

МРНТИ 50.53.17

С.С. Кудрявцев¹ – основной автор, | ©
П.В. Емелин², В.Н. Козлов³



ORCID

¹Канд. биол. наук, доцент, ²Д-р техн. наук, ³Д-р биол. наук, профессор

¹<https://orcid.org/0000-0002-7232-6304> ²<https://orcid.org/0000-0001-7431-0069>

³<https://orcid.org/0000-0002-8935-298X>



¹Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова,
г. Караганда, Казахстан

²ТОО «НАКС ГАЦ», г. Караганда, Казахстан

³ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и
управления им. К.Г. Разумовского» Башкирский институт технологий и
управления (филиал), г. Мелеуз, Российская Федерация



¹sk74_07@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/HDCU3082>

АНАЛИЗ БАЗ ДАННЫХ О ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

Аннотация. Базы данных позволяют систематизировать и хранить информацию о произошедших авариях, что открывает значительные перспективы их использования для оценки риска повторения этих нежелательных событий. В данной работе проведён сравнительный анализ баз данных об авариях, произошедших на горнодобывающих предприятиях ведущих в данной отрасли стран. Проведённый анализ показал неоднородность информации, содержащейся в исследованных базах данных. Кроме того, во многих случаях объём информации, содержащейся в таких базах данных, не позволяет провести всеобъемлющий анализ причин произошедших аварий, выявить ключевые факторы риска. Это свидетельствует о необходимости унификации существующих баз данных, дополнение их параметрами, содержащими информацию о факторах риска развития чрезвычайных ситуаций в условиях горного производства. Целью статьи является сравнительный анализ существующих баз данных о техногенных чрезвычайных ситуациях на предприятиях горнодобывающей отрасли.

Ключевые слова: база данных, горнодобывающая отрасль, оценка риска, кластер критериальных параметров, охрана труда, промышленная безопасность, техногенная чрезвычайная ситуация.



Кудрявцев, С.С. Анализ баз данных о техногенных чрезвычайных ситуациях в горнодобывающей отрасли [Текст] / С.С. Кудрявцев, П.В. Емелин, В.Н. Козлов // Механика и технологии / Научный журнал. – 2025. – №3(89). – С.371-381. <https://doi.org/10.55956/HDCU3082>

Введение. Горнодобывающая отрасль, несмотря на внедрение передовых технологий, направленных на повышение уровня безопасности горного производства, продолжает занимать одну из лидирующих позиций по аварийности и уровню производственного травматизма. В таких индустриально развитых странах, как КНР и США, смертность от несчастных случаев (НС) в горнодобывающей промышленности стабильно высока, при

этом, несмотря на предпринимаемые усилия, нисходящего тренда этого показателя в течение последних лет не прослеживается [1,2].

Наиболее эффективный подход к решению проблем в области охраны труда и промышленной безопасности основывается на оценке рисков и включает в себя надзор со стороны государственных органов, модернизацию технологического оборудования, а также проведение исследований, направленных на выявление способов ограничения риска [3]. К таким способам также можно отнести мероприятия, направленные на обмен информацией и обучение персонала – как, например, в канадской провинции Онтарио, где в рамках аналитического обзора менеджмента охраны труда и промышленной безопасности в горной промышленности было рекомендовано повышать информированность работников горнодобывающих предприятий [4].

Современная стратегия предотвращения аварий в горнодобывающей отрасли в большей степени основывается на применении инженерных и технических средств с учётом влияния различных «стрессовых» сред, условий добычи на возникновение аварий. Однако, с точки зрения управления охраной труда, эти факторы являются лишь частью причин аварий, которые обычно называются «небезопасными условиями» в модели причин аварий. Судя по многочисленным авариям, некоторые причины являются достаточно распространёнными. Например, были ли приняты меры по предотвращению выбросов «четыре в одном», являются ли разумными меры, принятые для предотвращения маловероятных событий, является ли эффективным тест на эффект, отсутствует ли система управления безопасностью и т. п.

