

Колчанов А. Г.
Колчанова А. А.

Охрана труда и безопасность движения на открытых горных разработках в мире



А. Г. Колчанов, А. А. Колчанова

**ОХРАНА ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ
НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТКАХ В МИРЕ**

Электронное текстовое издание

Санкт-Петербург
Научные технологии
2024

© Колчанов А. Г., Колчанова А. А., 2024

ISBN 978-5-907804-27-2

A. G. Kolchanov, A. A. Kolchanova

**OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY
IN OPEN-PIT MINING AROUND THE WORLD**

Electronic publication

Saint Petersburg
Naukoemkie Technologii
2024

© Kolchanov A. G., Kolchanova A. A., 2024
ISBN 978-5-907804-27-2

УДК 622:331.45

ББК 33н

К61

К61 Колчанов А. Г., Колчанова А. А. Охрана труда и безопасность движения на открытых горных разработках в мире [Электронный ресурс] / А. Г. Колчанов, А. А. Колчанова. – СПб.: Научные технологии, 2024. – 229 с.: ил. – URL: <https://publishing.intelgr.com/archive/Okhrana-truda-i-bezopasnost-dvizheniya.pdf>.

ISBN 978-5-907804-27-2

В книге изложены результаты анализа производственного травматизма в основных горнодобывающих странах и рассмотрены пути повышения безопасности на открытых горных разработках.

Книга предназначена для инженерно-технических работников предприятий открытых горных разработок и проектных институтов.

УДК 622:331.45

ББК 33н

ISBN 978-5-907804-27-2

© Колчанов А. Г., Колчанова А. А., 2024

Научное издание

Колчанов Аркадий Георгиевич
Колчанова Анна Аркадьевна

**Охрана труда и безопасность движения
на открытых горных разработках в мире**

Электронное текстовое издание

Подписано к использованию 08.02.2024.
Объем издания – 6,3 Мб.

Издательство «Наукоемкие технологии»
ООО «Корпорация «Интел Групп»
<https://publishing.intelgr.com>
E-mail: publishing@intelgr.com
Тел.: +7 (812) 945-50-63

ISBN 978-5-907804-27-2



9 785907 804272 >

Оглавление

Введение	7
1. Охрана труда и безопасность движения на открытых горных разработках в России	11
1.1. Разработка угольных месторождений	13
1.2. Разработка рудных месторождений.....	19
1.2.1. Разработка рудных металлических месторождений	19
1.2.2. Разработка рудных неметаллических месторождений.....	20
1.3. Разработка нерудных месторождений	22
1.4. Анализ причин смертельных случаев и травм в горнодобывающей отрасли	28
2. Охрана труда и безопасность движения на открытых горных разработках США.....	35
2.1. Разработка угольных месторождений	37
2.2. Разработка рудных месторождений.....	45
2.2.1. Разработка металлических рудных месторождений	45
2.2.2. Разработка неметаллических рудных месторождений.....	52
2.3. Разработка песчано-гравийных смесей	60
2.4. Добыча каменного материала.....	67
2.5. Анализ причин смертельных случаев и травм в горнодобывающей отрасли.....	74
2.6. Рекомендации по повышению безопасности труда на открытых горных разработках.....	88
2.6.1. Требования к мобильному оборудованию.....	89
2.6.2. Требования к автомобильным дорогам	90
3. Охрана труда и безопасность движения на открытых горных разработках Канады	96
3.1. Разработка угольных месторождений	97
3.2. Разработка металлических руд.....	98
3.3. Разработка неметаллических руд.....	99
3.4. Добыча строительных материалов.....	101
3.5. Общий объем горной массы	102
3.6. Статистика несчастных случаев на открытых горных разработках.....	104
3.7. Анализ влияния факторов на несчастные случаи.....	105
3.8. Анализ основных причин несчастных случаев и рекомендации по повышению безопасности	111

4. Охрана труда и безопасность движения на открытых горных разработках Австралии	118
4.1. Разработка угольных месторождений	118
4.2. Разработка рудных месторождений	123
4.3. Разработка неметаллических рудных месторождений	129
4.4. Разработка нерудных материалов	134
4.5. Основные причины несчастных случаев на открытых горных разработках Австралии	139
5. Охрана труда и безопасность движения на предприятиях открытых горных разработок КНР	148
5.1. Разработка угольных месторождений	149
5.2. Разработка рудных месторождений	154
5.2.1. Разработка рудных металлических месторождений	154
5.2.2. Разработка рудных неметаллических месторождений	159
5.3. Разработка нерудных месторождений	164
5.4. Охрана труда и здоровья на предприятиях открытых горных работ ...	165
6. Охрана труда и безопасность движения на открытых горных разработках Латинской Америки	172
7. Охрана труда и безопасность движения на открытых горных разработках в странах Африки	189
8. Основные направления в области охраны труда на предприятиях горных разработок в мире	215

Введение

По данным Международной организации труда при ООН в настоящее время каждый день в мире от травм и болезней, полученных на работе, умирает около 6 тысяч 300 человек. В год число смертей, связанных с производством, составляет 2 303 064, из которых 1 945 115 вызвано заболеваниями. Число смертельных случаев от производственных травм составляет 357 949, а количество несчастных случаев, не приводящих к летальному исходу – 336 532 471 [1].

Смертельные случаи в секторе агропромышленного комплекса составляют около 170 000 человек, в промышленном секторе – 130 000 человек, в сфере обслуживания – менее 60 000 человек.

По данным на 2015 год, количество несчастных случаев в мире по производственным отраслям распределяется следующим образом:

строительство – 22,5%

обрабатывающая промышленность – 17,2%

сельское хозяйство – 33,9%

транспорт – 13,5%

добыча полезных ископаемых – 7,3%

сервис – 5,6%

В 2016 году каждую секунду получают травму на производстве четверо рабочих. Каждые 3 минуты несчастный случай на рабочем месте заканчивается смертельным исходом.

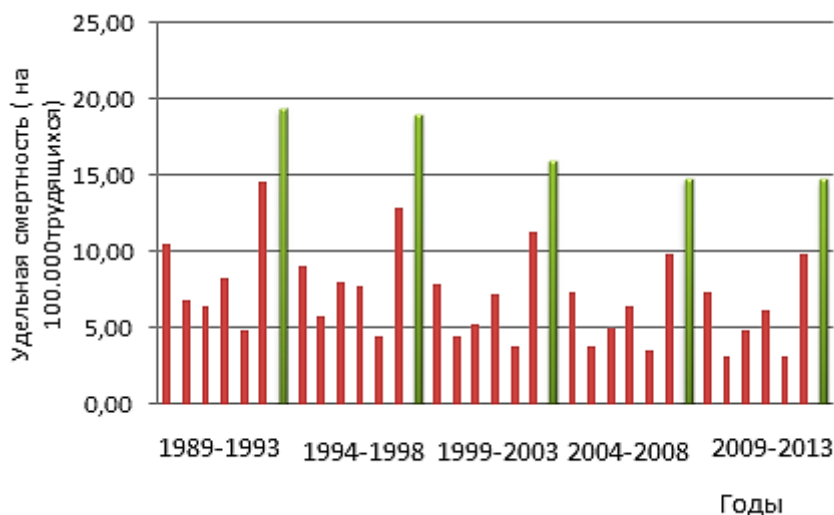


Рисунок 1. Удельная смертность (число смертельных случаев на 100.000 рабочих, занятых полный рабочий день) в период 1989–2013 гг. для различных регионов земного шара

Рисунок показывает снижение смертности в мире в производственном секторе. Смертельные случаи в производственной сфере вызваны непосредственно

травмами, получаемыми на работе, а также заболеваниями в результате воздействия окружающей среды.

Анализ заболеваний, полученных на производстве, позволил выявить их распределение (рисунок 2).



Рисунок 2. Распределение болезней, вызванных профессиональной деятельностью

Сердечно-сосудистые и злокачественные заболевания составляют более половины всех заболеваний, и по этому показателю смертельные случаи находятся на первом месте.

Заболевания, связанные с профессиональной деятельностью, вызывают нарушения кровообращения и сердечно-сосудистой системы в 35% и рак в 29% случаях, а также способствуют развитию инфекций. На рисунке 2 показано среднестатистическое распределение болезней в мире, вызванных профессиональной деятельностью.

Статистические данные о несчастных случаях на производстве, в т. ч. и со смертельным исходом, и по профессиональным заболеваниям, полученные МОТ, показывают, что: наибольшую смертность среди работников вызывают заболевания, связанные с работой. Одни лишь вредные вещества являются причиной 651 279 смертей в год.

Каждый год вредные и опасные вещества убивают 340 тысяч работников. Ежегодно в результате трудовой деятельности погибают 22 тысячи детей. Только использование асбеста уносит примерно 100 тысяч жизней.

Подсчитано, что десять процентов от общего числа случаев рака кожи вызваны воздействием вредных веществ в процессе производственной деятельности.

Затраты на медицинское обслуживание существенно велики и включают:

- осмотр и предварительное диагностирование;
- госпитализацию;
- диагностические обследования;
- стоимость медикаментов;

- стоимость протезов и аппаратов, необходимых инвалидам;
- транспортные расходы в ходе лечения, а также компенсационные выплаты сотрудникам.

Хотя, только 1% мировой рабочей силы занят в горнодобывающей промышленности, но на нее приходится приблизительно 8% производственных несчастных случаев со смертельным исходом (около 15 000 в год).

Смертность от травм, полученных на производстве, сегодня занимает в мире третье место.

Несмотря на общее снижение смертельных случаев в мире, уровень травматизма в производственном секторе остается чрезвычайно высоким. Общие затраты в мире, связанные с травматизмом, составляют ежегодно 4% от мирового ВВП. Несмотря на улучшение охраны труда в этой области, сохраняются серьезные проблемы, а именно:

- недостаточное знание и понимание производственных опасностей и рисков, а также необходимости создания безопасных и здоровых рабочих мест;

- нехватку возможностей и потенциала, необходимых для профилактики, соблюдения и обеспечения выполнения норм охраны труда, особенно на малых и средних предприятиях (МСП);

- недостаточные и неполные данные о смертности, травматизме и заболеваемости, связанных с занятостью, и их последствиях для устойчивого развития. Многие работодатели скрывают факты несчастных случаев, боясь понести за это административную или уголовную ответственность, или вообще по разным причинам не представляют данные в Международную организацию труда. Многие травмы и смерти на рабочем месте остаются неучтенными по причине несовершенства законодательства и нормативных актов в области охраны труда.

Исследования показали, что от 10 до 30% смертельных случаев связано с автомобильным транспортом и другим мобильным оборудованием.

Исследование Горнорудного управления США показало, что человеческий фактор является причиной почти 85% всех несчастных случаев. Под человеческим фактором понимается общий термин, охватывающий все те случаи, в которых запланированная последовательность умственных или физических действий не приводит к достижению намеченного результата, и когда эти неудачи не могут быть объяснены вмешательством какого-то случайного фактора. Причины проявления человеческого фактора включают в том числе и несоответствие стандартам автомобильных дорог, правил эксплуатации автомобильного транспорта и другие причины.

Для того, чтобы решить эти проблемы, необходимо сделать охрану труда в качестве приоритетной задачи и обосновать необходимость вложений в профилак-

тику. Необходим комплексный, стратегический подход, который позволит формировать культуру профилактики и создавать достойные условия труда с тем, чтобы сократить количество смертей, травм и заболеваний, связанных с работой.

С этой целью Генеральная конференция Международной организации труда (МОТ) утвердила Конвенцию о безопасности и гигиене труда на шахтах № 176, которая ратифицирована в России на основании Федерального закона от 7 июня 2013 г. № 106-ФЗ «О ратификации Конвенции № 176 от 1995 года о безопасности и гигиене труда на шахтах». В 2018 г. в существующий кодекс внесены изменения и дополнения.

Термин «шахта» относится к площадкам, расположенным на поверхности, или к подземным участкам, на которых осуществляются, в частности, следующие виды работ:

- геологическая разведка месторождений полезных ископаемых, кроме нефти и газа с механическим нарушением поверхности;
- добыча полезных ископаемых, кроме нефти и газа;
- обогащение полезных ископаемых, включая дробление, размалывание, концентрацию или промывку добытых материалов. Кроме того, этот термин относится ко всей технике, оборудованию, устройствам, установкам, зданиям и инженерным сооружениям, располагаемым на этих площадках.

Конвенция включает следующие разделы:

- сфера регулирования и способы применения;
- меры по предотвращению рисков и защите на шахте;
- права и обязанности трудящихся и их представителей;
- сотрудничество между работодателями и трудящимися и их представителями;
- применение положений настоящей Конвенции.

Каждый член Организации, ратифицировавший настоящую Конвенцию, обязан выполнять положения Конвенции по вопросам безопасности и гигиены на предприятии [2]. Выполнение основных положений Конвенции немислимо без анализа статистики несчастных случаев в различных отраслях промышленности, причин и условий их возникновения и побочных факторов, влияющих на возникновение травм и тяжесть их последствий.

Целью работы является:

- сбор исходных данных о несчастных случаях (смертельные случаи, травмы) при разработке полезных ископаемых открытым способом;
- анализ причин несчастных случаев;
- рекомендации по снижению количества несчастных случаев и тяжести их последствий.

1. Охрана труда и безопасность движения на открытых горных разработках в России

Россия является абсолютным лидером среди 166 горнодобывающих стран по числу добываемых минеральных продуктов – 48 наименований. При этом подавляющая часть стран добывают не более 10 видов минералов. В целом доля отечественной горнодобывающей промышленности в мировом производстве составляет около 10%. По этому показателю Россия находится на третьем месте после США и Китая.

По добыче угля Россия занимает шестое место в мире. Разведанные запасы угля составляют 157 млрд т. Свыше 70% угля добывается открытым способом. В настоящее время в стране действуют 304 предприятий по добыче угля, в т. ч. 245 – разрезы, на которых транспортировка вскрыши и угля осуществляется карьерными самосвалами.

Россия стоит на первом месте в мире по общим и подтвержденным запасам (264 млрд т) железных руд. Железные руды России отличаются значительной глубиной залегания, имеют содержание железа 16–32%, характеризуются большой прочностью и сложным минеральным составом. Практически все они подлежат обогащению. Самое крупное месторождение железной руды в России – Курская магнитная аномалия.

РФ имеет значительные ресурсы алюминиевых руд – бокситов, нефелинов и других видов алюминиевого сырья, разведанные запасы которых составляют около 600 млн т.

По ресурсам вольфрама Россия вместе с Казахстаном разделяет 2–3-е место в мире (после Китая) – 18,2% (4 млн т).

Подтвержденные запасы меди в РФ составляют 20 млн т. Наиболее крупные – Учалинское, Сибайское, Удоканское месторождения меди.

Запас никеля составляет 6600 тыс. т, и Россия занимает 1-е место в мире. Основные месторождения никеля в Норильске и на Кольском полуострове. По ресурсам месторождение располагается в Тырныаузском горнообогатительном комбинате.

По добыче олова Россия занимает шестое место в мире. Почти 95% всех российских запасов разведанных месторождений сосредоточены в Дальневосточном регионе.

В России подтвержденные запасы цинка составляют 17,2 млн т. Основные месторождения расположены в Восточно-Сибирском и Уральском регионах.

Россия занимает седьмое место в мире по разведанным запасам уранового сырья, которые составляют 487 200 т.

Горно-химическое сырье России представлено месторождениями барита, фосфатными рудами, калийными, калий-магниевыми и каменными солями, сульфатом натрия и естественной содой, самородной серой, борными рудами и другими. По запасам минералов Россия занимает одно из ведущих мест в мире.

Недра России богаты разнообразными месторождениями нерудного индустриального сырья – асбест, графит, слюда и другие, запасы которого сосредоточены в основном на Урале, а также в Восточной Сибири.

В Госбалансе России учтены около 8500 месторождений нерудных строительных материалов, которые представлены залежами песчано-гравийных материалов (строительные пески, гравий, песчано-гравийная смесь), стеновым и облицовочным камнем.

Значительный объем перевозок технологическим автомобильным транспортом составляют вскрышные породы. В настоящее время объем транспортировки вскрышных пород составляет 1,5–2 млрд т. В связи с постоянным общим снижением содержания полезных ископаемых и полезных компонентов в добываемом сырье объем образуемых в результате его первичной переработки отходов неуклонно растет.

Транспортировка горной массы и рудных полезных ископаемых в карьерах осуществляется внедорожными самосвалами, а нерудных материалов – самосвалами общего назначения с правом выезда на дороги общего пользования.

Отечественная техника представлена в основном самосвалами общего назначения, имеющими право выезжать на дороги общего пользования (КамАЗ, Тонары). Зарубежные внедорожные самосвалы с шарнирно-сочлененной рамой грузоподъемностью до 40–50 т представлены фирмами Caterpillar, Bell, JCB, John Deere, Komatsu, Volvo, Doosan (Моху), Terex, Liebherr. Основу автопарка, используемого на открытой разработке полезных ископаемых, составляют карьерные самосвалы. Сейчас их выпуском занимаются более 20 компаний, число их растет за счет китайских производителей. В настоящее время примерно 50% парка карьерных самосвалов представлено фирмой Caterpillar, около 30% – БелАЗ и 20% – Komatsu, Terex, Hitachi.

1.1. Разработка угольных месторождений [1]

Объем добычи угля и вскрыши на угольных разрезах России представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Объемы добычи угля и вскрыши на угольных разрезах России в период 2000–2020 (млн т в год)

Годы	Добыча угля	Объем вскрыши	Общая масса груза	Годы	Добыча угля	Объем вскрыши	Общая масса груза
2000	168	1012	1180	2010	215	2286	2501
2001	175	1132	1307	2011	225	2904	3129
2002	168	1244	1412	2012	240	3126	3366
2003	183	1390	1573	2013	247	2998	3245
2004	182	1320	1502	2014	252	2986	3238
2005	195	1474	1669	2015	266	3194	3460
2006	201	1542	1743	2016	277	3284	3561
2007	206	1652	1858	2017	304	3882	4186
2008	212	2130	2342	2018	331	4530	4861
2009	202	2000	2202	2019	324	4366	4700
				2020	299	3972	4264

Распределение добычи угля открытым способом по годам представлено на рисунке 1.1.

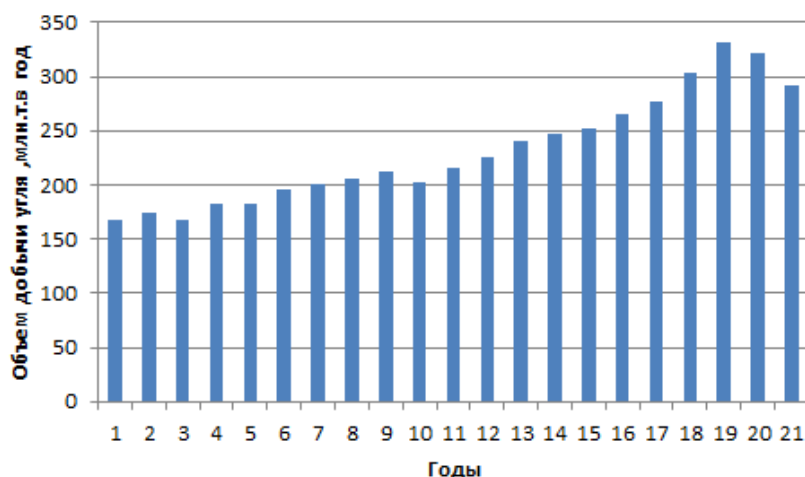


Рисунок 1.1. Распределение добычи угля открытым способом в период 2000–2020 гг.

Примечание: числа 1–21 соответствуют периоду времени 2000–2020 гг.

После реструктуризации отрасли наблюдается рост добычи угля, особенно, начиная с 2009 года.

С увеличением добычи угля возрастает и объем вскрыши, что в целом сказывается на увеличении объема перевозок автомобильным транспортом.

На рисунке 1.2 показано распределение объема горной массы и угля, который перевозится карьерными самосвалами.

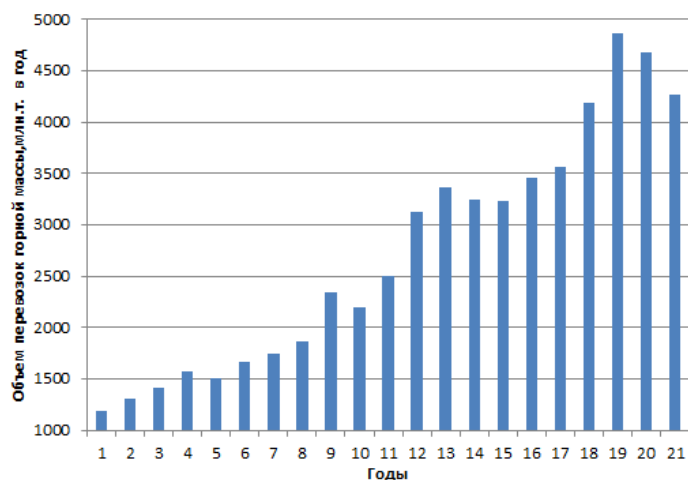


Рисунок 1.2. Распределение объема перевозок горной массы открытым способом в период 2000–2020 гг.

Примечание: числа 1–21 соответствуют периоду времени 2000–2020 гг.

Из рисунка видно, что объем перевозок автомобильным транспортом постоянно растет. Это связано не только с ростом добычи угля, но и с углублением разрезов, что вызывает увеличение объема вскрышных работ.

В таблице 1.2 представлены данные о смертельных случаях, травмах и численности рабочих при разработке угля открытым способом в период 2000–2020 гг.

Таблица 1.2. Данные о смертельных случаях, травмах и численности рабочих при разработке угля открытым способом в период 2000–2020 гг.

