватных, а значит, и эффективных решений по снижению уровня производственного травматизма.

4. Сформированный банк данных логических цепей причин отклонений персонала от требований безопасности представляет собой статистическую основу для последующего формирования атласа характерных для угольных шахт опасных производственных ситуаций, а именно предпосылок их закономерного возникновения. Атлас ОПС может служить практическим пособием для прогноза возникновения на угольной шахте опасных производственных ситуаций, повышающих риск возникновения травм и аварий.

Список литературы

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: №116-ФЗ от 21.07.1997 (ред. от 08.12.2020). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения: 5.10.2021)

2. Скударнов Д.Е., Портола В.А., Квасова А.А., Сачков А.В., 2018. Анализ смертельного травматизма при добыче угля открытыми горными работами. *Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности*, № 1, С. 33 - 39.

3. Гвоздкова Т.Н., Гвоздкова И.Д., Тюленева Т.А., Усова Е.О., 2020. Вопросы совершенствования производственного контроля угледобывающих предприятий с подземным способом добычи. *Уголь*, № 9, С. 4 - 9. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-9-4-9

4. Таразанов И.Г., Губанов Д.А., 2020. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2020 года. *Уголь*, № 3, С. 54 - 69. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-3-54-69
5. Артемьев В.Б., Лисовский В.В., Волков С.А., Галкин В.А., Макаров А.М., Кравчук И.Л., 2019. Промышленная безопасность, охрана труда, экология и медицина труда в СУЭК: Итоги 2018 года. Задачи 2019 года. Культура, организация, безопасность и эффективность труда — основа развития производства в АО «СУЭК»: Отдельная статья *Горного информационно-аналитического бюллетеня*. Москва: Горная книга, № 12 (спец. выпуск № 40), 56 с. (Сер. «Б-ка горного инженера-руководителя». Вып. 35). DOI: 10.25018/0236-1493-2019-12-40-5-53.
6. Лисовский В.В., 2015. Основные направления работы в компании СУЭК по обеспечению высокого уровня промышленной безопасности. Открытые горные работы в XXI веке-1. Матер. II Междунар. науч.-практ. конф. Т.1. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 10 (спец. выпуск 45-1), С. 108 - 123.
7. Кравчук И.Л., Неволлина Е.М., 2021. Практические аспекты формирования классификации и атласа опасных производственных ситуаций. *Проблемы недропользования*, № 2, С. 27 - 39. DOI: 10.25635/2313-1586.2021.02.27
8. Гендлер С.Г., Прохорова Е.А., Самаров Л.Ю., Хомяков Д.О., 2021. Развитие риск-ориентированного подхода для выбора приоритетных направлений снижения производственного травматизма в АО «СУЭК-Кузбасс». *Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле*, № 1, С. 64 - 76.
9. Кукин П.П. и др., 2007. *Анализ и оценка риска производственной деятельности*. Москва: Высшая школа, 325 с.
10. Frank Crawley, 2020. *A Guide to Hazard Identification Methods*, 2nd edition, 237 p. <https://doi.org/10.1016/C2018-0-05378-5>
11. Yan Fang, M.A.K. Rasel, Peyton C. Richmond. Consequence risk analysis using operating procedure event trees and dynamic simulation. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Volume 67, September 2020, 104235, <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104235>
12. Cesar Queral, Kevin Fernández-Cosials, ... Jose Posada. *Application of Expanded св. Reliability Engineering & System Safety*, Volume 205, January 2021, 107246, <https://doi.org/10.1016/j.ress.2020.107246>.