Целью анализа несчастного случая является определение его причины и применение полученного результата для его предотвращения. В прошлом анализ несчастных случаев в основном включал качественный анализ отдельных или типичных несчастных случаев [5]. Однако этот метод анализа причин несчастных случаев имеет некоторые ограничения, а именно:

- невозможно определить полный перечень причин несчастных случаев;
- невозможно определить вероятность возникновения каждой причины несчастного случая;
- невозможно проследить динамику процесса;
- сложный количественный анализ общей ситуации, приведшей к несчастному случаю;
- метод неэффективен для динамического анализа риска и прогнозирования;
- выполнение вероятностных расчетов, таких как обоснование причины несчастного случая, исследование риска и суждение, является сложным.

В эпоху больших данных использование моделей причин аварий для анализа аварий не может ограничиваться одной аварией [6]. Рассматривая десятки, сотни или даже большее количество аварий, анализ больших данных о причинах аварий, охватывающих несколько лет или даже десятилетий, может помочь в определении более полной причины аварии, что имеет решающее значение для предотвращения аварий. Однако исследования причин аварии с использованием модели причин аварий в качестве теоретического инструмента анализа и метода анализа больших данных

немногочисленны. В настоящее время применение метода исследования причин аварий в основном заключается в оценке уровня обучения технике безопасности и анализе рисков [7,8]. Применение искусственного интеллекта позволяет получить более полные и калиброванные по данным причины аварий. При этом результирующие пути аварий стали более сложными. Таким образом, важно проводить целенаправленный анализ данных для получения путей причин аварий с большим количеством контрольных значений. Однако было проведено относительно мало исследований по анализу путей аварий с использованием больших данных. В то же время жизненно важно более эффективное и точное изучение причин аварий для предотвращения аварий, проведения аварийно-спасательных работ и расследования аварий.

Аварии на предприятиях горнодобывающей отрасли имеют множество причин, а их контроль является важным элементом системы управления безопасностью производственных процессов. Проведя ретроспективный анализ аварий, произошедших за последние 10 лет, можно получить достаточно широкое представление о причинах аварий и вероятности их возникновения [9,10], что оказывает большую помощь в профилактике аварий. В современном управлении охраной труда необходимо не только понимать причины аварий и их вероятность, но и иметь всестороннее понимание процесса развития аварии, чтобы достичь запрограммированного управления этим процессом. С развитием компьютерных технологий и технологий интеллектуального анализа данных [11] изучение причинно-следственной связи между причинами несчастных случаев позволит более точно контролировать небезопасные действия работников, что будет способствовать снижению уровня производственного травматизма.

Gerassis et al. [12] обсудили применимость приложений искусственного интеллекта и методов интеллектуального анализа данных при расследовании несчастных случаев на производстве на горнодобывающих предприятиях Испании. В исследовании подчеркивалось, что для повышения уровня охраны труда и техники безопасности до целевого уровня вся статистическая информация на предприятиях должна собираться в базах данных, и эти данные должны быть изучены с использованием методов интеллектуального анализа данных.

При этом крайне важно обрабатывать и оценивать собранные данные, чтобы извлекать полезную информацию для горнодобывающей отрасли. Значимость сбора данных в этом случае бесспорна. В литературе имеется очень ограниченное количество исследований, в которых несчастные случаи на производстве в горнодобывающей отрасли изучаются с помощью методов сбора данных, анализируются основные причины несчастных случаев и обсуждаются меры предосторожности [13]. Подобные исследования помогают преодолеть недостаток анализа данных для подземной добычи подземных ископаемых, разработать методы анализа данных и спланировать стратегии, направленные на профилактику несчастных случаев на производстве.