Годы	Численность работников, тыс. чел.	Количество смертельных случаев	Количество травм	Годы	Численность работников, тыс. чел.	Количество смертельных случаев	Количество травм
2000	78	26	286	2011	44	10	108
2001	77	17	151	2012	46	5	96
2002	73	6	286	2013	44	4	89
2003	56	14	256	2014	44	5	83
2004	44	14	172	2015	45	7	110
2005	43	17	201	2016	45	2	113
2006	43	10	199	2017	48	5	112
2007	44	12	189	2018	51	4	98
2008	45	8	178	2019	52	4	100
2009	38	9	143	2020	52	1	103
2010	42	12	122				

Распределение смертельных случаев и травм на угольных разрезах страны по годам приведено на рисунках 1.3 и 1.4.

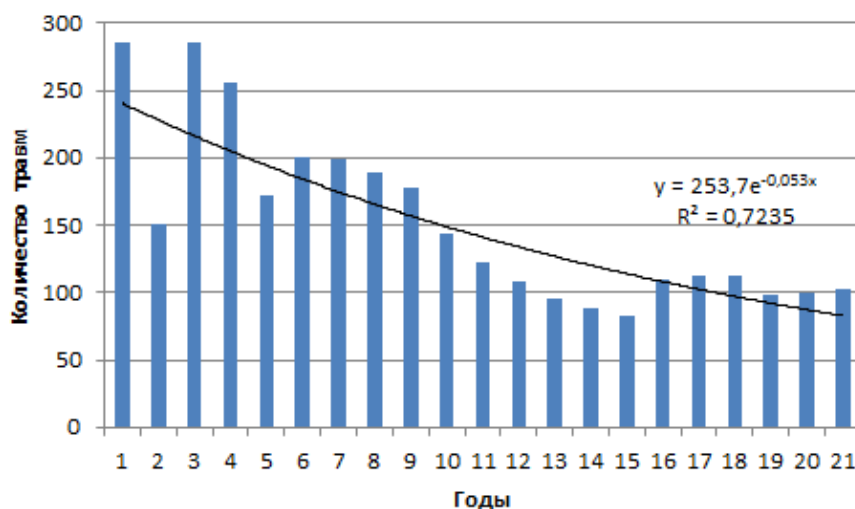


Рисунок 1.3. Снижение количества травм на угольных разрезах страны в период 2000–2020 гг.
Примечание: числа 1–21 соответствуют периоду времени 2000–2020 гг.

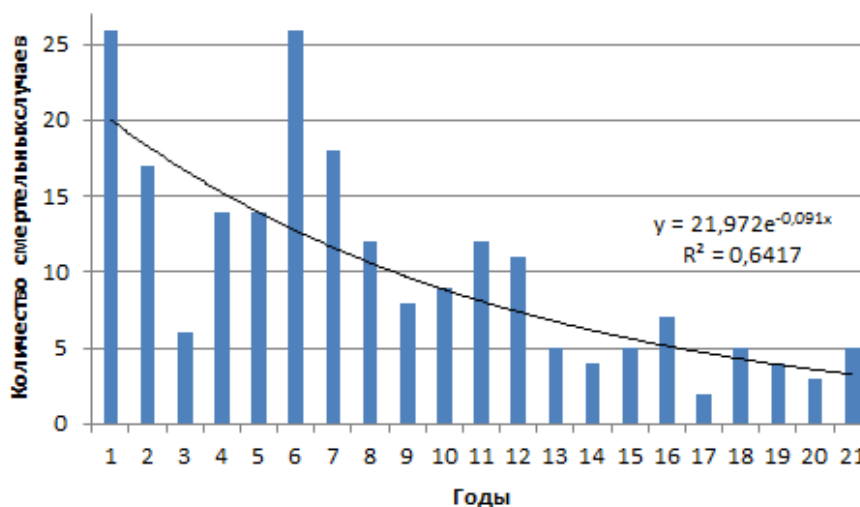


Рисунок 1.4. Снижение количества смертельных случаев на угольных разрезах страны в период 2000–2020 гг.
Примечание: числа 1–21 соответствуют периоду времени 2000–2020 гг.

Представленные на рисунках 1.3 и 1.4 зависимости показывают стабильное снижение травм и смертельных случаев на угольных разрезах. Это связано с более высокими требованиями к охране труда, соблюдению правил техники безопасности и совершенствованием орудий производства.

С целью оценки влияния объема перевозок автомобильным транспортом на количество смертельных случаев и травм были построены соответствующие зависимости (рисунки 1.5; 1.6).

Анализ рисунков показал, что количество смертельных случаев и травм существенно снижаются с увеличением объема перевозок. Это объясняется усилением мер по охране труда и техники безопасности, улучшением дорожных условий и соблюдением ПДД.

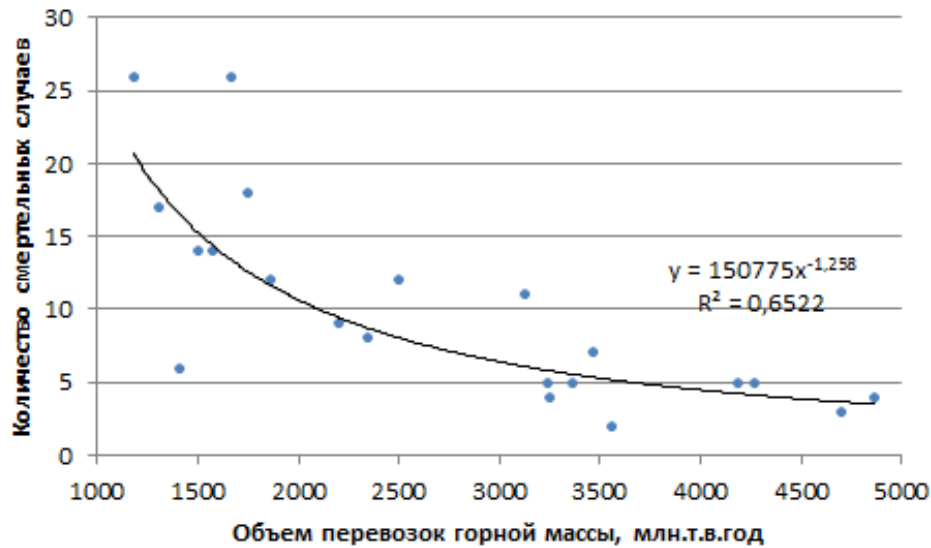


Рисунок 1.5. Зависимость количества смертельных случаев от объема горной массы (угля и вскрыши), перевозимой автомобильным транспортом

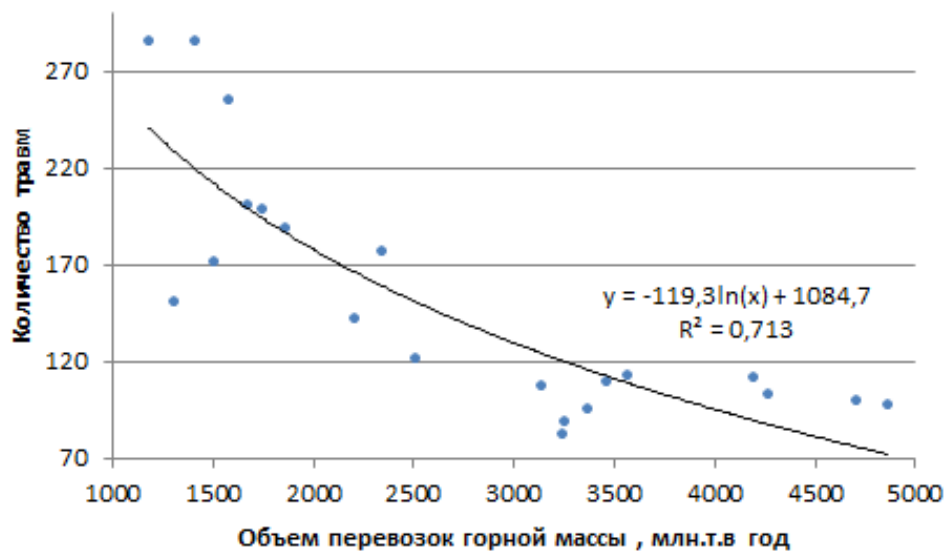


Рисунок 1.6. Зависимость количества травм от массы перевозимого груза автомобильным транспортом

Зависимость количества травм и смертельных случаев от численности трудящихся показана на рисунках 1.7 и 1.8.

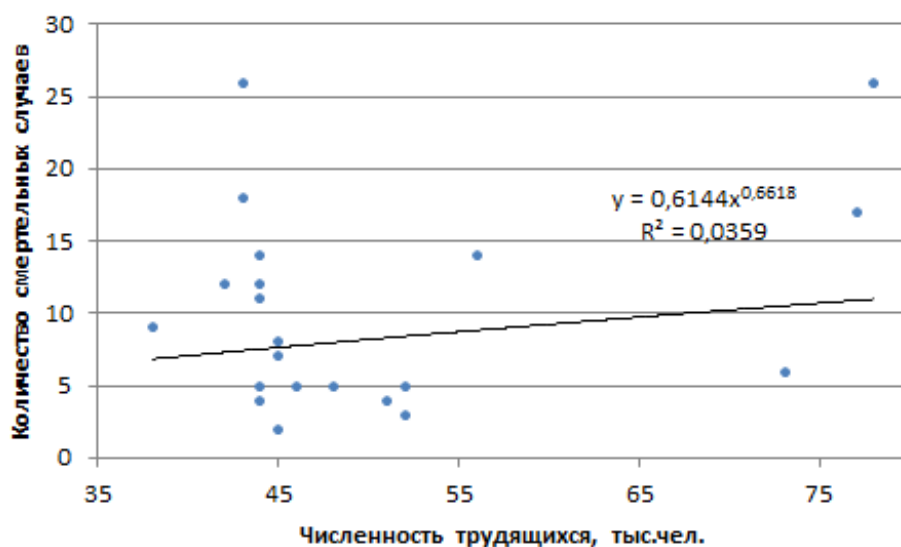


Рисунок 1.7. Зависимость смертельных случаев на угольных разрезах от числа работников в период 2000–2020 гг.

Из рисунка 1.7 видно, что такая связь практически отсутствует. По всей видимости, причины смертельных случаев не связаны с количеством работающих, а обусловлены другими причинами.

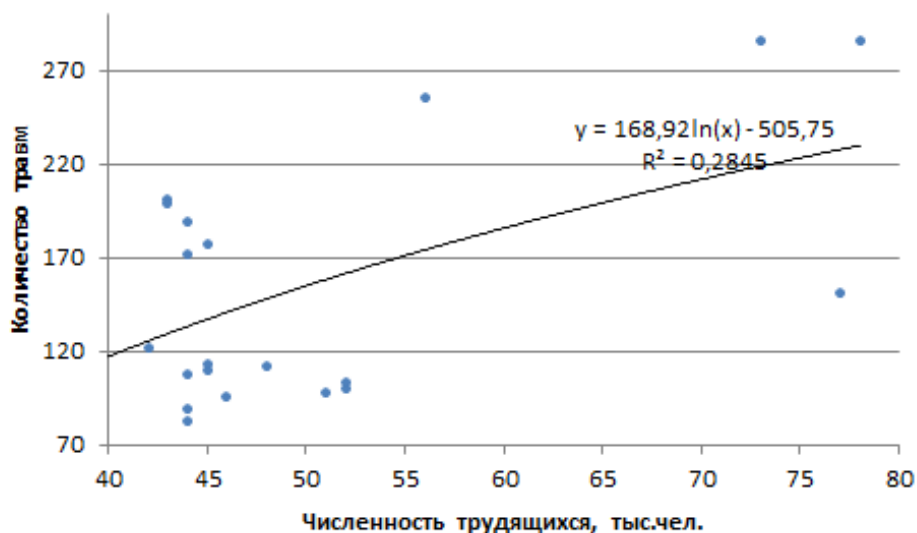


Рисунок 1.8. Зависимость количества травм от числа работников в период 2000–2020 гг.

Из рисунка 1.8 видно, что имеется слабая зависимость количества травм от численности работников на угольных разрезах. Очевидно, количество травм также связано в основном с влиянием других факторов.

Распределение основных причин смертельных случаев на угольных разрезах в период 2004–2016 гг. (среднее) приведено на рисунке 1.9 [6].



Рисунок 1.9. Распределение основных факторов, определяющих смертельные случаи при разработке угольных месторождений открытым способом в период 2000–2020 гг.

Из рисунка видно, что значительная часть смертельных случаев связана с работой на транспорте и обслуживанием различных машин и оборудования.

1.2. Разработка рудных месторождений [2, 3, 4]

1.2.1. Разработка рудных металлических месторождений

Объем добычи металлических руд открытым способом приведен в таблице 1.3.

Таблица 1.3. Объем добычи металлических руд и вскрышных пород в период 2000–2020 гг. (млн т в год)

Годы	Железная руда	Вскрыша	Медная руда	Вскрыша	Никелевая руда	Вскрыша	Бокситы	Вскрыша	Руда, содер. золота	Вскрыша	Руда, содер. алмазы	Вскрыша	Всего
2000	209	870	57	570	34	340	4	20	72	1080	н/д	н/д	3267
2001	199	830	55	550	34	340	4	20	77	1155	н/д	н/д	3275
2002	211	880	70	700	39	390	4	20	85	1275	н/д	н/д	3685
2003	221	920	70	700	40	400	4	20	89	1335	28	140	3978
2004	233	970	68	680	40	400	6	30	87	1305	33	165	4028
2005	228	950	68	680	40	400	6	30	84	1260	32	160	3949
2006	245	1020	79	790	40	400	7	35	82	1230	32	160	4131
2007	261	1050	73	730	40	400	6	30	82	1230	32	160	4105
2008	245	1000	75	750	35	350	6	30	93	1395	31	155	4176
2009	225	920	75	750	34	340	3	15	102	1530	29	145	4179
2010	249	1010	70	700	34	340	6	30	101	1515	29	145	4240
2011	245	1000	71	710	35	350	6	30	105	1575	29	145	4312
2012	261	1050	88	880	33	330	6	30	113	1695	29	145	4671
2013	265	1020	93	930	31	310	5	25	129	1935	32	160	4946
2014	265	1020	74	740	30	300	3	15	123	1845	32	160	4618
2015	265	1020	74	740	30	300	3	15	125	1875	35	175	4679
2016	260	1010	71	710	28	280	3	15	126	1890	33	165	4602
2017	273	1000	71	710	23	230	3	15	135	2025	35	175	4747
2018	276	950	90	900	36	360	2	10	140	2100	36	180	5102
2019	267	990	97	970	38	380	2	10	155	2325	34	170	5460
2020	270	1000	115	1150	39	390	2	10	150	2250	26	130	5554

На рисунке 1.10 приведено распределение объема перевозок металлических руд и вскрышных пород автомобильным транспортом в период 2000–2020 гг.

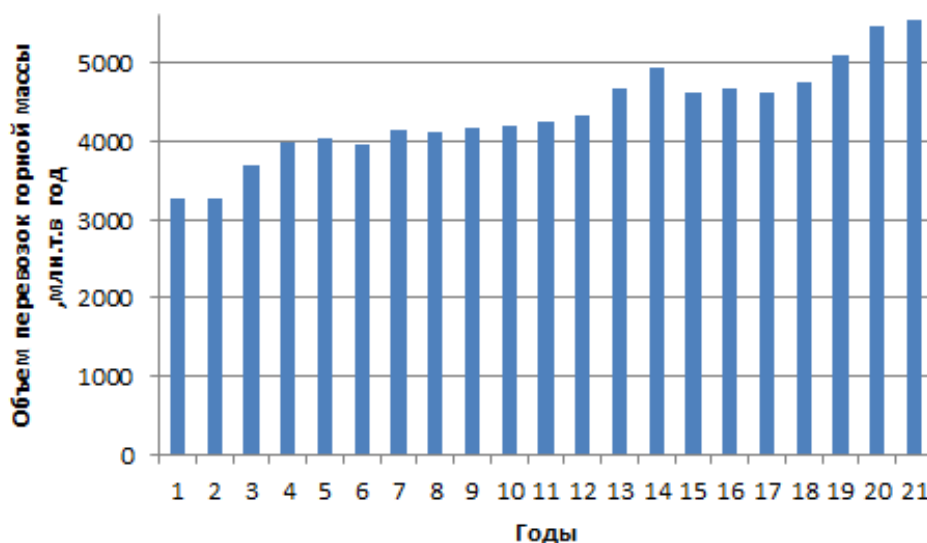


Рисунок 1.10. Распределение объема перевозок металлических руд и вскрышных пород автомобильным транспортом в период 2000–2020 гг.

Примечание: числа 1–21 соответствуют периоду времени 2000–2020 гг.

Из рисунка 1.10 видно, что наблюдается стабильный рост объема перевозок, что связано с ростом объема добычи металлических руд в стране.

1.2.2. Разработка рудных неметаллических месторождений

В таблице 1.4 приведен объем добычи неметаллических руд открытым способом в период 2000–2020 гг.

Таблица 1.4. Объем добычи неметаллических руд и вскрышных пород в России в период 2000–2020 гг. (млн т в год)

Годы	Фосфориты	Вскрыша	Гипс	Вскрыша	Асбест	Вскрыша	Известняк для соды	Вскрыша	Всего
2000	11,1	112,0	0,4	2,0	0,7	1,0	2,8	14,0	144,0
2001	10,5	106,0	0,4	2,0	0,7	1,0	2,6	13,0	136,0
2002	10,7	108,0	0,4	2,0	0,7	1,0	2,8	14,0	140,0
2003	11,0	110,0	0,4	2,0	0,9	1,4	3,0	15,0	144,0
2004	11,0	110,0	1,0	5,0	0,9	1,4	3,3	16,0	149,0
2005	11,0	110,0	1,1	6,0	0,9	1,4	3,3	16,0	150,0
2006	11,0	110,0	1,1	6,0	0,9	1,4	3,4	17,0	151,0
2007	11,0	110,0	1,2	6,0	0,9	1,4	3,6	18,0	152,0

Годы	Фосфориты	Вскрыша	Гипс	Вскрыша	Асбест	Вскрыша	Известняк для соды	Вскрыша	Всего
2008	10,4	104,0	1,2	6,0	0,9	1,4	3,5	18,0	145,0
2009	9,0	90,0	1,5	8,0	1,0	1,5	2,9	15,0	129,0
2010	11,0	110,0	1,7	9,0	1,0	1,5	3,0	15,0	152,0
2011	11,0	110,0	2,0	10,0	1,0	1,5	3,5	18,0	157,0
2012	11,2	110,0	2,1	11,0	1,1	1,7	3,5	18,0	159,0
2013	12,5	126,0	2,1	11,0	1,1	1,7	3,1	16,0	174,0
2014	11,0	110,0	2,2	11,0	0,7	1,0	3,8	19,0	159,0
2015	12,5	126,0	2,1	11,0	0,7	1,0	3,9	20,0	177,0
2016	12,4	124,0	2,0	10,0	0,7	1,0	3,8	19,0	173,0
2017	12,5	126,0	2,0	10,0	0,7	1,0	3,6	18,0	174,0
2018	13,0	130,0	2,8	14,0	0,8	1,2	4,0	20,0	186,0
2019	13,1	131,0	2,9	15,0	0,9	1,4	5,4	27,0	197,0
2020	13,1	131,0	3,0	15,0	0,9	1,4	5,4	27,0	197,0

На рисунке 1.11 приведено распределение объема перевозок неметаллических руд и вскрышных пород автомобильным транспортом в период 2000–2020 гг.

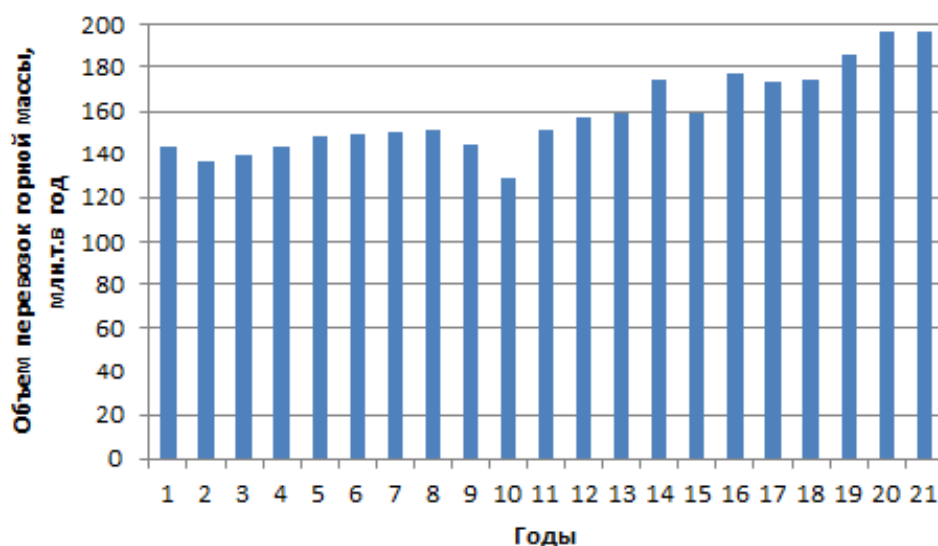


Рисунок 1.11. Распределение объема перевозок неметаллических руд и вскрышных пород автомобильным транспортом в период 2000–2020 гг.

Примечание: числа 1–21 соответствуют периоду времени 2000–2020 гг.

Из рисунка 1.11 видно, что наблюдается постоянный рост неметаллических руд, что в основном связано с увеличением добычи калийно-фосфатных руд.

1.3. Разработка нерудных месторождений

В таблице 1.5 представлены объемы горной массы нерудных материалов.