References

1. *O promyshlennoi bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob'ektov*: №116-FZ ot 21.07.1997 (red. ot 08.12.2020) [On Industrial safety of hazardous production facilities: No.116-FZ of 21.07.1997 (ed. of 08.12.2020)]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (data obrashcheniya: 5.10.2021)
2. Skudarnov D.E., Portola V.A., Kvasova A.A., Sachkov A.V., 2018. *Analiz smertel'nogo travmatizma pri dobyche uglya otkrytymi gornymi rabotami* [Analysis of fatal injuries during coal mining by open-pit mining]. *Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugol'noi promyshlennosti*, № 1, P. 33 - 39.
3. Gvozdikova T.N., Gvozdikova I.D., Tyuleneva T.A., Usova E.O., 2020. *Voprosy sovershenstvovaniya proizvodstvennogo kontrolya ugledobyvayushchikh predpriyatii s podzemnym sposobom dobychi* [Issues of improving the production control of coal mining enterprises with underground mining method]. *Ugol'*, № 9, S. 4 - 9. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-9-4-9
4. Tarazanov I. G., Gubanov D.A., 2020. *Itogi raboty ugol'noi promyshlennosti Rossii za yanvar'-dekabr' 2020 goda* [The results of the work of the Russian coal industry in January-December 2020]. *Ugol'*, № 3, S. 54 - 69. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-3-54-69
5. Artem'ev V.B., Lisovskii V.V., Volkov S.A., Galkin V.A., Makarov A.M., Kravchuk I.L., 2019. *Promyshlennaya bezopasnost', okhrana truda, ekologiya i meditsina*

truda v SUEK: Itogi 2018 goda. Zadachi 2019 goda. Kul'tura, organizatsiya, bezopas-nost' i effektivnost' truda — osnova razvitiya proizvodstva v AO "SUEK": Otdel'naya stat'ya Gornogo informatsionno-analiticheskogo byulletenya [Industrial safety, labor protection, ecology and occupational medicine in SUEK: Results of 2018. Tasks of 2019. Culture, organization, safety and labor efficiency are the basis for the development of production in the JSC SUEK: A separate article of the Mining Information and Analytical Bulletin]. Moscow: Gornaya kniga, № 12 (spets. vypusk № 40), 56 s. (Ser. "B-ka gornogo inzhenera-rukovoditelya". Vyp. 35). DOI: 10.25018/0236-1493-2019-12-40-5-53.

6. Lisovskii V.V., 2015. *Osnovnye napravleniya raboty v kompanii SUEK po obe-specheniyu vysokogo urovnya promyshlennoi bezopasnosti. Otkrytye gornye raboty v XXI ve-ke-1. Mater. II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. T.1 [Main areas of work in the company SUEK to ensure a high level of industrial safety. Open-pit mining in the XXI century-1. Ma-terials of the IInd International Scientific and Practical Conference Vol. 1]. Gornyi informat-sionno-analiticheskii byulleten', № 10 (spets. vypusk 45-1), P. 108 - 123.*

7. Kravchuk I.L., Nevolina E.M., 2021. *Prakticheskie aspekty formirovaniya klassi-fikatsii i atlasa opasnykh proizvodstvennykh situatsii [Practical aspects of the formation of the classification and atlas of hazardous production situations]. Problemy nedropol'zovaniya, № 2, P. 27 - 39. DOI: 10.25635/2313-1586.2021.02.27*

8. Gendler S.G., Prokhorova E.A., Samarov L.Yu., Khomyakov D.O., 2021. *Razvitie risk-orientirovannogo podkhoda dlya vybora prioritnykh napravlenii snizheniya proizvodstvennogo travmatizma v AO "SUEK-Kuzbass" [Development of a risk-based ap-proach for choosing priority areas of reducing occupational injuries in JSC SUEK-Kuzbass]. Izvestiya Tul'skogo gosudar-stvennogo universiteta. Nauki o Zemle, № 1, P. 64 - 76.*

9. Kukin P.P. i dr., 2007. *Analiz i otsenka riska proizvodstvennoi deyatel'nosti [Analysis and assessment of the risk of industrial activity]. Moscow: Vysshaya shkola, 325 p.*

10. Frank Crawley, 2020. *A Guide to Hazard Identification Methods*, 2nd edition, 237 p. <https://doi.org/10.1016/C2018-0-05378-5>

11. Yan Fang, M.A.K. Rasel, Peyton C. Richmond. Consequence risk analysis using operating procedure event trees and dynamic simulation. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Volume 67, September 2020, 104235, <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104235>

12. Cesar Queral, Kevin Fernández-Cosials, ... Jose Posada. *Application of Expanded св. Reliability Engineering & System Safety*, Volume 205, January 2021, 107246, <https://doi.org/10.1016/j.ress.2020.107246>.