Таким образом, разработка баз данных о произошедших на предприятиях горнодобывающей отрасли техногенных чрезвычайных ситуациях (ЧС), содержащих исчерпывающую информацию о сопутствующих им факторах, будет способствовать разработке более совершенных методик оценки апостериорного риска аварийности и производственного травматизма.

Целью статьи является сравнительный анализ существующих баз данных о техногенных чрезвычайных ситуациях на предприятиях горнодобывающей отрасли.

Обзор и анализ научных исследований. База данных, разработанная в США Институтом охраны труда и здоровья (NIOSH), содержит крупный раздел, посвящённый горнодобывающей промышленности. В нём содержатся сведения об авариях, произошедших на горнорудных предприятиях, расположенных на территории США с 1839 г. по настоящее время. В этой базе данных зарегистрированы только аварии, приведшие к гибели 5 и более человек. Приводятся следующие статистические данные об авариях с человеческими жертвами:

- количество погибших по отдельным округам и штатам;
- количество и процент смертельных случаев на производстве по классам несчастных случаев (например, от горных машин, при механизированной транспортировке, электротравмы, обвал горной породы, поскользывание или падение человека, падающие, катящиеся или скользящие камни или материалы и пр.);
- количество погибших в динамике по годам - как абсолютные значения, так и в расчёте на 100 сообщённых отработанных часов;
- количество смертельных случаев на горных работах с градацией по типу добываемого полезного ископаемого и статусу работника (штатный/подрядчик);

Об авариях, приведших к производственным травмам, приводятся следующие сведения:

- количество и уровень несмертельных травм с потерей трудоспособности – как абсолютные значения, так и в расчёте на 100 сообщённых отработанных часов;
- количество и уровень несмертельных травм с потерей трудоспособности с градацией по типу добываемого полезного ископаемого и статусу работника (штатный/подрядчик) – как абсолютные значения, так и в расчёте на 100 сообщённых отработанных часов;
- количество и процент несмертельных травм с потерей трудоспособности по классам несчастных случаев (например, от горных машин, при механизированной транспортировке, электротравмы, обвал горной породы, поскользывание или падение человека, падающие, катящиеся или скользящие камни или материалы и пр.);
- количество несмертельных травм с потерей трудоспособности по отдельным округам и штатам;
- количество несмертельных травм с потерей трудоспособности на горных работах с градацией по типу добываемого полезного ископаемого и статусу работника (штатный/подрядчик).

С целью проиллюстрировать, как повышение безопасности может помочь улучшить конечный результат, база данных позволяет провести экономический анализ, рассматривающий два направления:

- окупаемость мероприятий по безопасности в горнодобывающей промышленности: веб-приложение, показывающее стоимость травм на рабочих местах и предлагающее способы реинвестирования сэкономленных средств;
- материальный ущерб от смертельных несчастных случаев в горнодобывающей промышленности: веб-приложение, которое оценивает

общественную стоимость (бремя) отдельного смертельного случая на основе ключевых характеристик смертельно травмированного шахтера.

Данная база данных содержит следующую информацию о произошедших авариях:

- дата;
- название шахты;
- населённый пункт;
- штат;
- количество погибших;
- добываемое полезное ископаемое;
- тип аварии;
- тип предприятия (шахта/карьер);
- горнодобывающий сектор.

Отдельно в базе данных приведены статистика аварий на шахтах и количество погибших на одну аварию. Также проведено разделение аварий на шахтах по типу аварий, при этом используются статистические данные за весь период статистических наблюдений.

Таким образом, с точки зрения применимости в оценке рисков, к достоинствам данной базы данных можно отнести глубокий ретроспективный охват и изучение причин аварий. Недостатками является то, что аварии, приведшие к гибели менее 5 работников, в этой базе данных не регистрируются, что даёт недостоверную информацию, например, для составления дерева отказов. Также недостаточно глубокое изучение причин аварий при оценке риска не позволяет выявить, какой фактор был ведущим. Например, причиной смертельной электротравмы может стать как организационный, так и человеческий, или технический, или технологический факторы.