**Таблица 1.5. Объемы добычи песка, каменного материала и вскрыши
в период 2000–2020 гг. (млн т в год)**

Годы	Каменный материал	Вскрыша	Итого	Песок	Вскрыша	Итого
2000	154	770	924	103	515	618
2001	157	785	942	115	575	690
2002	155	775	930	119	595	714
2003	164	820	984	131	655	786
2004	174	870	1044	150	750	900
2005	195	975	1170	184	920	1104
2006	217	1085	1302	237	1185	1422
2007	259	1295	1554	296	1480	1776
2008	280	1400	1680	330	1650	1980
2009	193	965	1158	195	975	1170
2010	248	1240	1488	248	1240	1488
2011	291	1455	1746	285	1425	1710
2012	330	1650	1980	328	1640	1968
2013	322	1610	1932	315	1575	1890
2014	337	1685	2022	346	1730	2076
2015	314	1570	1884	386	1930	2316
2016	318	1590	1908	453	2265	2718
2017	280	1400	1680	504	2520	3024
2018	286	1430	1716	544	2720	3264
2019	277	1385	1662	490	2450	2940
2020	305	1525	1830	538	2690	3228

В таблице 1.6 приведены общие объемы перевозок горной массы (за исключением угля и вскрыши).

**Таблица 1.6. Общий объем перевозок горной массы рудных и нерудных материалов
в период 2000–2020 гг. (млн т в год)**

Годы	Метал. руды	Немет. руды	Камен. мат	Песок	Всего
2000	3267	144	924	618	4953
2001	3275	136	942	690	5043
2002	3685	140	930	714	5469
2003	3978	144	984	786	5892
2004	4028	149	1044	900	6121
2005	3949	150	1170	1104	6373
2006	4131	151	1302	1422	7006

Годы	Метал. руды	Немет. руды	Камен. мат	Песок	Всего
2007	4105	152	1554	1776	7587
2008	4176	145	1680	1980	7981
2009	4179	129	1158	1170	6636
2010	4240	152	1488	1488	7368
2011	4312	157	1746	1710	7925
2012	4671	159	1980	1968	8778
2013	4946	174	1932	1890	8942
2014	4618	159	2022	2076	8875
2015	4679	177	1884	2316	9064
2016	4602	173	1908	2718	9401
2017	4747	174	1680	3024	9645
2018	5102	186	1716	3264	10268
2019	5460	197	1662	2940	10259
2020	5554	197	1830	3228	10809

На рисунке 1.12 приведено распределение общего объема перевозок автомобильным транспортом горной массы (кроме угля и вскрыши) в период 2000–2020 гг.

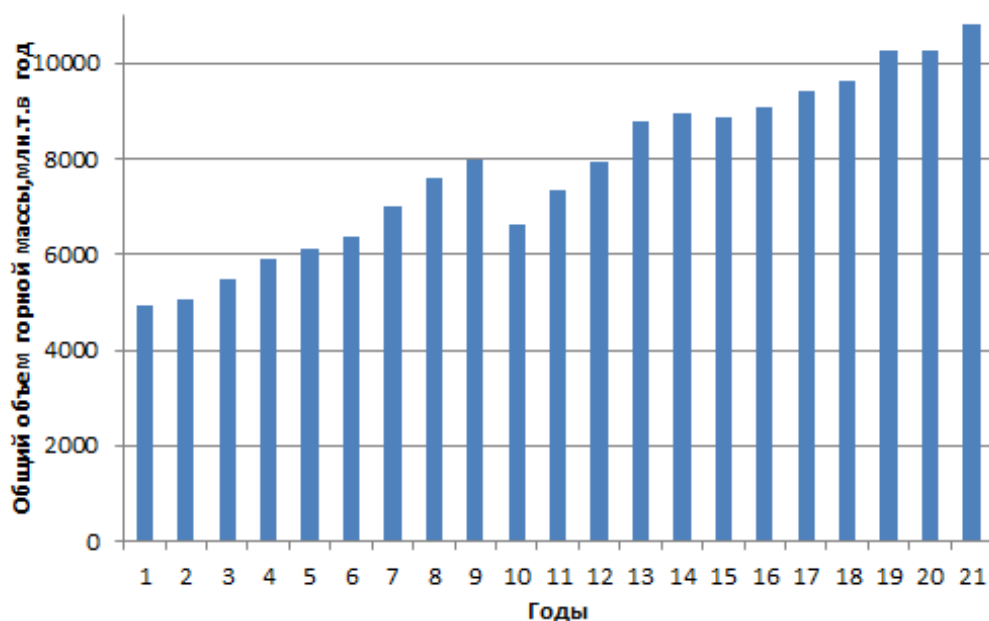


Рисунок 1.12. Распределение объема перевозок горной массы при добыче полезных ископаемых (кроме угля и вскрыши) в период 2000–2020 гг.
Примечание: числа 1–21 соответствуют периоду времени 2000–2020 гг.

Из рисунка 1.12 видно, что объем перевозок в рудной и строительной отрасли постоянно растет и составляет более 10 млрд т. В значительной степени рост объемов перевозок обусловлен ростом строительной индустрии.

На рисунке 1.13 приведено распределение открытой добычи полезных ископаемых по отраслям.

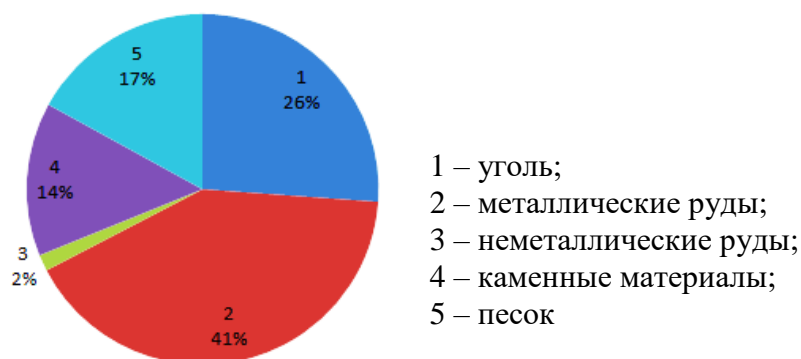


Рисунок 1.13. Распределение добычи полезных ископаемых при разработке месторождений открытым способом по состоянию на 2020 гг.

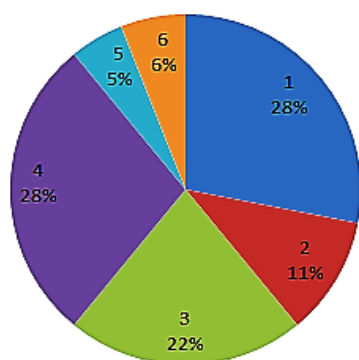
Из рисунка 1.13 видно, что свыше 40% объема перевозок приходится на перевозки при разработке карьеров с металлическими рудами.

В таблице 1.7 приведены данные об общем количестве смертельных случаев и травм, а также численности сотрудников предприятий на открытых разработках полезных ископаемых в период 2000–2020 гг. (кроме угольных разрезов).

Таблица 1.7. Численность работников предприятий, количество травм и смертельных случаев в период 2000–2020 гг.

Годы	Числен. тыс. чел.	Смерт. случаи	Кол. травм	Годы	Числен. тыс. чел.	Смерт. случаи	Кол. травм
2000	655	39	1290	2011	551	15	965
2001	660	42	1305	2012	535	22	936
2002	642	36	1227	2013	379	18	780
2003	640	31	1180	2014	312	17	530
2004	650	40	1160	2015	301	9	542
2005	633	19	1140	2016	271	11	461
2006	627	34	1100	2017	231	13	455
2007	613	38	1110	2018	213	12	470
2008	575	25	1035	2019	216	10	440
2009	515	25	985	2020	194	6	410
2010	527	30	1015				

На рисунке 1.14 показано распределение смертельных случаев по отраслям в период 2000–2020гг.



- 1 – уголь;
- 2 – черная металлургия;
- 3 – цветная металлургия;
- 4 – драгоценные металлы и камни;
- 5 – строительные материалы;
- 6 – горная химия

Рисунок 1.14. Распределение смертельных случаев по отраслям промышленности в период 2000–2020 гг.

Из рисунка 1.14 видно, что около 80% смертельных случаев наблюдается на угольных разрезах и при добыче цветных металлов и драгоценных камней.

На рисунке 1.15 показана зависимость количества смертельных случаев от общего объема перевозок горной массы и полезных ископаемых на открытых горных разработках в период 2000–2020 гг.

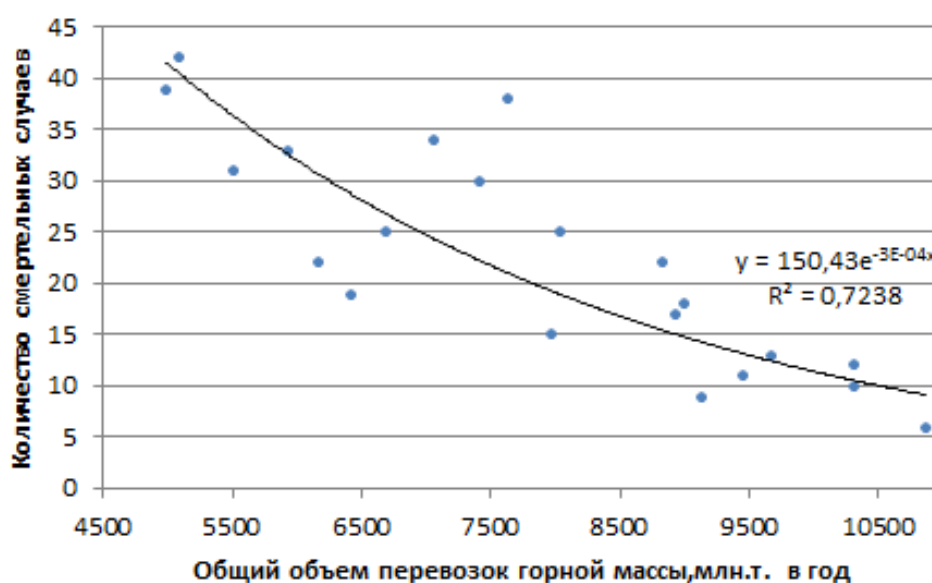


Рисунок 1.15. Зависимость количества смертельных случаев от общего объема перевозок горной массы и полезных ископаемых на открытых горных разработках в период 2000–2020 гг.

Из рисунка видно, что количество смертельных случаев снижается с увеличением объема перевозок. Это означает, что объем перевозок не является одним из факторов, влияющих на возникновение смертельных случаев.

На рисунке 1.16 показана зависимость количества травм от общего объема перевозок горной массы.

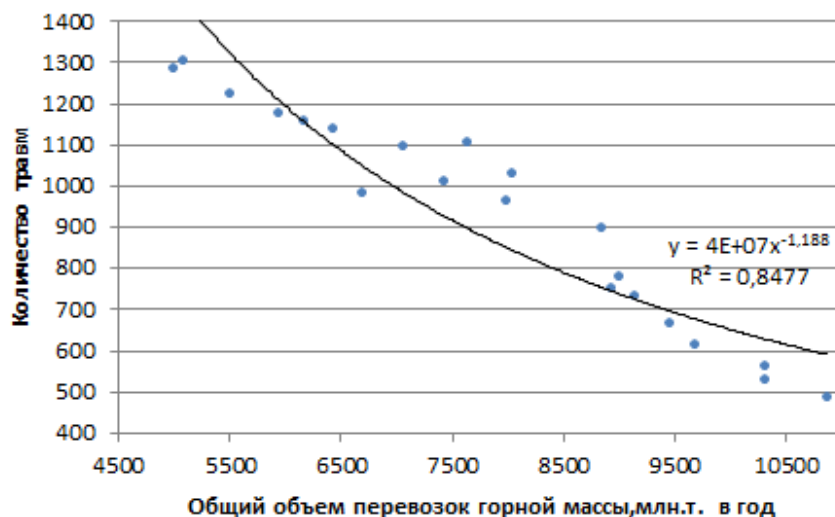


Рисунок 1.16. Зависимость количества травм от общего объема перевозок горной массы

Из рисунка 1.16 видно, что наблюдается снижение травматизма, которое так же, как и смертельные случаи, не связано с увеличением объема перевозок.

Влияние численности трудящихся на количество смертельных случаев показано на рисунке 1.17.

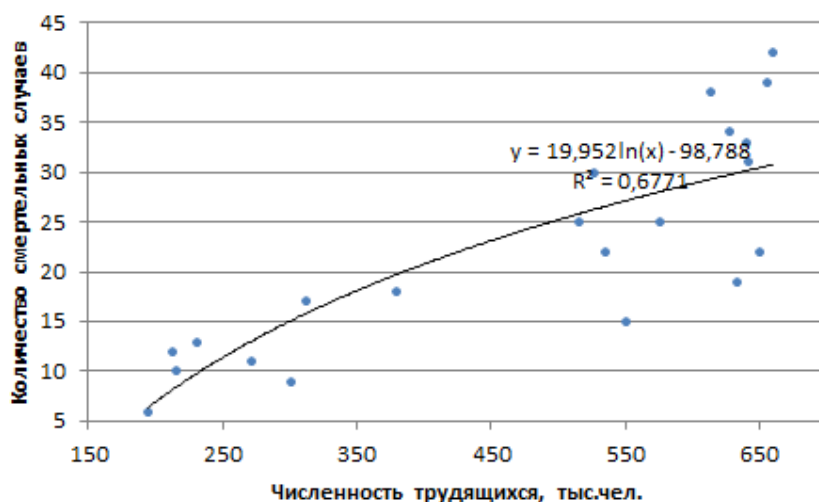


Рисунок 1.17. Зависимость количества смертельных случаев от численности трудящихся на открытых горных разработках в период 2000–2020 гг.

Из рисунка видно, что наблюдается устойчивая связь между количеством смертельных случаев и численностью трудящихся на добыче полезных ископаемых, что вполне естественно.

На рисунке 1.18 приведена зависимость количества травм от численности работников предприятия.

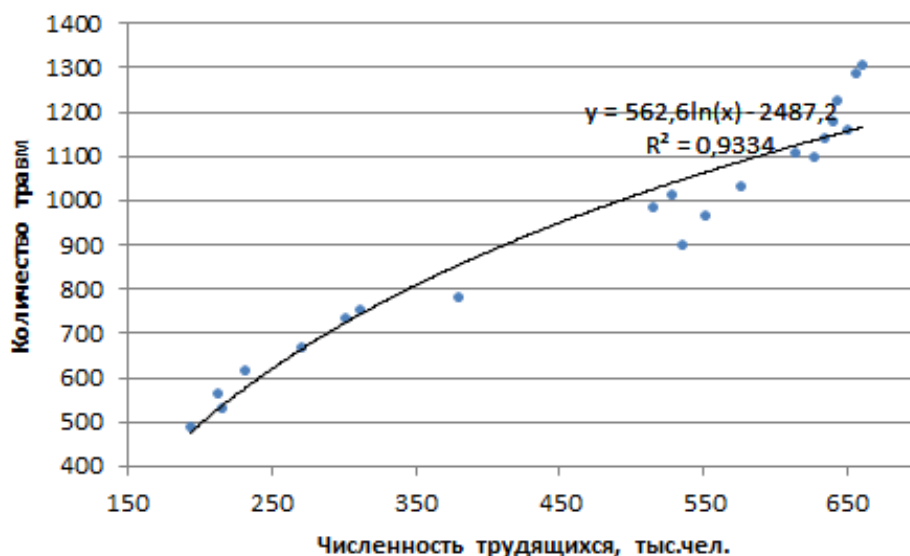


Рисунок 1.18. Зависимость количества травм от численности трудящихся

Из рисунка 1.18 видно, что травматизм в значительной степени связан с численностью трудящихся на предприятии.

На рисунке 1.19 представлено распределение основных причин, вызывающее смертельные случаи при добыче минеральных материалов открытым способом в период 2004–2009 гг. [5].



- 1 – обрушения;
- 2 – транспорт;
- 3 – возгорания;
- 4 – машины и механизмы;
- 5 – электротравмы; 6 – ожоги;
- 7 – падения с высоты; 8 – прочие

Рисунок 1.19. Распределение основных факторов, влияющих на количество смертельных случаев в процессе добычи минеральных материалов открытым способом в период 2004–2009 гг.

Из рисунка видно, что чаще всего смертельные случаи возникают при транспортировании горной массы автомобилями, погрузочно-разгрузочных работах с применением погрузчиков фронтального типа, а также на отвалах при работе бульдозеров.

1.4. Анализ причин смертельных случаев и травм в горнодобывающей отрасли

Анализ производственного травматизма на открытых горных разработках показал, что основными причинами смертельных случаев являются:

- нарушения ПДД в процессе движения (превышение скорости движения, опасные маневры во время погрузки горной массы, близкое расположение автомобиля по отношению к кромке отвала и т. п.);
- нарушения правил техники безопасности при погрузочно-разгрузочных и ремонтных работах;
 - неисправность автомобилей (в основном, тормозные системы);
 - неисправность электрооборудования;
 - отсутствие или недостаточная высота предохранительного вала на отвалах и на дороге;
 - превышение нормативного значения продольного уклона дороги;
 - превышение разрешенной скорости движения;
 - техническая неисправность самосвалов (отказ рулевого управления, тормозной системы, шин);
 - отсутствие противоаварийных съездов;
 - несоблюдение правил техники безопасности;
 - человеческий фактор (вследствие утомляемости, болезненного состояния и других факторов).

Как правило, эти причины являются следствием [6, 7]:

- низкого уровня производственного контроля;
- неудовлетворительной организации горных работ;
- нарушением технологии ведения открытых горных работ;
- несоблюдением правил техники безопасности в процессе ремонтных работ;
- отсутствием надлежащего технического мониторинга;
- недостаточной освещенности участков погрузки, транспортировки и выгрузки горной массы;
- отсутствием мониторинга состояния здоровья операторов машин и механизмов.

Кроме того, имеются случаи смертельного травматизма по причине нарушения работниками трудового распорядка и дисциплины труда, грубого

нарушения требований промышленной безопасности, в том числе в состоянии алкогольного и наркотического опьянения.

Как показывают исследования, в подавляющем большинстве случаев производственный травматизм обусловлен человеческим фактором (по разным данным от 70 до 90%). Под человеческим фактором понимается ошибка, совершенная человеком в процессе производственной деятельности.

Ошибка человека – это многофакторная проблема. Поэтому необходимо понять природу человеческой ошибки и то, что её провоцирует. Допущенные ошибки имеют различный уровень сложности, который необходимо определить в процессе анализа причин несчастного случая [8].

Классификация человеческой ошибки может быть представлена в следующем виде:

- промахи (оплошности), связанные с навыками и выполнением операций;
- промахи (оплошности), связанные с применением правил;
- заблуждения, связанные с применением правил;
- заблуждения, связанные с применением знаний;
- нарушения.

Нарушения рассматриваются как особая категория, и, в отличие от других, они являются преднамеренными.

К нарушениям относятся:

– повседневные нарушения демонстрируют привычное поведение, которое противоречит установленным правилам, но кажется нормальным и допустимым образом действий в данных производственных условиях;

– ситуационные нарушения возникают, когда факторы в пределах рабочего пространства ограничивают соблюдение правил, и дальнейшее их выполнение считается неэффективным или небезопасным, учитывая конкретные обстоятельства;

– исключительные нарушения встречаются редко, возникают в необычных ситуациях, где человек пытается решить непривычную для него проблему и чувствует, что нарушения инструкций ему не избежать. Данный тип нарушений обладает высокой степенью риска, поскольку последствия предпринятых действий не всегда предсказуемы.

При расследовании причин несчастного случая необходимо рассматривать человеческую ошибку, которая не является:

- причиной сбоя – это следствие или симптом более серьезной проблемы;
- случайной – она связана с рабочими инструментами, задачами и условиями работы;
- итогом в расследовании происшествия – она должна быть отправной точкой.

Основные факторы влияния на человеческие ошибки:

- система управления безопасностью и охраной труда и здоровья сотрудников на предприятии;
- ответственные лица за разработку системы управления безопасностью и ее мониторингом;
- нормативное обеспечение безопасности и охраны труда и здоровья сотрудников предприятия;
- условия работы оператора.

Система управления безопасностью и охраной труда и здоровья сотрудников на предприятии должна включать:

- приоритетность задач по обеспечению безопасности и капиталовложений в данную область;
- внедрение разработанных планов управления безопасностью в жизнь предприятия;
- организацию и инфраструктуру, предусматривающую механизм, посредством которого выполняются требования системы с определением обязанностей и порядка подчиненности;
- современные нормы, правила, процедуры и т. п., т. е. она должна охватывать те аспекты общего действия, которые могут (даже косвенно) влиять на безопасность. Такие аспекты должны учитывать, например: усталость, сменность, график работы и другие факторы.

С целью совершенствования работы по охране труда и технике безопасности необходимо:

- предусмотреть выполнение следующих функций – осмотр объектов предприятия, включая транспортные средства, базу по их ремонту, горную технику в т. ч. буровзрывное оборудование, мониторинг стандартов и правил и принятие корректирующих мер, разработку инновационных решений с применением IT- технологий и оценка эффективности принятых решений;
- осуществить переход от нормативного к правовому регулированию т. к. в системах национального регулирования большинства стран сместился акцент от подтверждения соответствия специальным требованиям к подтверждению того, что вы обладаете необходимыми компетенциями, позволяющими управлять безопасностью;
- менеджер по охране труда и технике безопасности предприятия должен иметь образование инженера-горняка и опыт работы на аналогичных предприятиях;
- осуществить переход от административных к управленческим функциям во всех подразделениях предприятия, широко используя цифровые технологии.

Нормы, правила и процедуры (в том числе, например, планы производственных работ, инструкции по технике безопасности, методы безопасного ведения работ и т. д.) представляют собой, по сути, руководство по эксплуатации системы управления безопасностью. Задача норм, правил и процедур по безопасности заключается в обеспечении информацией, на которой строится безопасное поведение. Поэтому невыполнение требований норм, правил и процедур по безопасности, несомненно, является нарушением и часто рассматривается в качестве основной причины аварии (инцидента) и ясным признаком того, что человек, который нарушил правила, несет ответственность за последующие аварии (инциденты).

Основные рекомендации в этой области сводятся к выполнению следующих требований:

- в инструкции должны быть изложены конкретные задачи в простой и понятной форме;

- изложение, по возможности, должно учитывать состав работников, для которых они были разработаны;

- использование простых слов и положительных утверждений. Написание инструкций предполагает употребление положительных слов и фраз, что способствует пониманию и соблюдению норм, правил и процедур. Положительные утверждения легче понять и запомнить, и меньше вероятность быть неправильно понятым или истолкованным. Действия запрещающего характера следует поместить в конце инструкции в специальный раздел. Независимо от опыта и знаний разработчика все инструкции (процедуры) должны быть апробированы на примере конечного пользователя до применения на практике. Без такой проверки невозможно гарантировать, что будут выявлены все возможные недопонимания, или что проект инструкции (процедуры) окажется полезным в обстоятельствах, в которых он должен быть применен.

Условия работы операторов мобильного оборудования также могут оказать существенное влияние на появление человеческой ошибки.

Основные факторы, влияющие на работу оператора:

- шум;

- вибрация;

- освещение;

- тепловая нагрузка;

- эргономика.

Указанные факторы не только могут привести к человеческой ошибке, но и оказывают влияние на здоровье человека.

Результаты воздействия шума могут быть следующими [9]:

- высокий уровень шума может стать причиной глухоты;

– средний уровень шума может повлиять на производительность труда вследствие нарушения органов слуха;

– низкий уровень шума может привести к снижению комфортности и нарастанию раздражительности (что, в свою очередь, приводит к снижению концентрации внимания).

В комплексе действующих на горнорабочих неблагоприятных производственных факторов шум и вибрация занимают одно из ведущих мест, которые обуславливают развитие шумовибрационной патологии. Нормируемые параметры шума на 15–18 дБ и виброускорения до 5–8 м/с² на основных рабочих местах часто превышают гигиенические нормативы.

Несмотря на снижение шума и вибрации в современных самосвалах и, проблема вибронегруженности операторов остается. Это связано с тем, что оператор испытывает вибронегруженность в течение всей смены (короткий обеденный перерыв только частично снимает негативное влияние этого фактора), подвижной состав эксплуатируется за пределами сроков проведения капитального ремонта, что отрицательно сказывается на вибро-шумозащищенности, а автомобильные дороги, которые в значительной степени влияют на вибронегруженность, далеко не всегда отвечают требованиям нормативных документов по ровности проезжей части.

Самой простой и дешевой способ снижения вибрации водителя состоит в системном выравнивании проезжей части автогрейдером, что практикуется в большинстве стран мира.

Плохое освещение в местах погрузки и разгрузки, а также на дороге может привести не только к несчастным случаям (сходу самосвалов с отвала, бермы), но и вызвать головные боли, снижение зрительного восприятия и развитие болезней глаз.

Основные рекомендации сводятся к установлению современных светодиодных светильников в пыле- влагозащищенном исполнении, промывать фары автомобиля каждую смену, а светильники ежегодно.

К основным параметрам тепловой нагрузки среды относят температуру, влажность и движение воздуха. Если рассматривать температуру, то она может стать причиной многих проблем, будучи как слишком высокой, так и слишком низкой. Умеренно высокая температура может служить причиной раздражительности, потери концентрации, увеличения ошибок, ухудшения качества выполнения работы и сильной усталости, в то время как умеренно низкая температура может привести к снижению подвижности рук или ног, неловкости движений и уменьшению тактильного восприятия

В современных самосвалах и другом мобильном оборудовании вопрос регулирования температуры решается с помощью установки кондиционеров.

Улучшение условий труда операторов горного оборудования с точки зрения эргономики оценивается по двум показателям: работоспособности и ремонтпригодности. В основном улучшение этих показателей осуществляется на стадии разработки горного оборудования. В техническом задании на разработку или дополнительного оснащения оборудования необходимо предусматривать:

- быстрый, удобный и безопасный доступ оператора к рабочему месту;
- быстрота доступа к органам управления оборудованием и легкость работы (имеется ввиду использование в качестве рычагов управления джойстики, которые значительно снижают нагрузку на кисти рук);
- легкость и быстрота использования ремней безопасности;
- травмобезопасное обеспечение рабочего места оператора;
- обзорность рабочей зоны (при необходимости использовать дополнительные устройства для обеспечения видимости со всех сторон оборудования).

Список использованных источников

1. Ежемесячный научно-технический и производственно-экономический журнал «Уголь»: официальный сайт. – 2023. – URL: <http://www.ugolinfo.ru/?ysclid=lrg47o0bbe238983095> (дата обращения: 03.08.2023). – Текст: электронный.
2. Ежегодные государственные доклады Ростехнадзора РФ. – Текст: электронный // Ростехнадзор: официальный сайт. – 2023. – URL: https://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/?ysclid=lrg4crt1653696520 (дата обращения: 03.08.2023).
3. Российский статистический ежегодник. – Текст: электронный // Росстат: официальный сайт. – 2023. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> (дата обращения: 03.08.2023).
4. Safirova E. The Mineral Industry of Russia. – U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey. – URL: <https://pubs.usgs.gov/myb/vol3/2017-18/myb3-2017-18-russia.pdf> (дата обращения: 03.08.2023). – Текст: электронный.
5. Сыромятников Д. Б. Основные причины аварийности и травматизма на объектах открытых горных работ в России и пути их устранения / Д. Б. Сыромятников, Е. Б. Гридина, К. Н. Ястребова. – Текст: непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 5. – С. 214–218.
6. Анализ смертельного травматизма при добыче угля открытыми горными работами / Д. Е. Скударнов, В. А. Портола, А. А. Квасова, А. В. Сачков. – Текст: непосредственный // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2018. – № 1. – С. 33–39.

7. Оксман В. С. Анализ летальных несчастных случаев в горнорудной и нерудной промышленности России / В. С. Оксман, Н. К. Трубецкой, А. И. Гражданкин. – Текст: непосредственный // Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 3. – С. 28–35.

8. Гершгорин В. С. Человеческий фактор и культура безопасности в производственной деятельности: монография / В. С. Гершгорин, Л. П. Петухова. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2016. – 447 с. – ISBN: 978-5-8353-1504-8. – Текст: непосредственный.

9. Чеботарев А. Г. Гигиеническая оценка шума и вибрации, воздействующих на работников горных предприятий А. Г. Чеботарев, Н. Н. Курьеров. – DOI: <http://dx.doi.org/10.30686/1609-9192-2020-1-148-153>. – Текст: электронный // Горная промышленность. – 2020. – № 1. – С. 148–153. – URL: <https://mining-media.ru/ru/article/newtech/15554-gigienicheskaya-otsenka-shuma-i-vibratsii-voz> (дата обращения: 03.08.2023).

2. Охрана труда и безопасность движения на открытых горных разработках США

США – передовая страна, обладающая большой производственной мощностью и огромным потенциалом развития. На долю США приходится 34% мирового промышленного производства. Промышленность США потребляет около 1/3 сырья, добываемого в мире, включает три группы общественного производства: добывающую промышленность, обрабатывающую промышленность и электроэнергетику.

США богаты природными ресурсами и полезными ископаемыми. В стране есть месторождения газа, нефти, железных и урановых руд, руд ванадия, меди, титана, свинца, молибдена, цинка, бериллия, вольфрама, серебра, золота, а также фосфоритов, калийных солей, флюорита, борных руд, барита и серы. США находятся на первом месте по запасам ископаемых углей. Основные каменноугольные бассейны расположены в центральной, западной и восточной частях страны, бурогольные – на юге и на севере. На Аляске также имеется ряд бассейнов, которые почти не освоены. В стране имеются большие запасы урановых руд, сосредоточенных в западных районах – в межгорье штата Вайоминг, на плато Колорадо, на западе побережья Мексиканского залива.

США богаты запасами титановых руд. Наиболее значительное месторождение находится в штате Нью-Джерси. На территории США разведаны крупные месторождения ванадиевых руд. Также в стране имеются довольно значительные запасы бериллиевых руд.

Запасы бокситов в США сосредоточены в штатах Джорджия, Арканзас, Миссисипи и Вирджиния. Кроме того, на Гавайских островах находится почти 30% запасов низкокачественных бокситов страны. Еще в США есть более пятидесяти месторождений вольфрамовых руд, которые расположены в западных штатах страны. По запасу золотых руд США находятся на втором месте после ЮАР. Золото добывают вдоль юго-восточного и западного побережий, а также на Аляске. В стране имеются громадные запасы литиевых руд, сосредоточенные в штатах Северная Каролина и Невада. Также в США известно более семидесяти месторождений меди. США богаты запасами калийных солей, заключенных в осадочных месторождениях и в соленосных озерах. На территории страны имеются три крупных соленосных бассейна [3].

85–90% минеральных материалов разрабатывается открытым способом.

Всего в США насчитывается, по данным на 2019 год, 12 968 предприятий по добыче полезных ископаемых, в т. ч. 6289 карьеров по добыче песка и гравия, 4338 – каменного материала, 1134 – угля, 920 – неметаллических руд и 287 металлических руд [4]. На рисунке 2.1 приведено процентное распределение числа

предприятий по добыче полезных ископаемых в США в 2019. Более 80% предприятий в горнодобывающей промышленности заняты добычей строительных материалов.



Рисунок 2.1. Распределение числа предприятий по добыче полезных ископаемых на 2019 год

Особенно велики топливно-энергетические ресурсы. Имеются крупные запасы руд черных и цветных металлов, горно-химического сырья и других, которые в подавляющем большинстве добываются открытым способом (до 90%).

Уголь является важным национальным природным ресурсом, в первую очередь благодаря своей энергетической ценности. Уголь – важнейший и наиболее распространенный источник энергии в США. Страна располагает самыми большими в мире промышленными запасами угля (всех типов), которые оцениваются в 444,8 млрд т. Запасов каменного угля США при современных темпах его потребления должно хватить на несколько сотен лет.

Увеличение добычи полезных ископаемых и разработка новых месторождений способствовали увеличению производства карьерных самосвалов, спрос на которые обусловлен также значительным расширением строительного производства.

В горнодобывающей промышленности США нашли применение самосвалы грузоподъемностью 90–360 т, и наблюдается тенденция к дальнейшему увеличению грузоподъемности самосвалов.

ОАО «БелАЗ» запустило серию карьерных самосвалов серии 75710 грузоподъемностью 450 т, корпорация Terex запустила серию карьерных самосвалов MT 5500AC грузоподъемностью 598 тонн. Ключевыми производителями и поставщиками карьерных самосвалов являются Caterpillar, Hitachi Construction Machinery Co., Ltd., Komatsu Ltd., BAS Mining Trucks и ОАО «Белаз», Liebherr, Terex и другие компании.

Ширина карьерных самосвалов достигает до 10 м, длина – до 20 м, и высота – до 9 м.

Такие размеры машин предъявляют соответствующие требования к автомобильным дорогам, по которым осуществляется транспортировка горной массы. План и продольный профиль дорог, также ограждение должны соответствовать условиям движения для конкретного объекта.

Для предотвращения несчастных случаев, снижения частоты и степени тяжести несчастных случаев, уменьшения воздействия на рабочих вредных производственных факторов, и для создания более безопасных и здоровых условий труда при добыче полезных ископаемых, в составе Министерства труда США было создано Управление по безопасности и охране труда (MSHA) по добыче полезных ископаемых, которое обеспечивает контроль за выполнением обязательных требований по охране труда и технике безопасности.

В 2006 г. Конгресс США принял новый закон о безопасности и охране труда в горной промышленности (Mine Improvement and New Emergency Response Act / MINER Act). В соответствии с этим законом MSHA обязал Национальный институт охраны труда (NIOSH):

- разрабатывать рекомендации, позволяющие создавать (обязательные для выполнения) стандарты, регулирующие санитарно-гигиенические требования к добыче полезных ископаемых;
- проводить программы медицинского обследования шахтёров, включая флюорографию для обнаружения пневмокониоза у шахтёров, добывающих уголь;
- проводить исследования в шахтах;
- проверять и сертифицировать средства индивидуальной защиты (включая респираторы) и контрольно-измерительное оборудование, обеспечивающее безопасность.

2.1. Разработка угольных месторождений

Объем добычи угля открытым способом и объем перевозки вскрышных пород в период 1978–2015 гг. представлен в таблице 2.1 [5].

Таблица 2.1. Добыча угля открытым способом и объем перевозок вскрышных пород в период 1978–2020 гг. (млн т)

Годы	Объем добычи	Объем вскрыши	Общий объем перевозок		Годы	Объем добычи	Объем вскрыши	Общий объем перевозок
1	2	3	4		5	6	7	8
1978	384	3840	4224		2000	630	6300	6930
1979	414	4140	4574		2001	672	6720	7392

Годы	Объем добычи	Объем вскрыши	Общий объем перевозок	Годы	Объем добычи	Объем вскрыши	Общий объем перевозок
1980	443	4430	4873	2002	663	6630	7293
1981	456	4560	5016	2003	647	6470	7117
1982	449	4490	5005	2004	670	6700	7370
1983	434	4340	4774	2005	687	6870	7557
1984	490	4900	5390	2006	723	7230	7953
1985	480	4800	5280	2007	715	7150	7865
1986	477	4770	5247	2008	733	7330	8063
1987	491	4910	5401	2009	668	6680	7348
1988	511	5110	5621	2010	672	6720	7392
1989	528	5280	5808	2011	675	6750	7425
1990	545	5450	5995	2012	607	6070	6677
1991	530	5300	5830	2013	579	5790	6369
1992	531	5310	5841	2014	581	5810	6391
1993	535	5350	5885	2015	531	5310	5841
1994	571	5710	6281	2016	428	4280	4708
1995	573	5730	6303	2017	451	4510	4961
1996	589	5890	6479	2018	433	4330	4763
1997	602	6020	6622	2019	395	3950	4345
1998	630	6300	6930	2020	306	3060	3366
1999	638	6380	7018				

Распределение объема перевозок автомобильным транспортом представлено на рисунке 2.2.

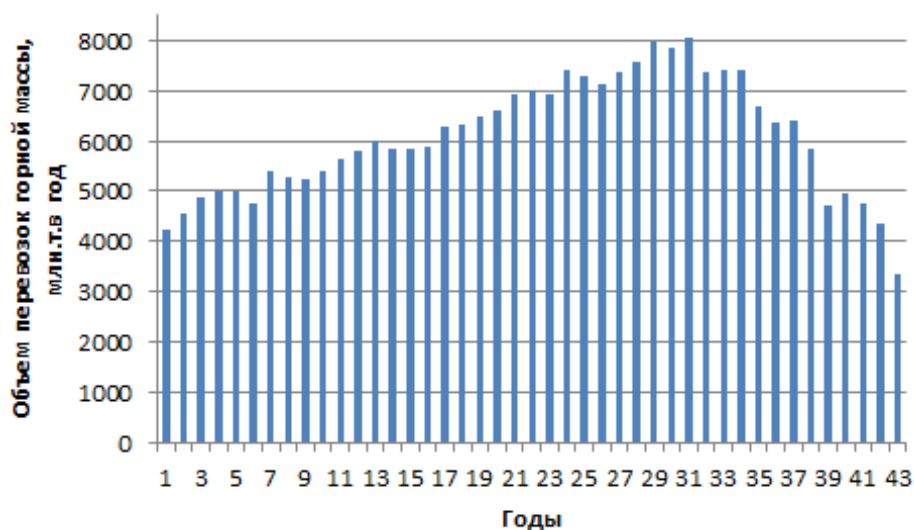


Рисунок 2.2. Распределение объема перевозок угля и вскрыши в период 1978–2020 гг.

Примечание: числа 1–43 соответствуют периоду времени 1978–2020 гг.

Из рисунка 2.2 видно, что наибольший объем перевозок приходится на 2006–2008 годы. В последние годы в мире наблюдается тенденция к снижению выбросов углекислого газа, которые в значительной степени возникают в результате сжигания угля для получения электроэнергии. Эта тенденция просматривается и в перспективе на долгосрочный период в связи с обязательством страны по снижению углеводородных выбросов. В связи с этим количество добываемого угля в последнее время сократилось.

Статистика смертельных случаев при добыче угля открытым способом в период 1931–2020 гг. показала, что на угольных разрезах США в период с 1931 года по 2020 год погибло 2240 человек.

В таблице 2.2 приведены данные смертельных случаев, травм и численности трудящихся при добыче угля на угольных разрезах в период 1995–2020 гг.

Таблица 2.2. Количество смертельных случаев, травм у трудящихся при добыче угля в период 1995–2020 гг. [6]

Годы	Количество смерт. случаев	Количество травм	Количество трудящихся		Годы	Количество смерт. случаев	Количество травм	Количество трудящихся
1995	16	1075	46637		2008	0	671	53619
1996	5	928	45631		2009	0	626	53663
1997	6	971	46355		2010	4	539	53512
1998	4	933	45605		2011	9	551	55439
1999	9	786	43512		2012	3	458	50891
2000	10	801	41354		2013	4	377	44369
2001	5	790	44379		2014	5	379	41477
2002	9	916	43212		2015	3	300	37591
2003	9	734	40834		2016	0	216	31811
2004	7	695	42951		2017	4	244	32120
2005	0	709	45450		2018	5	230	31223
2006	0	689	47144		2019	1	226	29983
2007	0	644	46885		2020	1	148	23306

Распределение смертельных случаев на угольных разрезах в период 1995–2020 гг. представлено на рисунке 2.3.

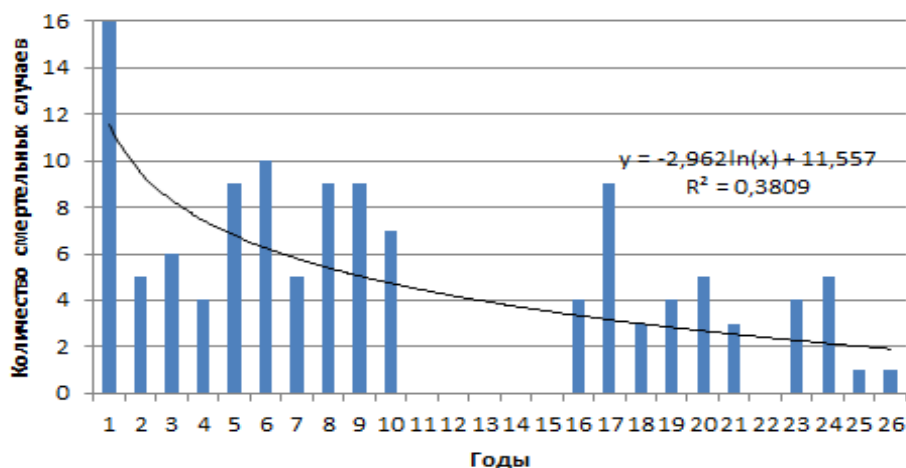


Рисунок 2.3. Распределение смертельных случаев на угольных разрезах в период 1995–2020 гг.

Примечание: числа 1–26 соответствуют периоду 1995–2020 гг.

На рисунке 2.3 наблюдается устойчивое снижение количества смертельных случаев в указанный период. Это вызвано совершенствованием норм проектирования и повышением требований к соблюдению правил техники безопасности.

Распределение количества травм в период 1995–2020 гг. представлено на рисунке 2.4.

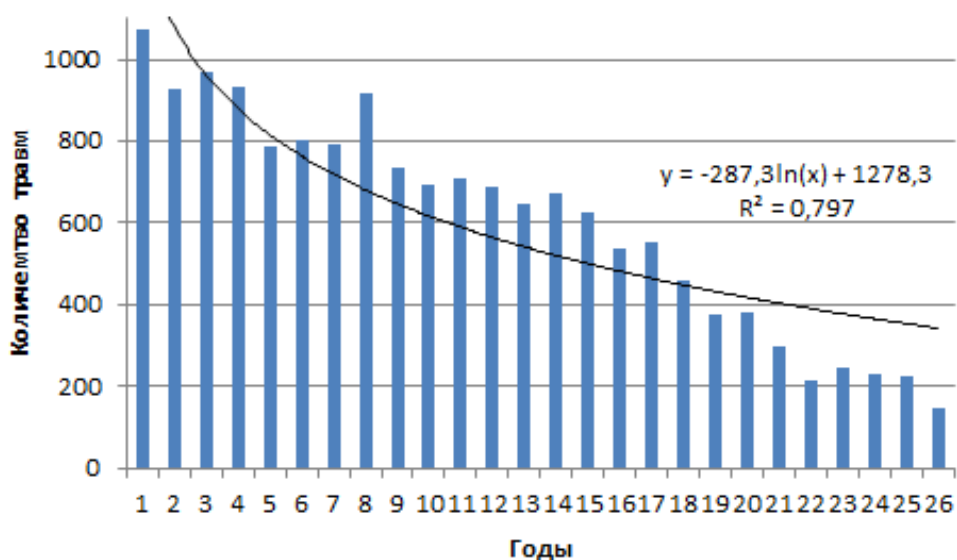


Рисунок 2.4. Распределение количества травм на угольных разрезах в период 1995–2020 гг.

Примечание: числа 1–26 соответствуют периоду 1995–2020 гг.