В ЮАР Департаментом минеральных ресурсов ежемесячно публикуются отчёты о профессиональном здоровье и безопасности [14]. В соответствии с Главой 23 Закона «О безопасности и гигиене труда на шахтах» (Закон 29 1996 года) с внесенными в него поправками, работодатели обязаны сообщать о несчастных случаях и опасных ситуациях, которые происходят на шахте, соответствующим региональным главным инспекторам шахт. Сбор подробных данных о каждой аварии на шахтах в ЮАР используется для исследований с целью повышения безопасности рабочих на южноафриканских шахтах.

База данных SAMRASS (система статистики несчастных случаев на шахтах Южной Африки) была создана в 1988 году после того, как Департамент минеральных ресурсов пересмотрел всю систему отчетности и ведения учета несчастных случаев.

В соответствии с Главой 23 Закона о безопасности и гигиене труда в шахтах 1996 года (Закон 29 от 1996 года), работодатели должны сообщать о несчастных случаях и опасных происшествиях на шахте Региональному главному инспектору шахт. Данные вносятся в Статистическую систему отчетности о несчастных случаях на шахтах Южной Африки или базу данных SAMRASS, из которой информация анализируется. Сбор информации производится как на уровне горнодобывающего предприятия, так и надзорного органа. В базу данных вносятся следующие сведения:

- количество погибших, травмированных и получивших полную потерю трудоспособности;

- время и дата аварии;
- информация о месте происшествия: участок, глубина ниже поверхности, название рабочего места;
- описание аварии или опасного происшествия;
- код классификации аварии;
- код классификации опасного происшествия;
- уточняется, произошёл ли несчастный случай/опасное происшествие в течение рабочей смены или в сверхурочное время;
- указывается, произошёл ли несчастный случай/опасное происшествие на обычном рабочем месте;
- среднее количество работающих в предыдущем месяце;
- лица, ответственные за безопасность и уровень их ответственности;
- сведения о работнике: Ф.И.О., паспортные данные, пол, дата рождения, страна рождения, национальность, социальное положение, профессия, стаж по профессии, был ли травмирован при выполнении обычных служебных обязанностей во время несчастного случая, дата начала работы у текущего работодателя, дата последней смены, дата возобновления работы или дата смерти (для смертельного несчастного случая);
- описание травмы: работа, при которой была получена травма, обстоятельства, при которых была получена травма, природа травмы, травмированная часть тела, тип травмы (смертельная, повреждение, полная утрата трудоспособности), продолжительность потери трудоспособности.

Несомненным достоинством БД SAMRASS является то, что сбор информации о случившейся ЧС осуществляется с учётом типа аварии, типа горных работ, особенностей горной породы. Для этого используются анкеты с соответствующими авариям и горному производству, на котором она произошла, вопросами.

В Австралии база данных Mining Accident Database содержит информацию о 152 авариях на предприятиях горнодобывающей отрасли, произошедших на территории страны с 1886 г. по настоящее время [15]. В базе данных содержатся государственные нормативно-правовые акты, регулирующие отношения в области промышленной безопасности и охраны труда на горнодобывающих предприятиях. Также эта БД содержит сведения о техногенных ЧС, произошедших на горнодобывающих предприятиях других стран. Однако эта информация имеет фрагментарный характер, а её источниками являются информационные агентства.