Зависимость смертельных случаев от объема перевозок и численности трудящихся приведена на рисунках 2.5 и 2.6.

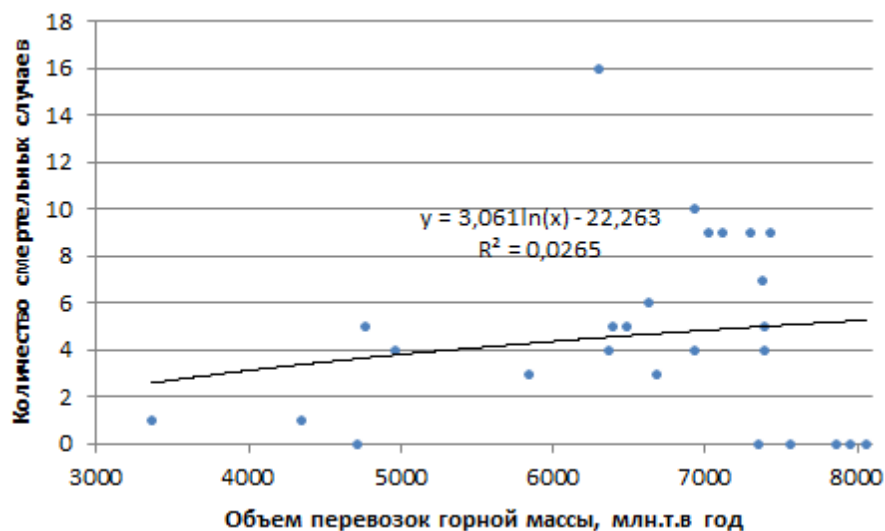


Рисунок 2.5. Зависимость количества смертельных случаев от объема перевозок горной массы с углем в период 1995–2020 гг.

Из рисунка видно, количество смертельных случаев не зависит от объема перевозок. Это говорит о том, что на смертельные случаи оказывают влияние другие факторы.

На рисунке 2.6 приведена зависимость числа травм от объема перевозок горной массы с углем.

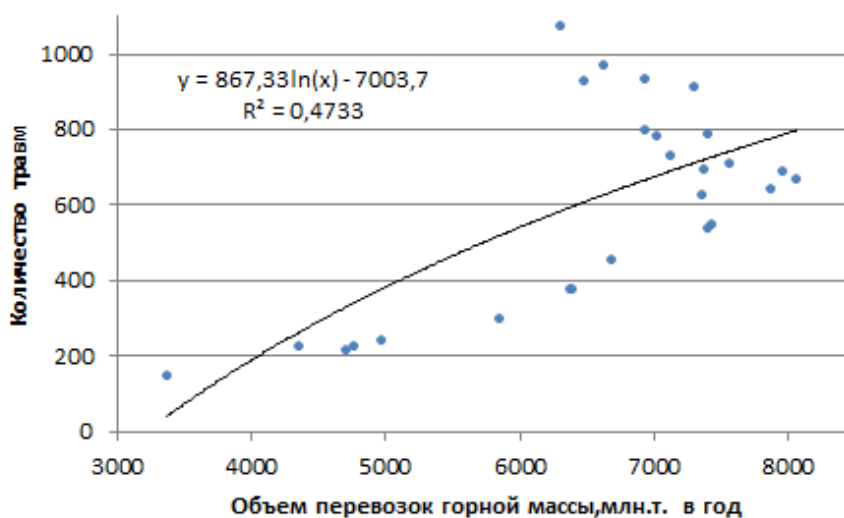


Рисунок 2.6. Зависимость количества травм от объема перевозок горной массы с углем в период 1995–2020 гг.

Анализ зависимости, приведенной на рисунке 2.6, показал, что количество травм в существенной мере зависит от объема перевозок горной массы.

Зависимость смертельных случаев и травм от численности трудящихся приведена на рисунках 2.7 и 2.8.

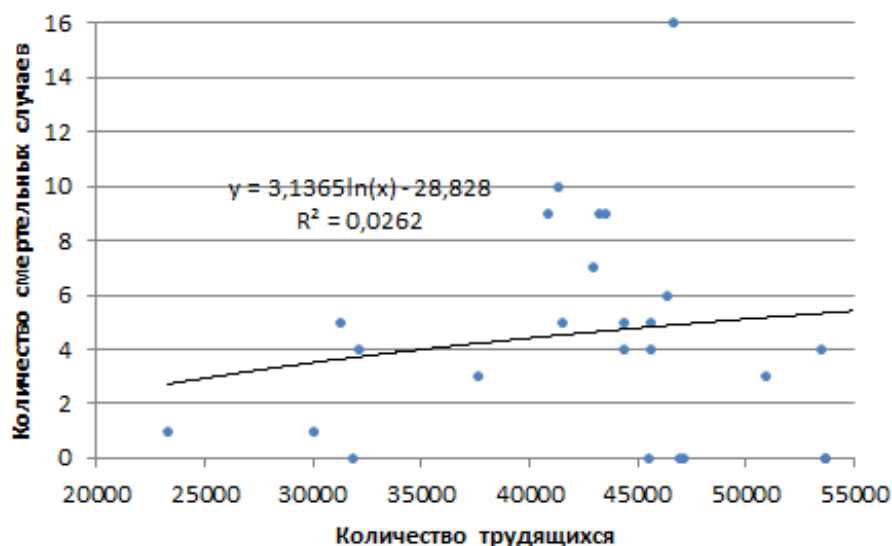


Рисунок 2.7. Зависимость количества смертельных случаев от числа работников предприятия в период 1995–2020 гг.

Анализ зависимости, приведенной на рисунке 2.7 показал, что количество смертельных случаев не связано с числом трудящихся на предприятии.

На рисунке 2.8 приведена зависимость количества травм от числа работников предприятия.

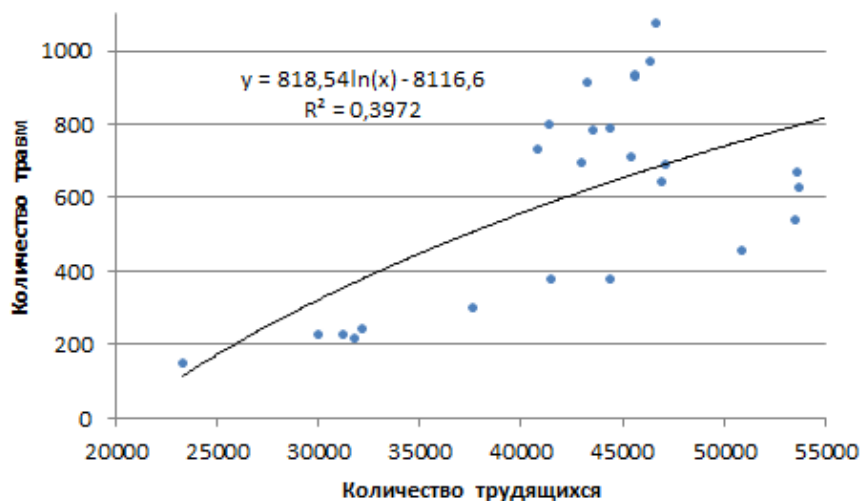


Рисунок 2.8. Зависимость количества травм от числа работников предприятия в период 1995–2020 гг.

Анализ рисунка 2.8 показал, что количество травм в существенной мере зависит от объема перевозок и числа работников предприятия.

С целью оценки влияния других факторов на смертельные случаи был выполнен анализ фактических данных на угольных разрезах. В таблице 2.3 приведены данные о смертельных случаях, в зависимости от типа оборудования [6].

**Таблица 2.3. Количество смертельных случаев на угольных разрезах
в период 2006–2020 гг. по причине их возникновения**

Годы	Электрика	Погрузочно-разгрузочные работы	Ручной инструмент	Механические тр. ср.	Самосвалы	Погрузчики	Бульдозеры	Буровые станки	Другие машины	Падение человека	Прочее
2006	1	н/д	н/д	н/д	2	н/д	н/д	н/д	1	н/д	2
2007	н/д	н/д	н/д	н/д	2	н/д	н/д	н/д	2	н/д	3
2008	н/д	н/д	н/д	н/д	3	н/д	4	н/д	3	н/д	3
2009	н/д	н/д	н/д	н/д	3	н/д	н/д	н/д	1	н/д	1
2010	н/д	н/д	н/д	н/д	3	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1
2011	н/д	н/д	н/д	н/д	2	н/д	2	1	1	н/д	3
2012	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	1	1	1
2013	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	3	н/д	1
2014	н/д	н/д	н/д	н/д	2	н/д	1	н/д	н/д	н/д	2
2015	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	1	1	н/д
2016	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2017	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	2	н/д	н/д	н/д	1
2018	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	2
2019	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д
2020	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д
Итого	1	н/д	н/д	н/д	21	н/д	9	1	16		20

На рисунке 2.9 приведено распределение факторов, оказывающих влияние на смертельные случаи.



Рисунок 2.9. Распределение факторов, оказывающих влияние на смертельные случаи при разработке угольных месторождений в период 2006–2020 гг.

На диаграмме видно, что около 30% смертельных случаев происходят с самосвалами.

В таблице 2.4 приведены данные о травмах, в зависимости от типа оборудования.

Таблица 2.4. Количество травм на угольных разрезах в период 2006–2020 гг. по причине их возникновения

Годы	Электрика	Погрузочно-разгрузочные	Ручной инструмент	Механические тр. ср.	Самосвалы	Погрузчики	Бульдозеры	Буровые станки	Другие машины	Падение человека	Разное	Разное
2006	2	150	42	н/д	82	23	35	2	90	226	37	2
2007	1	152	38	1	78	17	40	6	55	223	33	3
2008	1	118	100	1	58	15	26	4	67	248	33	3
2009	н/д	171	56	1	63	11	33	1	57	204	26	1
2010	3	113	44	н/д	56	17	21	1	41	219	24	1
2011	5	147	40	1	61	16	18	4	44	199	16	3
2012	3	134	29	1	40	7	30	3	38	148	28	1
2013	4	106	37	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	91	131	8	1
2014	н/д	96	25	н/д	36	14	21	4	21	142	20	2
2015	н/д	68	20	н/д	31	8	8	4	38	102	21	н/д
2016	н/д	55	18	н/д	24	14	8	1	14	65	17	н/д
2017	1	75	16	н/д	22	8	9	5	13	68	27	1
2018	1	69	14	н/д	22	6	9	5	18	72	14	2
2019	1	45	14	н/д	24	13	3	н/д	15	98	13	н/д
2020	н/д	43	13	1	12	5	3	2	9	57	3	н/д
Итого	22	1542	506	6	609	174	264	42	611	2202	336	н/д

На рисунке 2.10 приведено распределение количества травм, в зависимости от типа оборудования.



Рисунок 2.10. Распределение факторов, оказывающих влияние на травмы при разработке угольных месторождений в период 2006–2020 гг.

Анализ диаграммы показал, что наибольшее количество травм наблюдается при производстве погрузочно-разгрузочных работ, далее следуют травмы, полученные в результате ремонтных работ с самосвалами, бульдозерами и другими машинами и оборудованием.

2.2. Разработка рудных месторождений

2.2.1. Разработка металлических рудных месторождений

Объем добычи металлических руд и вскрыши приведен в таблице 2.5[5].

Таблица 2.5. Объем добычи металлических руд в период 1991–2020 гг. млн т в год

Годы	Железная руда	Вскрыша	Медная руда	Вскрыша	Свинцовая руда	Вскрыша	Цинковая руда	Вскрыша	Руда, содержащая золото	Вскрыша	Всего
1991	142	1420	261	2610	3	30	4	40	12	60	4582
1992	139	1390	263	2630	3	30	4	40	13	65	4577
1993	139	1390	262	2620	2	20	4	40	13	65	4556
1994	146	1460	271	2710	2	20	4	40	13	65	4731
1995	155	1550	267	2670	3	30	5	50	13	65	4808
1996	155	1550	274	2740	3	30	5	50	13	65	4885
1997	158	1580	284	2840	3	30	5	50	14	70	5034
1998	157	1570	268	2680	3	30	6	60	15	75	4864
1999	144	1440	236	2360	3	30	6	60	14	70	4374
2000	158	1580	202	2020	3	30	7	70	14	70	4154
2001	116	1160	148	1480	3	30	6	60	14	70	3087
2002	129	1290	104	1040	3	30	6	60	12	60	2734
2003	116	1160	114	1140	3	30	6	60	11	55	2695
2004	137	1370	139	1390	3	30	6	60	10	50	3195
2005	136	1360	154	1540	3	30	6	60	10	50	3349
2006	132	1320	163	1630	3	30	6	60	10	50	3404
2007	131	1310	138	1380	3	30	6	60	10	50	3118
2008	134	1340	156	1560	3	30	6	60	9	45	3343
2009	67	670	149	1490	3	30	6	60	9	45	2529
2010	125	1250	152	1520	2	20	6	60	9	45	3189
2011	137	1370	187	1870	2	20	6	60	9	45	3706
2012	135	1350	180	1800	2	20	6	60	10	50	3613
2013	133	1330	172	1720	2	20	6	60	9	45	2926
2014	140	1400	175	1750	2	20	6	60	8	40	3124
2015	106	1060	164	1640	3	30	6	60	8	40	2640
2016	102	1020	155	1550	2	20	6	60	9	45	2761

Годы	Железная руда	Вскрыша	Медная руда	Вскрыша	Свинцовая руда	Вскрыша	Цинковая руда	Вскрыша	Руда, содержащая золото	Вскрыша	Всего
2017	116	1160	151	1510	2	20	6	60	10	50	2763
2018	123	1230	140	1400	2	20	6	60	9	45	2761
2019	120	1200	152	1520	2	20	6	60	8	40	2838
2020	93	930	138	1200	2	20	5	50	8	40	2415

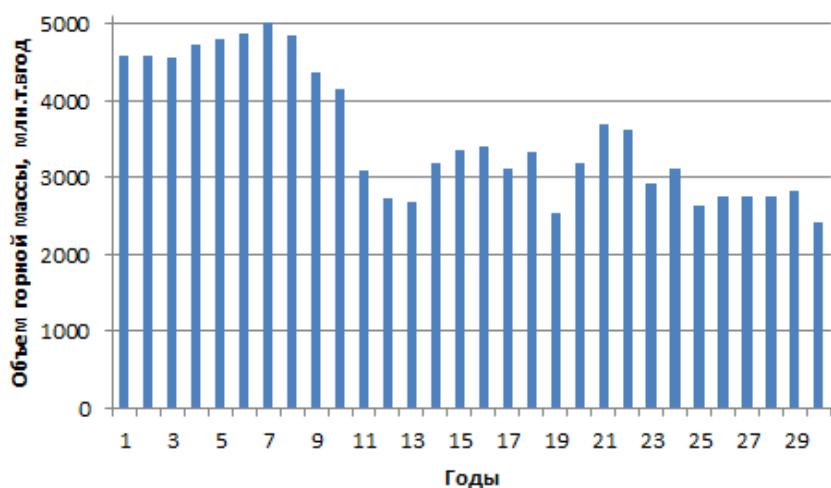


Рисунок 2.11. Распределение объема перевозок горной массы с металлической рудой в период 1991–2020 гг.

Примечание: числа 1–29 соответствуют периоду времени 1991–2020 гг.

Из рисунка видно, что имеется тенденция к снижению объема перевозок, что связано со снижением объема добычи металлических руд.

В таблице 2.6 приведена численность рабочих, количество смертельных случаев и травм на открытых разработках металлических руд в период 1995–2020 гг.

Таблица 2.6. Данные о смертельных случаях, травмах и численности рабочих при разработке металлических руд открытым способом в период 1995–2020 гг. [6]

Годы	Смертельные случаи	Травмы	Численность рабочих	Годы	Смертельные случаи	Травмы	Численность рабочих
1995	9	613	21509	2008	1	456	20399
1996	3	604	27275	2009	2	245	17134
1997	3	506	22403	2010	2	223	19384
1998	1	451	16132	2011	1	296	22312

Годы	Смертельные случаи	Травмы	Численность рабочих		Годы	Смертельные случаи	Травмы	Численность рабочих
1999	2	392	17418		2012	1	260	25410
2000	3	351	16105		2013	0	338	25875
2001	2	268	14316		2014	1	260	25461
2002	0	228	12633		2015	2	262	23015
2003	0	224	12190		2016	1	237	21887
2004	1	217	12945		2017	3	189	22495
2005	1	313	13575		2018	1	235	23641
2006	1	351	15626		2019	2	322	23060
2007	5	449	17949		2020	1	231	22017

На рисунке 2.12 приведено распределение смертельных случаев по годам в период 1995–2020 г.

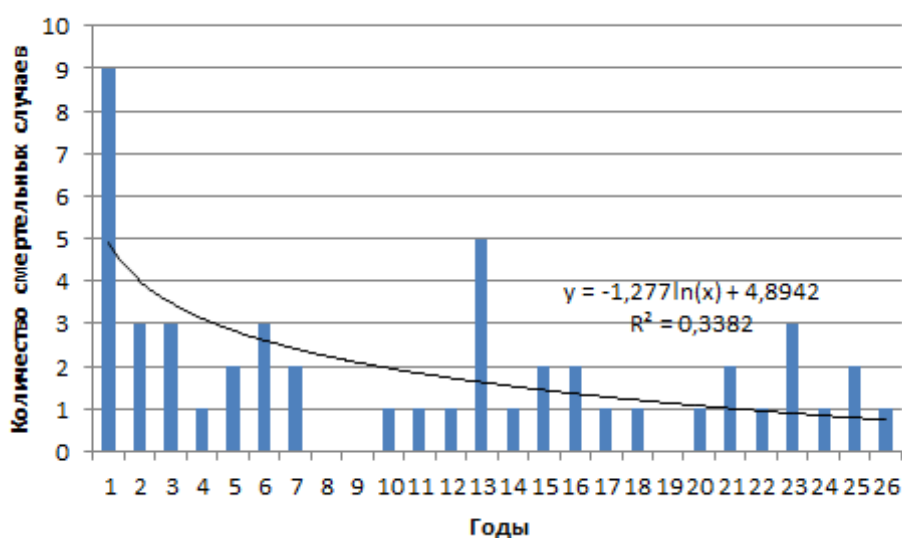


Рисунок 2.12. Распределение смертельных случаев при разработке металлических руд в период 1995–2020 гг.

Примечание: числа 1–26 соответствуют периоду времени 1995–2020 гг.

Из рисунка 2.12 видно, что наблюдается снижение количества смертельных случаев.

Распределение травм при разработке металлических руд в период 1995–2020 гг. приведено на рисунке 2.13.

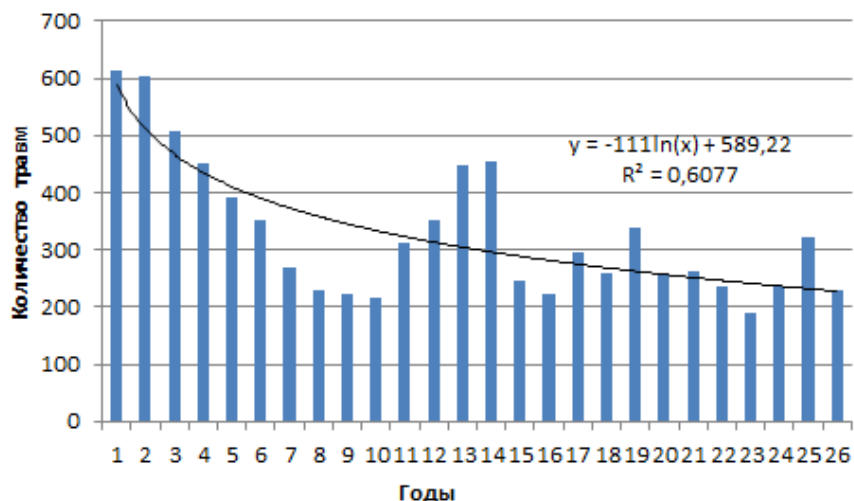


Рисунок 2.13. Распределение травм при разработке металлических руд в период 1995–2020 гг.

Примечание: числа 1–26 соответствуют периоду времени 1995–2020 гг.

Из рисунка 2.13 видно, что имеется существенное снижение производственных травм, и в настоящее время уровень количества травм близок к стабилизации.

С целью выяснения влияния объема перевозок и численности сотрудников на количество смертельных случаев и травм на рисунках 2.14–2.17 приведены соответствующие зависимости.

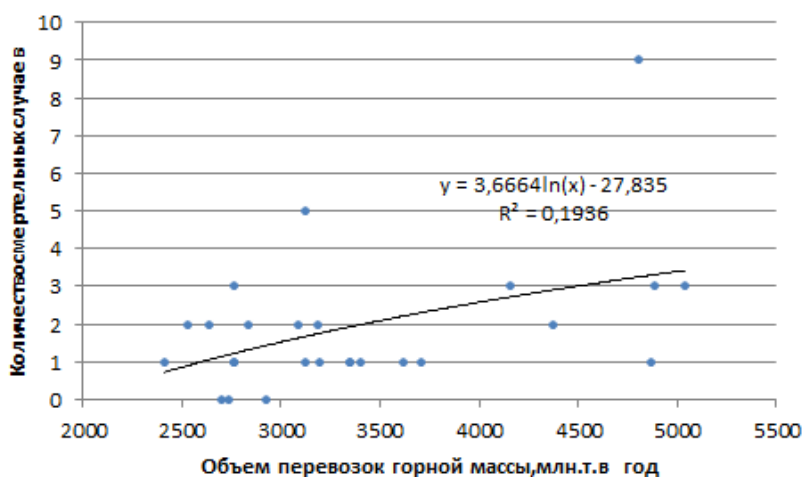


Рисунок 2.14. Зависимость количества смертельных случаев от объема перевозок с металлической рудой в период 1995–2020 гг.

Из рисунка 2.14 видно, что объем перевозок практически не влияет на количество смертельных случаев.

Зависимость количества травм от объема перевозок горной массы приведена на рисунке 2.15.

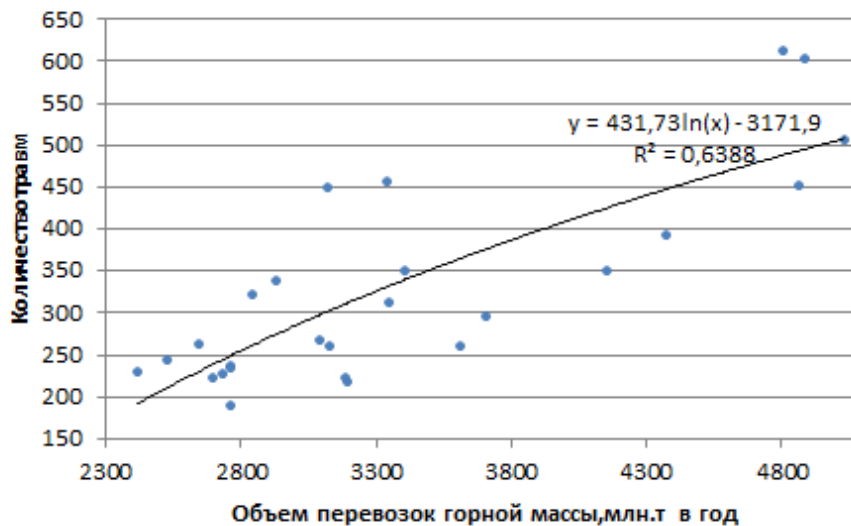


Рисунок 2.15. Зависимость количества травм от объема перевозок в период 1995–2020 гг.

Из рисунка 2.15 видно, что имеется умеренная зависимость количества травм от объема перевозок горной массы.

Также имеется существенная зависимость смертельных случаев от количества сотрудников предприятия (рисунок 2.16). Наблюдается некоторое снижение количества смертельных случаев в зависимости от количества сотрудников, что объясняется совершенствованием работы по предотвращению несчастных случаев.

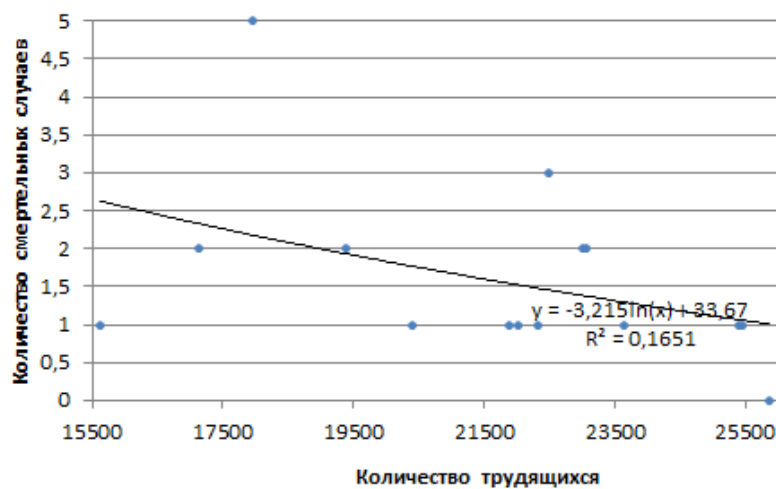


Рисунок 2.16. Зависимость количества смертельных случаев от численности трудящихся в период 2006–2020 гг.

На рисунке 2.17 показана зависимость количества травм от числа трудящихся.

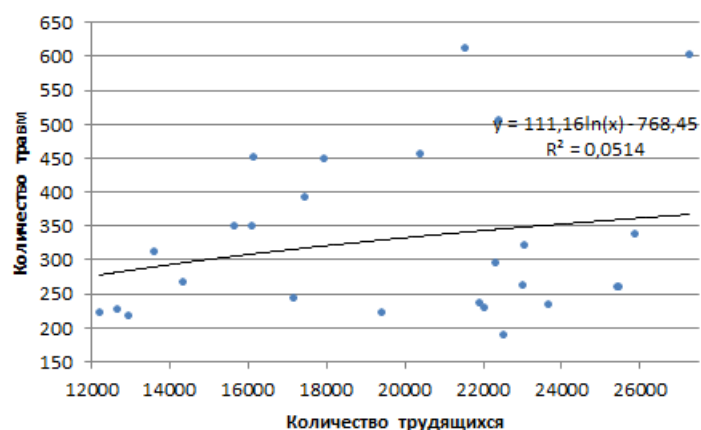


Рисунок 2.17. Зависимость количества травм от численности трудящихся в период 1995–2020 гг.

Рисунок 2.17 показывает, что количество травм практически не связано с количеством работников предприятия.

С целью оценки влияния оборудования на смертельные случаи в таблице 2.7 представлены данные о смертельных случаях, связанные с используемым оборудованием.

Таблица 2.7. Распределение смертельных случаев, в зависимости от типа оборудования в период 2006–2020 гг.

Годы	Электрика	Погрузочно-разгрузочные	Ручной инструмент	Механические тр. ср.	Самосвалы	Погрузчики	Бульдозеры	Буровые станки	Другие машины	Падение человека	Прочес
2006	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1
2007	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	1	2	1	н/д
2008	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1
2009	н/д	н/д	н/д	н/д	2	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2010	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1
2011	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д
2012	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д
2013	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2014	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2015	н/д	н/д	н/д	н/д	2	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2016	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	н/д
2017	н/д	н/д	н/д	н/д	3	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2018	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д
2019	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д
2020	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	н/д
Итого	н/д	н/д	н/д	н/д	9	1	3	1	4	3	3

На рисунке 2.18 показано распределение факторов, оказывающих влияние на смертельные случаи в период 2006–2020 гг.



Рисунок 2.18. Распределение факторов, оказывающих влияние на смертельные случаи при разработке металлических рудных месторождений в период 2006–2020 гг.

Из рисунка 2.18 видно, что больше всего смертельные случаи наблюдаются при работе самосвалов. Далее, в равной степени смертельные случаи наблюдаются при работе бульдозеров и других машин и оборудования, а также при падении людей во время выполнения производственных операций.

В таблице 2.8 представлены данные о количестве травм при выполнении работ, связанных с добычей, разработкой и транспортировкой руды и вскрыши.

Таблица 2.8. Распределение производственных травм в зависимости от типа оборудования в период 2006–2020 гг.

Годы	Электрика	Погрузочно-разгрузочные работы	Ручной инструмент	Механические тр. ср.	Самосвалы	Погрузчики	Бульдозеры	Буровые станки	Другие машины	Падение человека	Прочее
2006	н/д	111	25	3	31	4	7	2	39	106	22
2007	2	129	24	н/д	37	3	9	4	53	113	32
2008	5	132	35	7	40	5	14	7	61	117	34
2009	н/д	82	20	н/д	19	2	1	н/д	26	76	20
2010	1	74	14	2	25	2	5	4	40	58	2
2011	3	103	23	н/д	27	4	5	5	23	82	19
2012	1	85	15	н/д	27	3	6	4	24	75	16
2013	3	109	22	1	19	н/д	н/д	н/д	78	115	15
2014	1	111	29	н/д	26	8	5	1	24	97	22
2015	1	75	15	2	33	6	7	2	25	74	22
2016	2	62	18	н/д	34	5	5	3	19	65	24
2017	1	62	16	н/д	25	9	7	2	22	65	15
2018	3	83	25	н/д	34	4	3	н/д	31	65	23
2019	1	104	24	4	49	5	4	5	35	100	35
2020	1	53	23	2	21	9	8	2	19	78	15
итог	25	1375	328	21	413	65	86	41	519	1286	316

На рисунке 2.19 представлено графическое изображение распределения травм, в зависимости от применяемого оборудования.



Рисунок 2.19. Распределение факторов, оказывающих влияние на травмы при разработке металлических рудных месторождений в период 2006–2020. гг.

Из рисунка 2.19 видно, что значительное количество травм возникает при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, а также в результате падений человека.

2.2.2. Разработка неметаллических рудных месторождений

Объем добычи неметаллических руд приведен в таблице 2.9. К неметаллическим рудам относятся: фосфоритные и апатитовые руды, калий, бор, сера, йод, бром, сульфат натрия и некоторые другие. Открытым способом в США в основном добываются фосфоритная, апатитовая и борная руды [5].

Таблица 2.9. Объем добычи неметаллических руд открытым способом в период 1991–2020 гг. (млн т)

Годы	Фосфоритная и апатитовая руда	Вскрыша	Борная руда	Вскрыша	Всего
1991	144	432	4	120	700
1992	141	423	3	90	657
1993	107	321	3	90	521
1994	123	369	3	90	585
1995	137	411	4	120	672
1996	136	408	4	120	668
1997	138	414	4	120	676
1998	138	414	4	120	676
1999	122	366	4	120	612
2000	116	348	3	90	557
2001	96	288	3	90	477
2002	108	324	3	90	525
2003	105	315	4	120	544

Годы	Фосфоритная и апатитовая руда	Вскрыша	Борная руда	Вскрыша	Всего
2004	107	321	4	120	552
2005	108	324	4	120	556
2006	90	270	3	90	453
2007	89	267	3	90	449
2008	91	273	4	120	488
2009	79	237	3	90	409
2010	77	231	3	90	401
2011	84	252	3	90	429
2012	90	270	4	120	484
2013	94	282	3	90	469
2014	76	228	3	90	397
2015	82	246	4	120	452
2016	81	243	1	30	355
2017	84	252	1	30	367
2018	77	231	1	30	339
2019	70	210	1	30	311
2020	72	216	1	30	319

Распределение объема перевозок горной массы с неметаллической рудой в период 1991–2020 гг. приведено на рисунке 2.20.

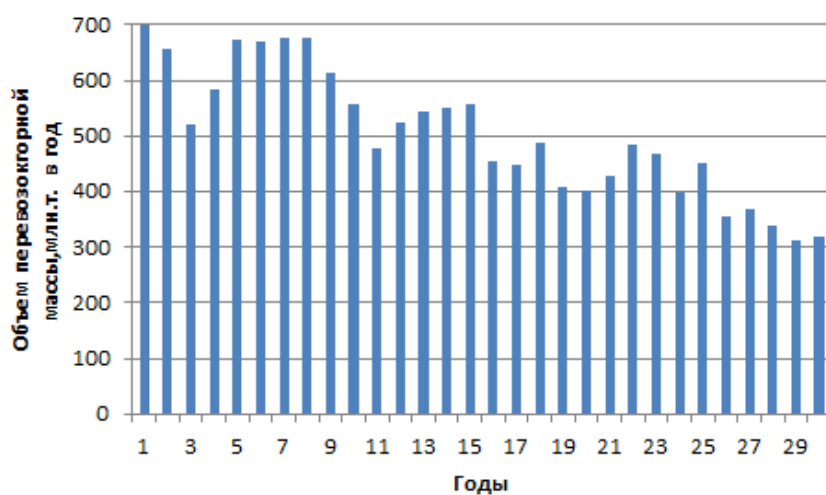


Рисунок 2.20. Распределение объема перевозки горной массы с неметаллической рудой в период 1991–2020 гг.

Примечание: числа 1–29 соответствуют периоду 1991–2020 гг.

В таблице 2.10 приведена численность рабочих, количество смертельных случаев и травм на открытых разработках неметаллических руд в период 1995–2020 гг.

Таблица 2.10. Данные о смертельных случаях, травмах и численности рабочих при разработке неметаллических руд открытым способом в период 1995–2020 гг. [6]

Годы	Смертельные случаи	Травмы	Численность рабочих	Годы	Смертельные случаи	Травмы	Численность рабочих
1995	3	164	7259	2008	0	95	6934
1996	1	151	7321	2009	1	76	6009
1997	1	152	7507	2010	1	64	5926
1998	2	200	7345	2011	2	73	6223
1999	2	192	7524	2012	2	88	6582
2000	2	184	7669	2013	1	77	6439
2001	0	155	7456	2014	3	165	9736
2002	0	140	6657	2015	1	106	9043
2003	1	98	6700	2016	1	81	9630
2004	0	151	6705	2017	0	131	10048
2005	2	137	6899	2018	0	105	10796
2006	1	81	6151	2019	1	114	12189
2007	0	101	6896	2020	0	96	10126

Распределение смертельных случаев по годам при добыче неметаллических руд приведено на рисунке 2.21.

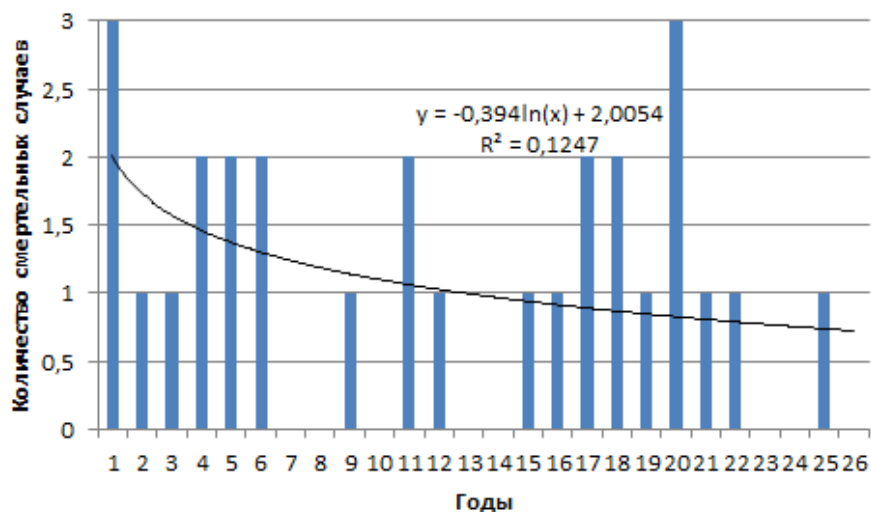


Рисунок 2.21. Распределение смертельных случаев при разработке неметаллических руд в период 1995–2020 гг.

Примечание: числа 1–26 соответствуют периоду времени 1995–2020 гг.

Из рисунка 2.21 видно, что количество смертельных случаев в последние годы резко снизилось.

Распределение количества травм при разработке неметаллических руд в период 1995–2020 гг. приведено на рисунке 2.22.

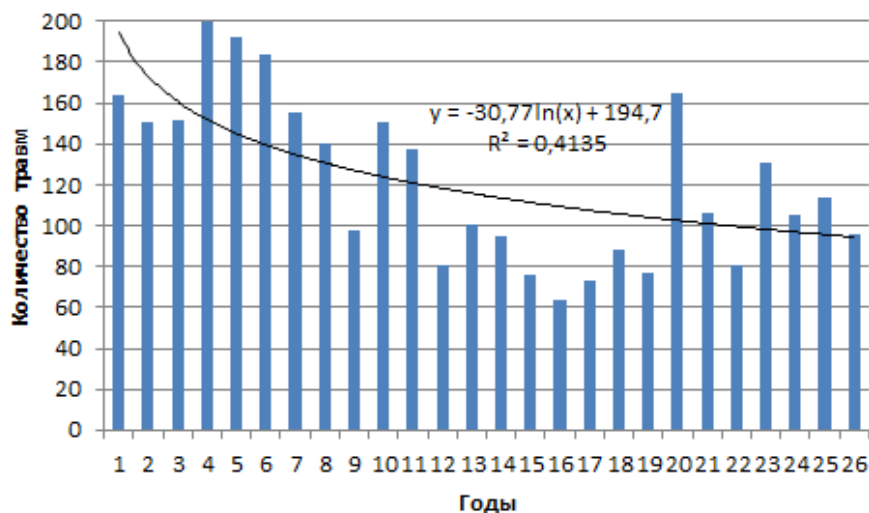


Рисунок 2.22. Распределение травм при разработке неметаллических руд в период 1995–2020 гг.

Примечание: числа 1–26 соответствуют периоду времени 1995–2020 гг.

Количество травм также значительно сокращается благодаря принимаемым мерам по соблюдению правил техники безопасности.

С целью оценки зависимости смертельных случаев от объема добычи неметаллической руды и численности рабочих был выполнен анализ, результаты которого приведены на рисунках 2.23–2.28. Из рисунка 2.23 видно, что смертельные случаи не зависят от объема перевозок, а количество травм в некоторой степени зависит от объема перевозок.

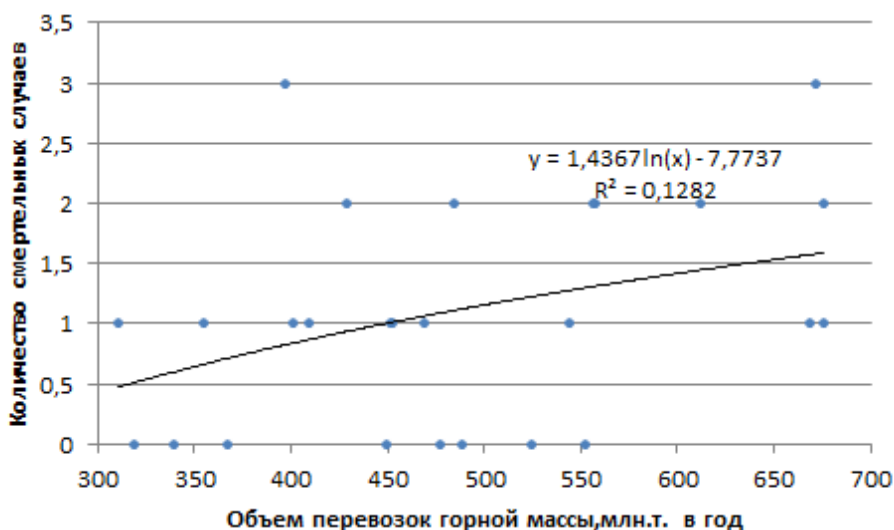


Рисунок 2.23. Зависимость количества смертельных случаев от объема добычи неметаллических руд в период 1995–2020 гг.

Зависимость количества травм от объема добычи неметаллической руды представлена на рисунке 2.24.

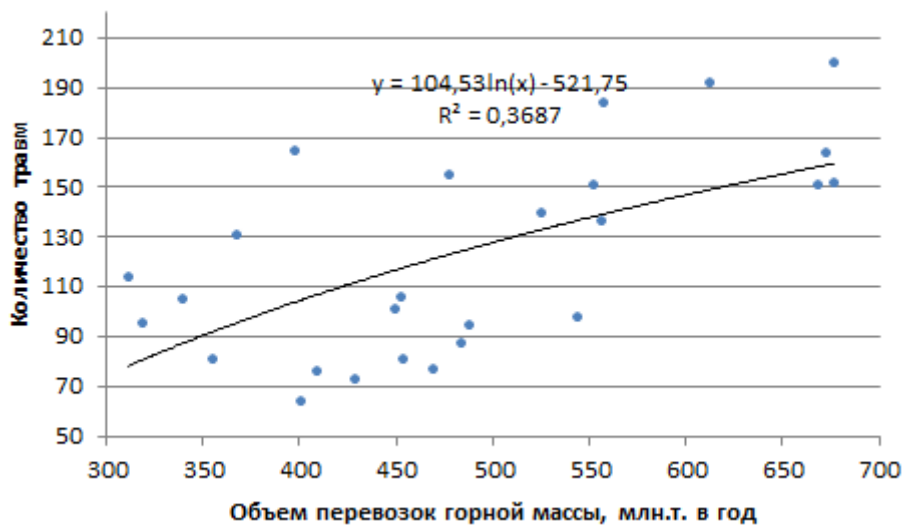
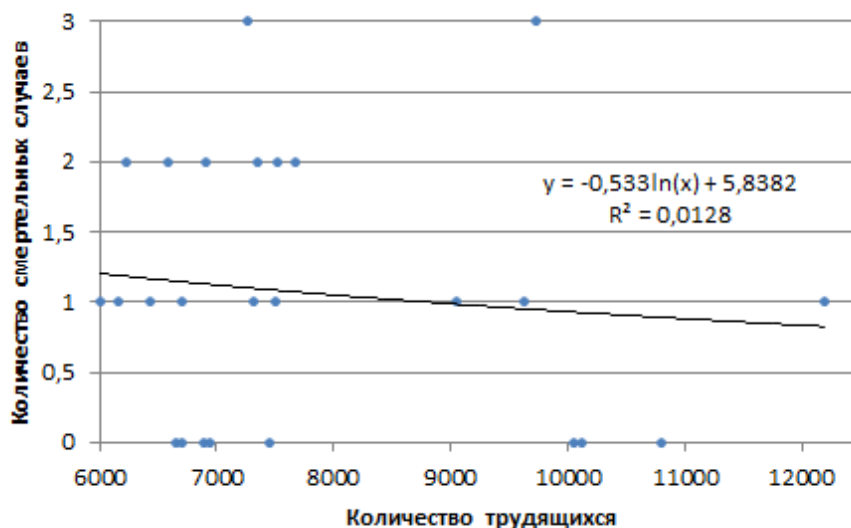


Рисунок 2.24. Зависимость количества травм от объема добычи неметаллических руд в период 1995–2020 гг.

Для оценки зависимости количества смертельных случаев и травм от численности рабочих были построены графики, приведенные на рисунках 2.25 и 2.26.