Штаты Австралии имеют отдельные базы данных, где содержится информация о произошедших на их территориях ЧС на горнодобывающих предприятиях. Так, например, в штате Квинсленд ежеквартально публикуются отчёты Инспекции по контролю за разработкой месторождений полезных ископаемых и карьеров [16]. В отчётах приводится информация о количестве проведённых инспекций и аудитов, их результатах, рейтинг опасностей горного производства, 5-летняя динамика аварий и несчастных случаев, результаты расследования ЧС, сведения об авариях на горнодобывающих предприятиях, произошедших в других странах мира. Отчёты содержат следующую информацию об авариях:

- количество погибших, травмированных и получивших полную потерю трудоспособности;
- время и дата аварии;
- информация о месте происшествия;

- описание обстоятельств, приведших к аварии;
- уточняется, произошел ли несчастный случай/опасное происшествие в течение рабочей смены или в сверхурочное время;
- указывается, произошел ли несчастный случай/опасное происшествие на обычном рабочем месте;
- лица, ответственные за безопасность и уровень их ответственности;
- сведения о работнике: Ф.И.О., пол, возраст, семейное положение, домашний адрес, профессия, стаж по профессии, был ли травмирован при выполнении обычных служебных обязанностей во время несчастного случая, дата начала работы у текущего работодателя, дата последней смены, дата возобновления работы или дата смерти (для смертельного несчастного случая);
- сведения о свидетелях аварии: ФИО, должность;
- описание травмы: работа, при которой была получена травма, обстоятельства, при которых была получена травма, природа травмы, травмированная часть тела, тип травмы (смертельная, повреждение, полная утрата трудоспособности), продолжительность потери трудоспособности;
- рекомендации по выполнению мероприятий, направленных на профилактику подобных аварий на предприятии.

К преимуществам БД, разработанных в Австралии, можно отнести большую ретроспективу изучения аварий. В то же время, информация об авариях большей частью представлена в виде результатов расследования аварий. Вместе с тем, представленная в таком виде информация требует систематизации, а её объём не всегда позволяет провести полноценную оценку апостериорного риска.

В Великобритании помимо БД, созданных государственными органами, также имеются и БД, созданные частными лицами и общественными организациями. Одной из них является «База данных Алана Билса о погибших в угольных шахтах» [17], в которой приводятся сведения об авариях в угольной отрасли с 1769 г. Данные о самых первых авариях имеют совсем небольшой объём: дата аварии, имя и возраст погибших, место аварии и её причина. О более поздних авариях в БД содержится более подробная информация:

- количество погибших;
- время и дата аварии;
- информация о месте происшествия;
- описание обстоятельств, приведших к аварии;
- уточняется, произошел ли несчастный случай/опасное происшествие в течение рабочей смены или в сверхурочное время;
- указывается, произошел ли несчастный случай/опасное происшествие на обычном рабочем месте;
- сведения о работнике: Ф.И.О., пол, возраст, домашний адрес, профессия, стаж по профессии, был ли травмирован при выполнении обычных служебных обязанностей во время несчастного случая, дата последней смены, дата смерти;
- сведения о свидетелях аварии: ФИО, должность;
- описание травмы: работа, при которой была получена травма, обстоятельства, при которых была получена травма, природа травмы, травмированная часть тела;
- результаты расследования аварии.

В отдельных административно-территориальных единицах Великобритании имеются БД об авариях на предприятиях горнодобывающей отрасли. Так, на Шотландском веб-сайте о горнодобывающей промышленности [18] приводятся сведения об авариях, произошедших на горнодобывающих предприятиях Шотландии с 1698 г. Описание первых ЧС, упомянутых в этой БД, содержит небольшой объём информации об обстоятельствах аварий: дата происшествия, ФИО и возраст пострадавших, название шахты и округа, где она находится. В данных об авариях, произошедших в более поздний период, указывается профессия погибших, причина их смерти, ссылка на источник информации.

В Перу Министерство энергетики и горнодобывающей промышленности с 2000 г. ежегодно публикует статистику о смертельных несчастных случаях в горнодобывающей промышленности [19]. В БД содержится информация о дате аварии, названии шахты и горнодобывающей компании, количестве жертв и их ФИО, статусе погибших работников (штатные/подрядчики), статусе компании, причинах полученных травм.