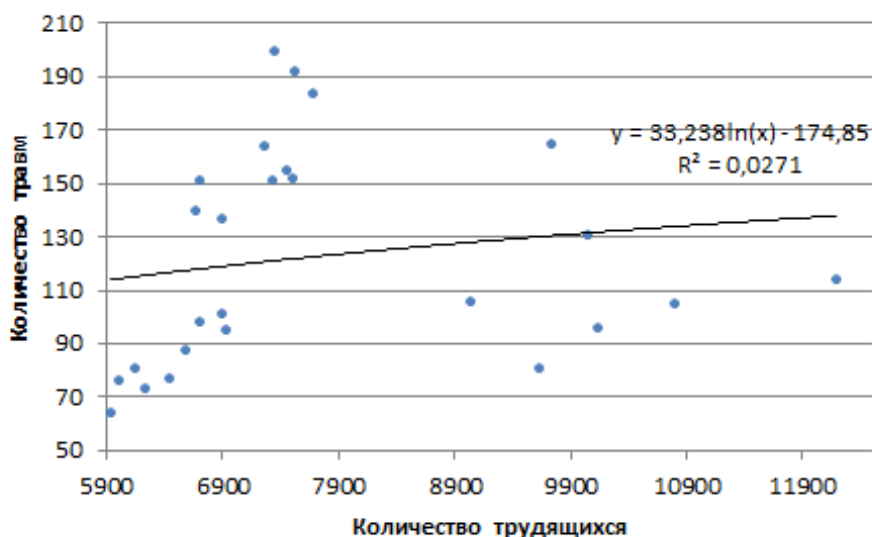


Рисунок 2.26. Зависимость количества травм от числа рабочих, занятых на разработке неметаллических руд в период 1995–2020 гг.

Анализ результатов показал, что количество смертельных случаев и травм практически не зависит от численности трудящихся на предприятии.

С целью оценки влияния оборудования на смертельные случаи в таблице 2.11 представлены данные о смертельных случаях, связанных с используемым оборудованием.

Таблица 2.11. Распределение смертельных случаев, в зависимости от типа оборудования в период 2006–2020 гг. [6]

Годы	Электрика	Погрузочно-разгрузочные работы	Ручной инструмент	Механические тр. ср.	Самосвалы	Погрузчики	Бульдозеры	Буровые станки	Другие машины	Падение человека	Прочее
2006	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2007	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2008	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2009	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2010	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2011	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2012	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2013	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2014	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2015	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2016	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2017	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д

Годы	Электрика	Погрузочно-разгрузочные работы	Ручной инструмент	Механические тр. ср.	Самосвалы	Погрузчики	Бульдозеры	Буровые станки	Другие машины	Падение человека	Прочее
2018	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2019	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2020	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
Итого	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д

На рисунке 2.27 наглядно представлено распределение смертельных случаев, в зависимости от применяемого оборудования и иных факторов.

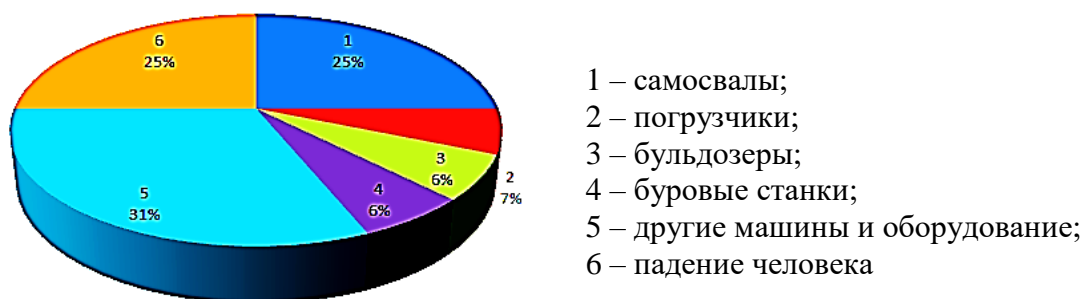


Рисунок 2.27. Распределение факторов, оказывающих влияние на смертельные случаи при разработке неметаллических рудных месторождений в период 2006–2020 гг.

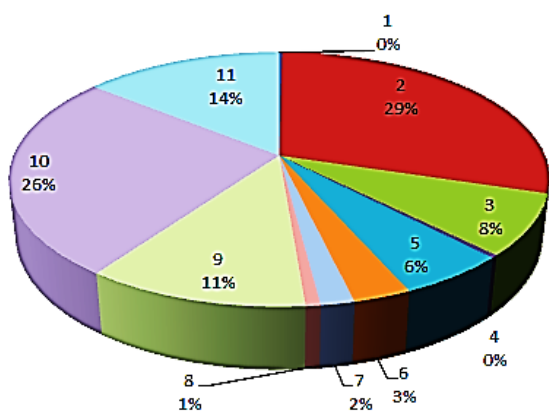
Анализ рисунка показал, что смертельные случаи, связанные с работой и обслуживанием самосвалов, составляют четвертую часть всех смертельных случаев. Также значительная часть смертельных случаев связана с погрузочно-разгрузочными работами.

В таблице 2.12 представлены данные о количестве травм при выполнении работ, связанных с добычей, разработкой и транспортировкой неметаллической руды и вскрыши.

Таблица 2.12. Распределение производственных травм в зависимости от типа оборудования в период 2006–2020 гг.

Годы	Электрика	Погрузочно-разгрузочные работы	Ручной инструмент	Механические тр. ср.	Самосвалы	Погрузчики	Бульдозеры	Буровые станки	Другие машины	Падение человека	Прочее
2006	н/д	21	4	н/д	7	н/д	1	н/д	16	24	8
2007	н/д	25	7	н/д	8	1	1	4	10	30	11
2008	н/д	34	7	н/д	6	1	1	н/д	12	22	12

Годы	Электрика	Погрузочно-разгрузочные работы	Ручной инструмент	Механические тр. ср.	Самосвалы	Погрузчики	Бульдозеры	Буровые станки	Другие машины	Падение человека	Прочее
2009	н/д	16	13	н/д	4	1	н/д	н/д	12	26	4
2010	н/д	25	7	н/д	4	1	н/д	н/д	14	13	0
2011	н/д	24	9	н/д	8	1	2	н/д	10	19	0
2012	н/д	27	2	н/д	4	н/д	3	н/д	15	29	7
2013	н/д	31	9	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	13	21	3
2014	н/д	44	8	н/д	11	7	2	н/д	13	29	68
2015	н/д	31	9	н/д	4	5	2	н/д	8	39	7
2016	н/д	34	7	н/д	1	н/д	2	н/д	6	24	6
2017	н/д	29	13	н/д	6	5	6	н/д	13	8	50
2018	н/д	27	7	н/д	9	13	1	н/д	7	25	15
2019	н/д	40	4	н/д	4	3	н/д	н/д	8	43	11
2020	н/д	27	8	н/д	6	5	4	н/д	8	29	8
Итого	3	435	114	5	82	43	25	11	165	381	210



- 1 – электрооборудование;
- 2 – погрузочно-разгрузочные работы;
- 3 – ручной инструмент;
- 4 – механические транспортные средства;
- 5 – самосвалы; 6 – погрузчики;
- 7 – бульдозеры; 8 – буровые станки;
- 9 – другие машины и оборудование;
- 10 – падение человека; 11 – прочее

Рисунок 2.28. Распределение факторов, оказывающих влияние на травмы при разработке неметаллических рудных месторождений в период 2006–2020. гг.

Из рисунка видно, что значительная часть травм связана с погрузочно-разгрузочными работами, а также вызвана падением человека при выполнении производственных операций.

2.3. Разработка песчано-гравийных смесей

Объем добычи песчано-гравийных смесей и вскрыши приведен в таблице 2.13.

Таблица 2.13. Объем добычи песчано-гравийной смеси и вскрыши в период 1991–2020 гг. (млн т в год) [5]

Годы	Песчано-гравийная смесь	Вскрыша	Всего		Годы	Песчано-гравийная смесь	Вскрыша	Всего
1991	708	354	1062		2006	1340	670	2010
1992	834	417	1251		2007	1250	625	1875
1993	869	435	1304		2008	1060	530	1590
1994	891	446	1337		2009	836	418	1254
1995	907	454	1361		2010	799	400	1199
1996	914	457	1371		2011	807	404	1211
1997	952	476	1428		2012	812	406	1218
1998	1070	535	1605		2013	817	408	1225
1999	1110	555	1665		2014	831	416	1247
2000	1120	560	1680		2015	885	443	1328
2001	1130	565	1695		2016	892	446	1338
2002	1130	565	1695		2017	890	445	1335
2003	1160	580	1740		2018	937	469	1406
2004	1240	620	1860		2019	970	485	1455
2005	1280	640	1920		2020	960	480	1440

Распределение объема добычи песчано-гравийной смеси и вскрыши по годам приведено на рисунке 2.29.

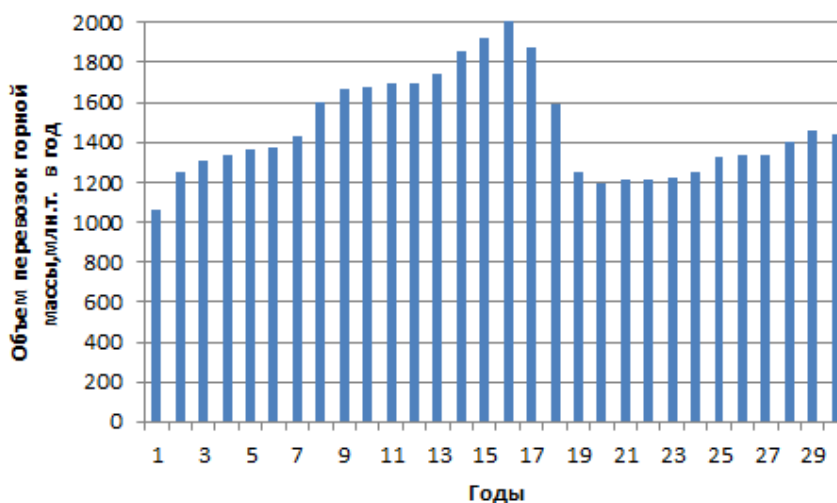


Рисунок 2.29. Распределение объема перевозок горной массы в период 1995–2020 гг.

Примечание: числа 1–29 соответствуют периоды времени 1991–2020 гг.

Количество смертельных случаев, травм и численность рабочих, занятых на добыче ПГС в период 1995–2020 гг. приведено в таблице 2.14.

Таблица 2.14. Количество смертельных случаев, травм и численность рабочих, занятых на добыче песчано-гравийной смеси в период 1995–2020 гг. [6]

Годы	Количество смертельных случаев	Количество травм	Численность трудящихся	Годы	Количество смертельных случаев	Количество травм	Численность трудящихся
1995	9	1076	42192	2008	4	564	53866
1996	11	1012	40604	2009	5	380	45856
1997	17	1012	43024	2010	2	436	45277
1998	12	1108	45068	2011	3	394	46635
1999	15	1024	49279	2012	4	405	48844
2000	11	1025	49402	2013	2	378	48032
2001	11	897	49150	2014	7	331	44856
2002	10	843	47940	2015	6	323	45090
2003	10	859	47502	2016	6	355	45997
2004	8	776	48918	2017	3	344	46957
2005	9	852	50646	2018	6	387	50112
2006	9	819	53155	2019	3	338	50911
2007	5	661	55129	2020	10	294	47525

Распределение смертельных случаев и травм по годам приведено на рисунках 2.30 и 2.31.

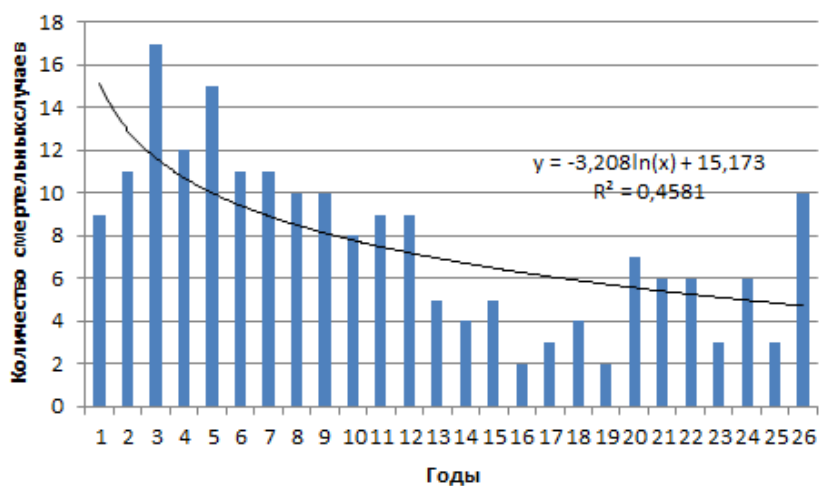


Рисунок 2.30. Распределение смертельных случаев при разработке песчано-гравийных смесей в период 1995–2020 гг.

Примечание: числа 1–26 соответствуют периоды времени 1995–2020 гг.

Из рисунков 2.30 и 2.31 видно, что в рассматриваемый период наблюдается тенденция к сокращению смертельных случаев и травм.

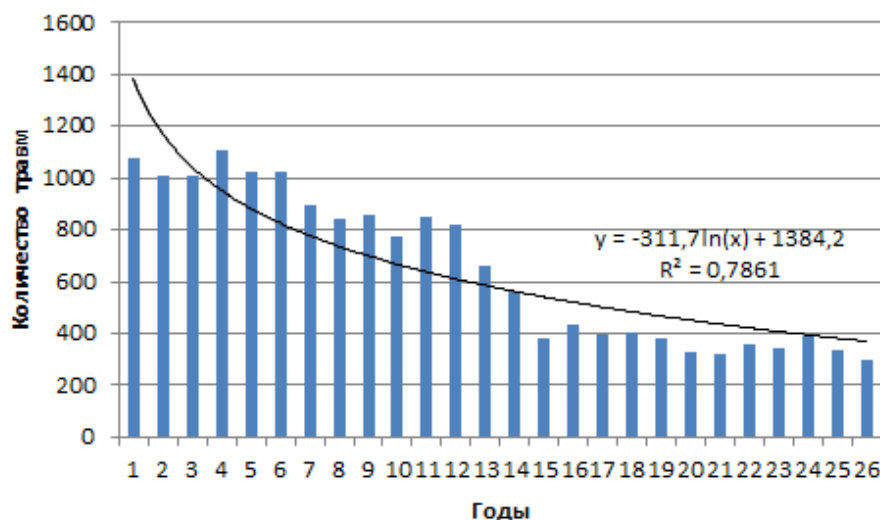


Рисунок 2.31. Распределение травм по годам при разработке песчано-гравийных смесей в период 1995–2020 гг.
Примечание: числа 1–26 соответствуют периоды времени 1995–2020 гг.

С целью оценки зависимости смертельных случаев от объема перевозок горной массы и численности рабочих был выполнен анализ, результаты которого приведены на рисунках 2.32 и 2.33. Из этих рисунков видно, что смертельные случаи находятся в слабой зависимости от объема перевозок горной массы и практически не связаны с численностью работников предприятия.

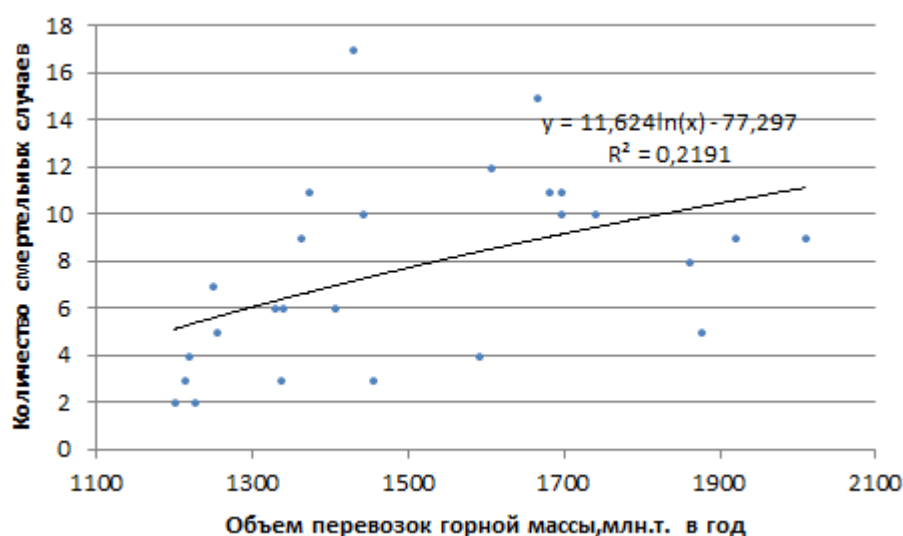


Рисунок 2.32. Зависимость смертельных случаев от объема перевозок горной массы в период 1995–2020 гг.

Из рисунка 2.32 видно, что с увеличением объема перевозок наблюдается незначительное увеличение смертельных случаев.

На рисунке 2.33 показана зависимость количества травм от объема перевозок горной массы.

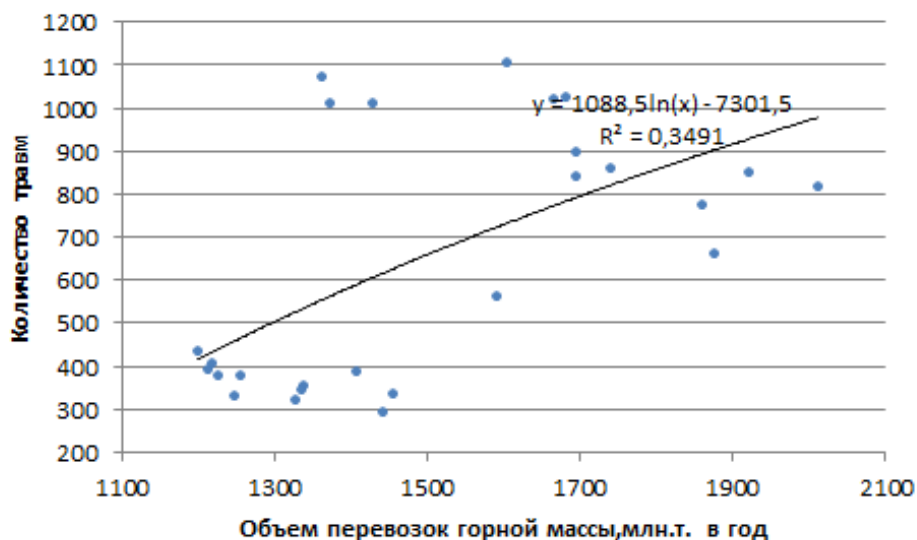


Рисунок 2.33. Зависимость количества травм от объема перевозок горной массы в период 1995–2020 гг.

Анализ зависимости на рисунке 2.33 показал, что количество травм имеет тенденцию к некоторому увеличению, в зависимости от объема перевозок.

На рисунках 2.34 и 2.35 приведена зависимость количества смертельных случаев и травм от численности трудящихся.

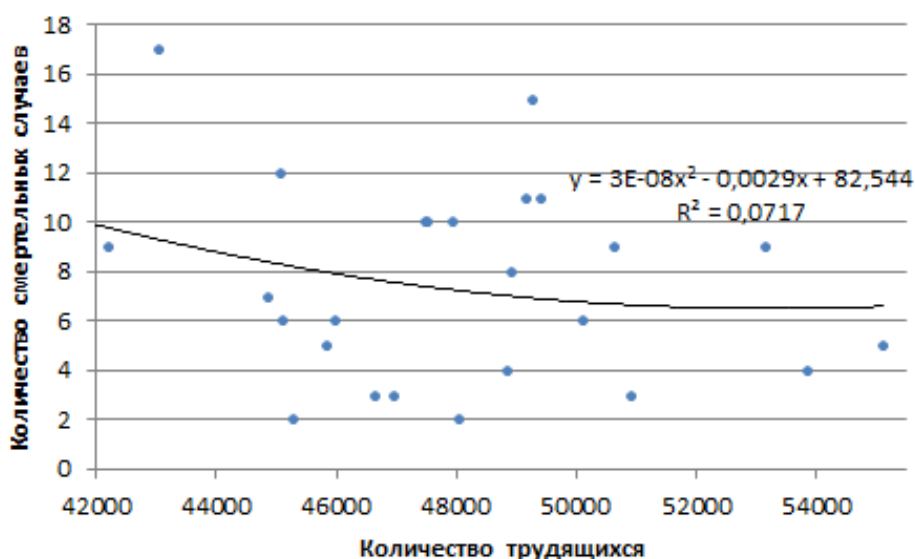


Рисунок 2.34. Зависимость смертельных случаев от численности работников предприятия в период 1995–2020 гг.

На рисунке 2.35 приведена зависимость количества травм от численности трудящихся.

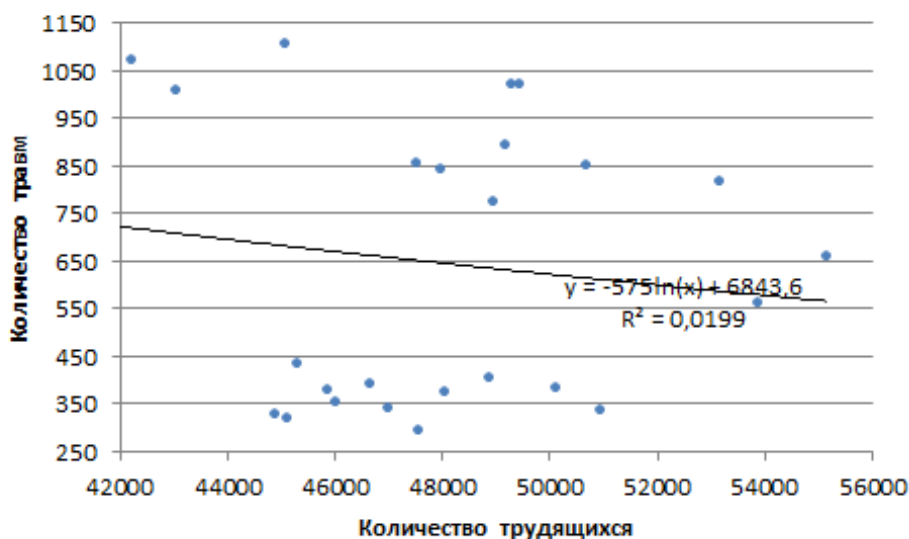


Рисунок 2.35. Зависимость количества травм от численности рабочих при разработке ПГС в период 1995–2020 гг.