В Испании сбор данных об авариях на горнодобывающих предприятиях осуществляет Министерство труда и социальной экономики [20]. База данных содержит следующую информацию:

- возраст пострадавшего работника на момент несчастного случая;
- тип трудового договора (постоянный/временный, полный/неполный рабочий день);
- договорной статус: работник относится к штатному/подрядному персоналу;
- дата, день недели и время, когда произошёл несчастный случай;
- стаж пострадавшего по данной профессии;
- материальный агент (причинивший травму);
- тип физической активности, которую выполнял работник во время несчастного случая;
- система профилактической организации компании, к которой принадлежит пострадавший работник;
- наличие аномального события непосредственно перед аварией;
- провела ли компания оценку риска на рабочем месте, где произошёл несчастный случай (да/нет);
- количество работников в центре горнодобывающих работ, где произошёл несчастный случай;
- количество часов, отработанных работником до несчастного случая.

В Казахстане специальная БД об авариях на горнодобывающих отсутствует, но данная информация может быть получена из открытого источника на портале «Открытые данные» «электронного правительства» Республики Казахстан [21]. На данном портале содержится информация об авариях на всех опасных производственных объектов, расположенных на территории страны. БД содержит следующие сведения:

- наименование организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, её адрес;
- ИИН/БИН;
- её код по «Классификатору административно-территориальных объектов»;
- вид неблагоприятного происшествия, возникшего по вине субъекта (объекта) контроля и надзора (инцидент, авария, несчастный случай, или

происшествия связанные с утратой взрывчатых веществ и изделий на их основе);

- время и дата происшествия, его краткие обстоятельства и причины;
- отчётный период (квартал и год).

Таким образом, проведённый анализ существующих БД об авариях на предприятиях горнодобывающей промышленности показал неоднородность хранящейся в них информации. Это значительно затрудняет анализ данных, поиск закономерностей, определяющих развитие тех или иных ЧС в условиях горного производства. В исследованных БД внимание, как правило, уделяется показателям, определяющим роль человеческого фактора в произошедшей аварии. При этом показателей, характеризующих роль организационных, технических и технологических факторов в случившейся аварии явно недостаточно для того, чтобы в последствие достоверно произвести оценку всех факторов риска.

В этой связи рекомендуется унифицировать форму сбора информации об авариях и инцидентах на горнодобывающих предприятиях. Вместе с этим необходимо более подробно представить в БД показатели, характеризующие организационные, технические и технологические факторы, приведшие, или способные привести к аварии.

Заключение. Проведённый анализ баз данных, разработанных в Республике Казахстан и странах, занимающих лидирующие позиции в горнодобывающей отрасли, показал, что очень часто аварии, произошедшие на горном производстве, не дифференцированы от аварий, произошедших в других отраслях. Базы данных содержат разный объём информации о ЧС, и, как правило, этого объёма недостаточно для проведения полноценной оценки риска, связанного с функционированием горнодобывающего предприятия.

В существующих БД в большей степени отражён человеческий фактор, способный повлиять на возникновение ЧС на горнодобывающем предприятии, тогда как организационным, техническим и технологическим факторам внимания уделено намного меньше. В частности, для объективной оценки риска БД должны содержать результаты расследования аварий, что позволит определить вклад той или иной группы факторов в развитие ЧС.

Наиболее перспективным направлением дальнейшего развития БД об авариях на горнодобывающих предприятиях видится унификация содержащихся в них показателей и интеграция с аналитическим блоком, позволяющим выявлять закономерности в развитии ЧС, оценивать и анализировать риски и предлагать наиболее эффективные предприятия по снижению и смягчению риска.

Список литературы

1. Xuecai, X., Xueming, S., Gui, F. et al. Accident causes data-driven coal and gas outburst accidents prevention: Application of data mining and machine learning in accident path mining and accident case-based deduction // *Process Safety and Environmental Protection*. – 2022. – № 6. – P. 891-913.
2. U.S. Department of Labor. Mine Safety and Health Administration. 2024. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://arlweb.msha.gov/stats/charts/combined.php>. Date of access: 22.06.2025.
3. World Bank. A Sourcebook for Understanding the Extractive Industries. 2017. – [Electronic resource]. – Access mode: <http://dx.doi.org/10.1596/978-0-8213-9658-2>. Date of access: 14.07.2025.
4. Ministry of Labour of Ontario. Health and Safety Hazards. 2015. – [Electronic resource]. – Access mode:

- <https://www.labour.gov.on.ca/english/hs/pubs/miningfinal/hazards.php>. Date of access: 14.07.2025.
5. Misuri, A., Cruz, A. M., Park, H. et al. Technological accidents caused by floods: The case of the Saga prefecture oil spill, Japan 2019 // International Journal of Disaster Risk Reduction. – 2022. – Vol. 66. – 102634.
 6. Ge, J., Xu, K., Zheng, K. et al. The main challenges of safety science // Safety Science. – 2019. – Vol. 111. – P. 119–125.
 7. Halabi, Y., Xu, H., Chen, Y. et al. Causal factors and risk assessment of fall accidents in the U.S. construction industry: A comprehensive data analysis (2000–2020) // Safety Science. – 2022. – Vol. 146. – 105537.
 8. Chen, Ch., Ping, Sh., Zhang, X., Yi, Y. Transfer study of safety training based on mapping knowledge domain – Overview, factors and future // Safety Science. – 2022. – 105678.
 9. Grant, E., Salman, P. M., Stevens, N. J. et al. Back to the future: What do accident causation models tell us about accident prediction? // Safety Science. – 2018. – Vol. 104. – P. 99–109.
 10. Ge, J., Zhang, Y., Xu, K. et al. A new accident causation theory based on systems thinking and its systemic accident analysis method of work systems // Process Safety and Environmental Protection. – 2022. – Vol. 158. – P. 644–660.
 11. Cui, X., Zhang, M., Pan, W. Dynamic probability analysis on accident chain of atmospheric tank farm based on Bayesian network // Process Safety and Environmental Protection. – 2022. – Vol. 158. – P. 146–158.
 12. Gerassis, S., Saavedra, A., Taboada, J. et al. Differentiating between fatal and non-fatal mining accidents using artificial intelligence techniques // International Journal of Mining, Reclamation and Environment. – 2020. – Vol. 34. – P. 687–699.
 13. Altundish, B., Bayram, F. Data mining implementations for determining root causes and precautions of occupational accidents in underground hard coal mining // Safety and Health at Work. – 2024. – № 4. – P. 427–434.
 14. Department of Mineral Resources. Republic of South Africa. Mine accidents and disasters. 2025. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.dmre.gov.za/mineral-resources/mine-health-and-safety/mine-accidents-and-disasters>. Date of access: 24.06.2025.
 15. Mining Accident Database. Mine Accidents and Disasters. 2025. – [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.mineaccidents.com.au/mine-events/all/au>. Date of access: 26.06.2025.
 16. The State of Queensland. Mines Inspectorate incident periodicals and quarterly reports. 2025. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.business.qld.gov.au/industries/mining-energy-water/resources/safety-health/mining/accidents-incidents-reports/serious-accidents>. Date of access: 26.06.2025.
 17. Taylor, F., Beales, A. Database of Fatalities in the Coal Fields. 2025. – [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.healeyhero.co.uk/rescue/Fatalities/Alan-Beales-Database.html>. Date of access: 28.06.2025.
 18. Scottish Mining Website. Accidents and Disasters. 2025. – [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.scottishmining.co.uk/5.html>. Date of access: 29.06.2025.
 19. Ministerio de Energía y Minas. Estadísticas de accidentes mortales en el sector minero. 2025. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/4646331-estadisticas-de-accidentes-mortales-en-el-sector-minero>. Date of access: 01.07.2025.
 20. Sanmiquel, L., Rossell, J. M., Bascompta, M. et al. Data mining of accidents in Spanish underground mines in the period 2003–2021 caused by a collision with a moving object // Heliyon. – 2024. – Vol. 10. – № 2. – e24716.
 21. The Government of the Republic of Kazakhstan. Open data. 2018. – [Electronic resource]. – Access mode: https://data.egov.kz/datasets/view?index=kauipti_ondiristik_obektilder10. Date of access: 12.07.2025. [in Russian].

Материал поступил в редакцию 22.07.25, принят 27.09.25.

С.С. Кудрявцев¹, П.В. Емелин², В.Н. Козлов³

¹Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті,
Қарағанды қ., Қазақстан

²ЖШС «ДӨБҰАК БАО», Қарағанды қ., Қазақстан

³К.Г. Разумовский атындағы Мәскеу мемлекеттік технологиялар және басқару
университеті, Башқұрт технологиялар және басқару институты (филиал),
Мелеуз қ., Ресей Федерациясы

ТАУ-КЕН ӨНДІРУ САЛАСЫНДАҒЫ ТЕХНОГЕНДІК ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАР ТУРАЛЫ ДЕРЕКТЕР БАЗАСЫН ТАЛДАУ

Аңдатпа. Деректер базасы болған авариялар туралы ақпаратты жүйелеуге және сақтауға мүмкіндік береді, бұл осы жағымсыз оқиғалардың қайталану тәуекелін бағалау үшін оларды пайдаланудың елеулі перспективаларын ашады. Бұл жұмыста осы саладағы жетекші елдердің тау-кен өндіру кәсіпорындарында болған авариялар туралы деректер базасына салыстырмалы талдау жүргізілді. Жүргізілген талдау зерттелген дерекқордағы ақпараттың біртекті еместігін көрсетті. Бұдан басқа, көптеген жағдайларда мұндай дерекқорлардағы ақпараттың көлемі болған авариялардың себептеріне жан-жақты талдау жүргізуге, тәуекелдің негізгі факторларын анықтауға мүмкіндік бермейді. Бұл қазіргі дерекқорларды біріздендіру, оларды тау-кен өндірісі жағдайында төтенше жағдайлардың даму қаупі факторлары туралы ақпаратты қамтитын параметрлермен толықтыру қажеттігін куәландырады. Мақаланың мақсаты тау-кен өндіру саласындағы кәсіпорындардағы техногендік төтенше жағдайлар туралы қолда бар дерекқорларды салыстырмалы талдау болып табылады.

Тірек сөздер: деректер базасы, тау-кен өндіру саласы, тәуекелді бағалау, критериялды параметрлер кластері, еңбекті қорғау, өнеркәсіптік қауіпсіздік, техногендік төтенше жағдай.

S.S. Kudryavtsev¹, P.V. Yemelin², V.N. Kozlov³

¹Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan

²“NAKS GAC” LLP, Karaganda, Kazakhstan

³K.G. Razumovsky Moscow State University of Technology and Management, Bashkir
Institute of Technology and Management (branch), Meleuz, Russian Federation

ANALYSIS OF MAN-MADE EMERGENCY DATABASES IN THE MINING INDUSTRY

Abstract. Databases allow users to systematize and store information about past accidents, offering significant potential for assessing the risk of recurrence of such undesirable events. This paper presents a comparative analysis of accident databases from mining enterprises in leading countries within the industry. The analysis revealed inconsistencies in the information contained in the studied databases. Moreover, in many cases, the available data are insufficient for a comprehensive analysis of accident causes and the identification of key risk factors. These findings highlight the need to standardize existing databases and supplement them with parameters that include information on risk factors contributing to technological emergencies in mining operations. The aim of this article is to conduct a comparative analysis of existing databases on man-made emergencies in the mining sector.

Keywords: database, mining industry, risk assessment, cluster of criterion parameters, occupational safety, industrial safety, man-made emergency.