Анализ рисунков 2.34 и 2.35 показал, что количество смертельных случаев и травм не зависит от численности трудящихся.

С целью влияния типа оборудования на количество смертельных случаев в таблице представлены данные о количестве смертельных случаев, связанных с оборудованием (Таблица 2.15).

Таблица 2.15. Распределение смертельных случаев при разработке ПГС в зависимости от типа оборудования в период 2006–2020 гг.

Годы	Электрика	Погрузочно-разгрузочные работы	Ручной инструмент	Механические тр. ср.	Самосвалы	Погрузчики	Бульдозеры	Буровые станки	Другие машины	Падение человека	Прочее
2006	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	3	н/д	2
2007	н/д	н/д	н/д	н/д	1	1	н/д	н/д	2	н/д	1
2008	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	2	н/д	1
2009	1	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	1	н/д	2
2010	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	н/д	1
2011	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	1
2012	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	2
2013	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	2
2014	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	4

Годы	Электрика	Погрузочно-разгрузочные работы	Ручной инструмент	Механические тр. ср.	Самосвалы	Погрузчики	Бульдозеры	Буровые станки	Другие машины	Падение человека	Прочее
2015	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	2	н/д	3
2016	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	4
2017	н/д	н/д	н/д	н/д	1	1	н/д	н/д	н/д	н/д	1
2018	н/д	н/д	н/д	н/д	3	1	н/д	н/д	1	н/д	н/д
2019	н/д	н/д	н/д	н/д	1	1	н/д	н/д	1	н/д	н/д
2020	1	н/д	н/д	н/д	1	1	н/д	н/д	3	н/д	1
итого	4	н/д	н/д	н/д	11	7	н/д	н/д	18	н/д	25

На рисунке 2.36 наглядно представлено распределение смертельных случаев, в зависимости от применяемого оборудования и иных факторов.

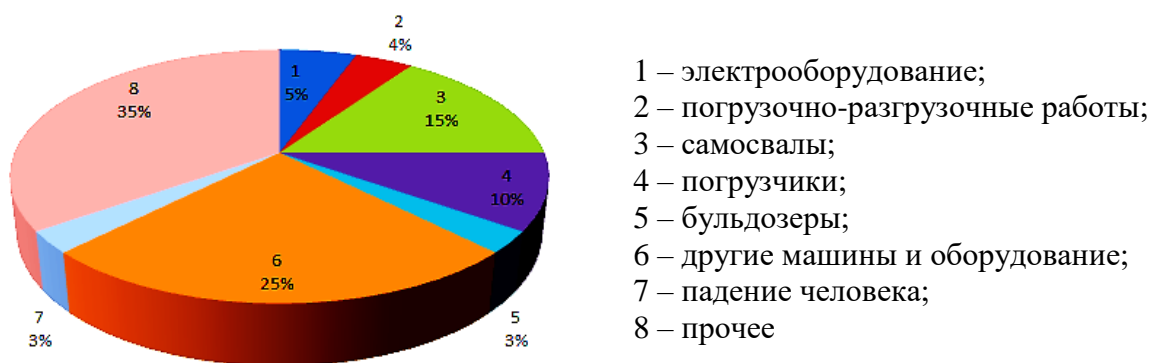


Рисунок 2.36. Распределение факторов, оказывающих влияние на смертельные случаи при разработке ПГС в период 2006–2020 гг.

Анализ рисунка показал, что значительная часть смертельных случаев связана с различными машинами и механизмами, в т. ч. с самосвалами.

Таблица 2.16. Распределение травм при разработке ПГС, в зависимости от типа оборудования в период 2006–2020 гг.

Годы	Электрика	Погрузочно-разгрузочные работы	Ручной инструмент	Механические тр. ср.	Самосвалы	Погрузчики	Бульдозеры	Буровые станки	Другие машины	Падение человека	Прочее
2006	8	267	108	н/д	20	33	9	н/д	95	225	52
2007	4	240	89	н/д	20	24	5	н/д	73	171	35
2008	3	199	61	н/д	17	13	4	н/д	72	143	47

Годы	Электрика	Погрузочно-разгрузочные работы	Ручной инструмент	Механические тр. ср.	Самосвалы	Погрузчики	Бульдозеры	Буровые станки	Другие машины	Падение человека	Прочее
2009	5	119	36	н/д	10	14	2	н/д	58	109	27
2010	4	142	56	н/д	6	15	4	н/д	49	127	31
2011	1	143	52	н/д	2	11	1	н/д	47	114	23
2012		150	45	н/д	10	19	1	н/д	26	118	37
2013	3	134	41	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	60	115	25
2014	4	122	40	н/д	13	19	2	н/д	20	92	16
2015	3	119	38	н/д	17	17	н/д	н/д	25	91	12
2016	3	107	42	н/д	8	27	н/д	н/д	32	102	34
2017	4	104	31	н/д	8	22	1	н/д	22	107	42
2018	4	116	62	н/д	15	18	1	н/д	30	103	36
2019	н/д	106	34	н/д	16	25	н/д	н/д	26	98	29
2020	н/д	99	33	н/д	14	18	2	н/д	28	78	21
Итого	49	2167	768	н/д	176	276	32	н/д	663	1794	467

На рисунке 2.37 представлено распределение травм, связанных с машинами и механизмами и другими факторами.



Рисунок 2.37. Распределение факторов, оказывающих влияние на травмы при разработке ПГС в период 2006–2020 гг.

Анализ рисунка 2.37 показал, что наибольшее количество травм возникает при погрузочно-разгрузочных работах и в результате падения человека при выполнении производственных операций.

2.4. Добыча каменного материала

Объем производства щебня приведен в таблице 2.17.

Таблица 2.17. Объем перевозок горной массы в процессе добычи каменного материала в период 1991–2020 гг., млн т [5]

Годы	Каменный материал	Вскрыша	Всего	Годы	Каменный материал	Вскрыша	Всего
1991	997	499	1496	2006	1180	590	1770
1992	1050	525	1575	2007	1180	590	1770
1993	1120	560	1680	2008	1460	730	2190
1994	1230	615	1845	2009	1160	580	1740
1995	1260	615	1875	2010	1160	580	1740
1996	1330	665	1995	2011	1110	555	1665
1997	1410	705	2115	2012	1180	590	1770
1998	1510	755	2265	2013	1180	590	1770
1999	1540	770	2310	2014	1250	625	1875
2000	1550	775	2325	2015	1320	660	1980
2001	1590	795	2385	2016	1360	680	2040
2002	1460	730	2190	2017	1370	685	2055
2003	1170	585	1755	2018	1390	695	2085
2004	1160	580	1740	2019	1490	745	2235
2005	1160	580	1740	2020	1460	730	2190

На рисунке 2.38 представлено распределение горной массы в процессе добычи каменного материала.

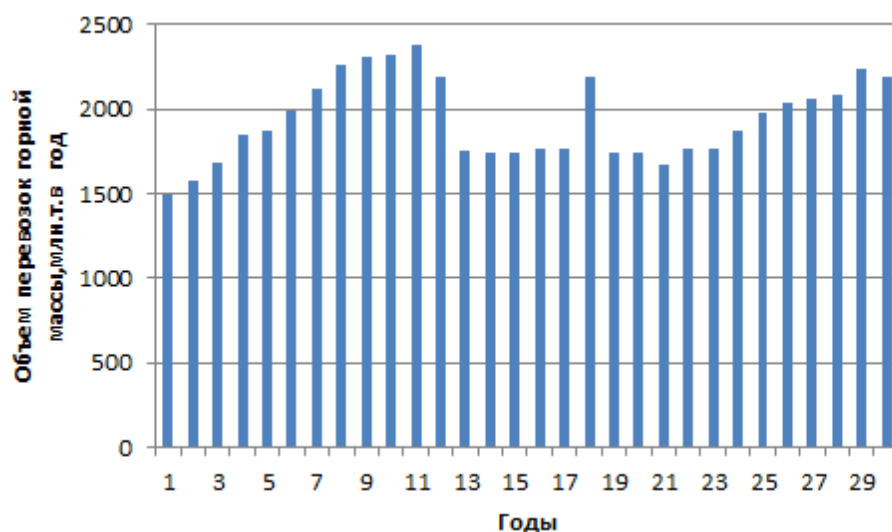


Рисунок 2.38. Распределение объема перевозок горной массы в период 1991–2020 гг.

Примечание: числа 1–29 соответствуют периоды времени 1991–2020 гг.

С целью анализа влияния объема перевозок горной массы и количества работников предприятия по добыче и транспортировки каменного материала и вскрыши приведены данные в таблице 2.18.

Таблица 2.18. Количество смертельных случаев, травм и численность работников предприятия в период 1995–2020 гг. [6]

Годы	Количество смертельных случаев	Количество травм	Численность трудящихся	Годы	Количество смертельных случаев	Количество травм	Численность трудящихся
1995	15	1247	35963	2008	3	720	49033
1996	15	1205	34793	2009	2	544	41465
1997	22	1249	37293	2010	8	505	41856
1998	15	1232	39302	2011	3	543	42988
1999	15	1184	40265	2012	3	549	43580
2000	13	1279	41251	2013	10	523	42978
2001	7	1192	41517	2014	4	514	42890
2002	12	1024	41200	2015	1	566	43612
2003	6	933	42166	2016	5	535	44404
2004	4	1039	43537	2017	4	473	44474
2005	5	1007	45726	2018	3	504	45649
2006	5	998	48482	2019	4	461	44783
2007	8	946	50570	2020	6	463	43462

На рисунках 2.39 и 2.40 показано распределение травм и смертельных случаев в период 1995–2020 гг.

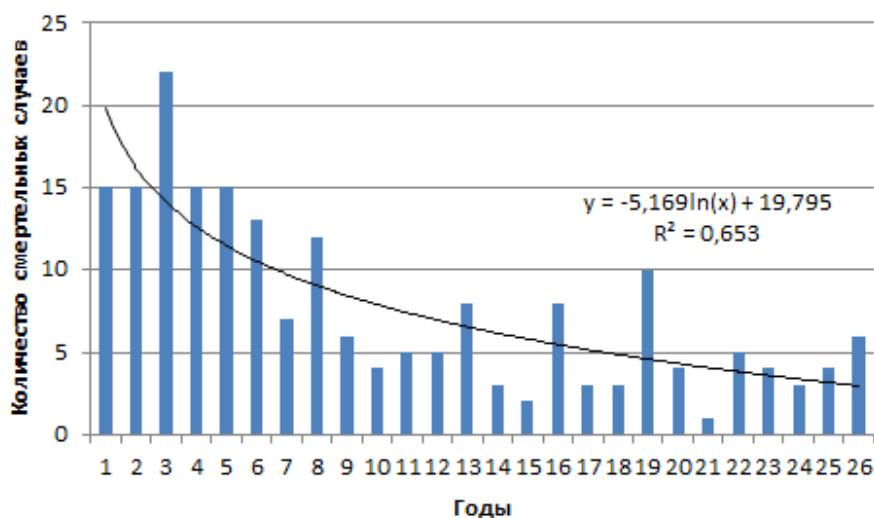


Рисунок 2.39. Распределение смертельных случаев в период 1995–2020 гг.

Примечание: числа 1–26 соответствуют периоды времени 1995–2020 гг.

Из рисунка 2.39 видно, что количество смертельных случаев неуклонно снижается благодаря совершенствованию техники безопасности и административным мерам.

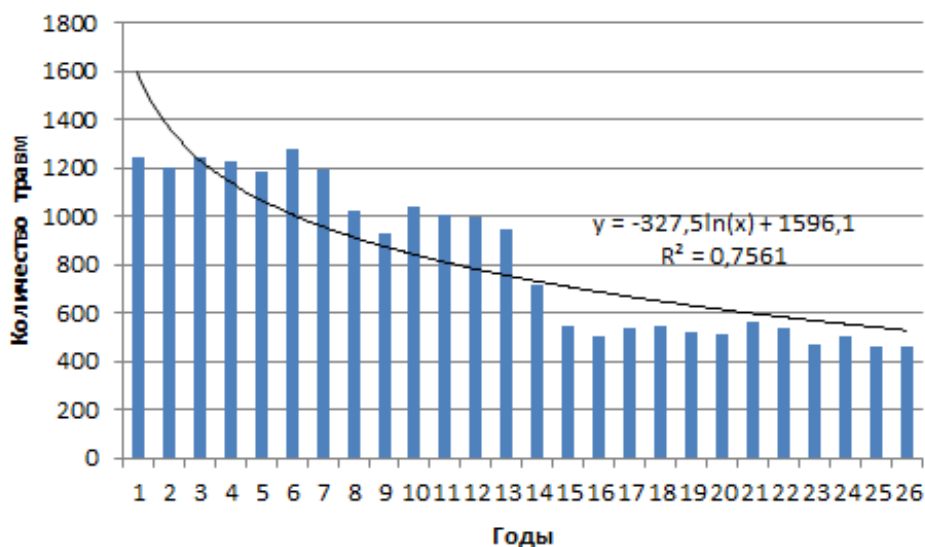


Рисунок 2.40. Распределение травм в период 1995–2020 гг.

Примечание: числа 1–26 соответствуют периоды времени 1995–2020 гг.

Аналогичная картина наблюдается в области производственного травматизма. На рисунке 2.40 отмечается устойчивое снижение количества травм.

С целью оценки зависимости смертельных случаев от объема производства щебня и численности рабочих был выполнен анализ, результаты которого приведены на рисунках 2.41 и 2.42.

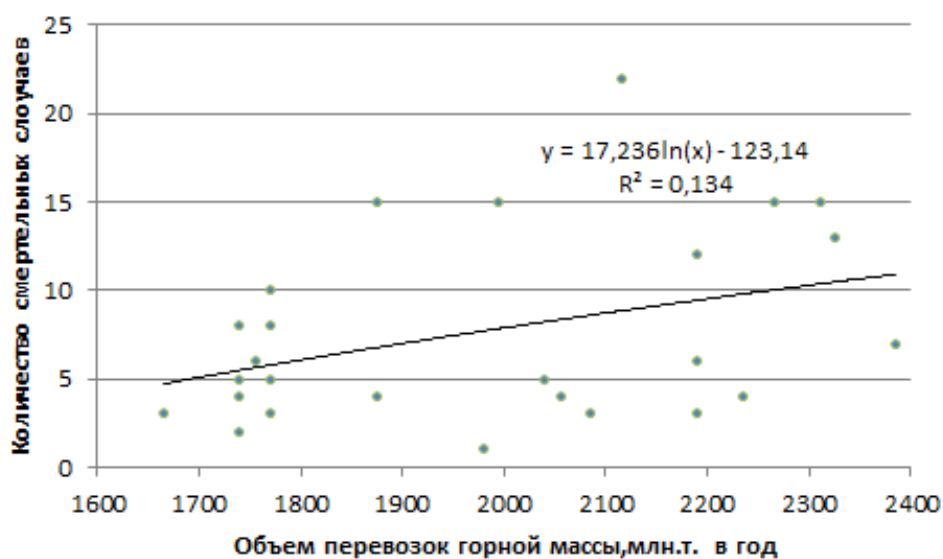


Рисунок 2.41. Зависимость смертельных случаев от объема перевозок горной массы в период 1995–2020 гг.

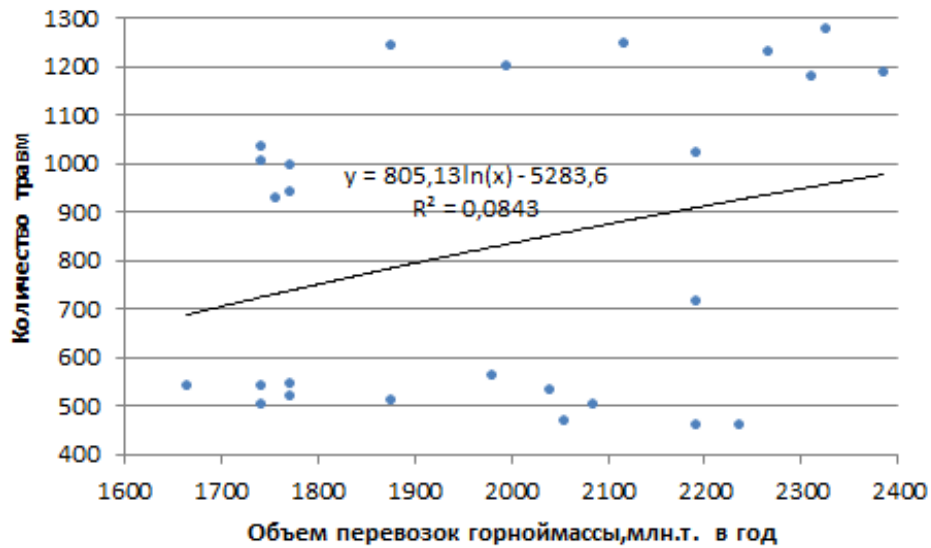


Рисунок 2.42. Зависимость количества травм от объема перевозок горной массы в период 1995–2020 гг.

Анализ рисунков 2.41 и 2.42 показал, что количество смертельных случаев и травм не зависит от объема перевозок горной массы.

На рисунке 2.43 и 2.44 приведены зависимости смертельных случаев и травм от численности трудящихся.

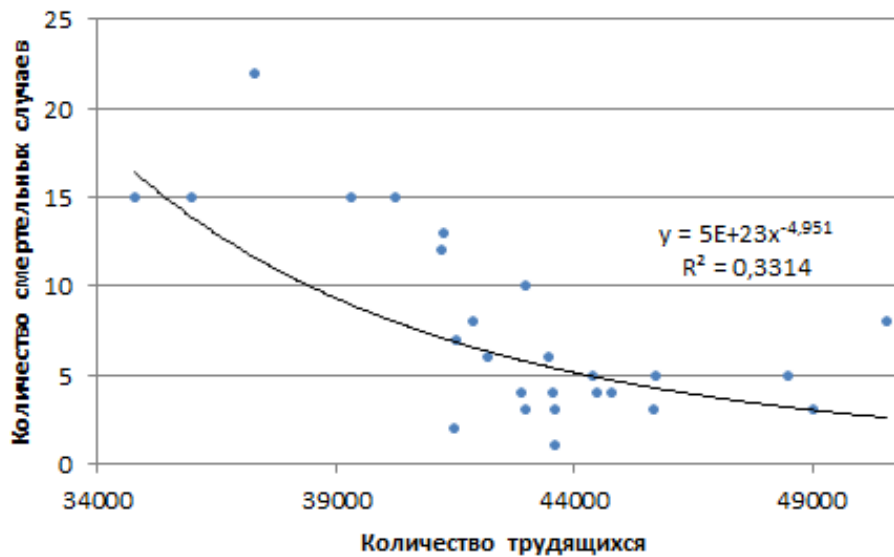


Рисунок 2.43. Зависимость смертельных случаев от численности рабочих в период 1995–2020 гг.

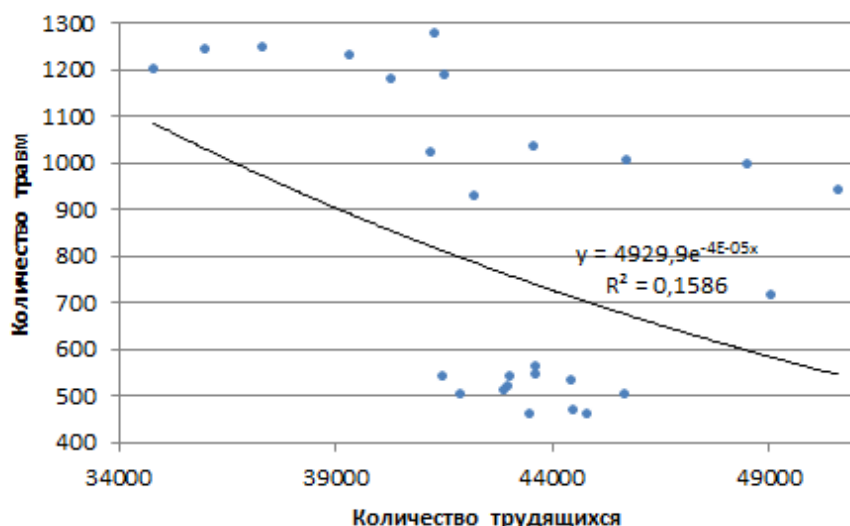


Рисунок 2.44. Зависимость количества травм от численности рабочих в период 1995–2020 гг.

Анализ зависимостей на рисунках 2.43 и 2.44 показал, что некоторое снижение количества смертельных случаев и травм не связано с количеством работников предприятия, а является следствием проводимой работы по профилактике несчастных случаев и укреплению трудовой дисциплины.

С целью влияния типа оборудования на количество смертельных случаев в таблице 2.19 представлены данные о количестве смертельных случаев, связанных с оборудованием.

В таблице 2.19 приведено количество смертельных случаев, связанных с машинами и механизмами в период 2006–2020 гг.

Таблица 2.19. Распределение смертельных случаев в процессе добычи каменного материала в зависимости от типа оборудования в период 2006–2020 гг.

Годы	Электрика	Погрузочно-разгрузочные работы	Ручной инструмент	Механические тр. ср.	Самосвалы	Погрузчики	Бульдозеры	Буровые станки	Другие машины	Падение человека	Прочее
2006	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	2	н/д	2
2007	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	1	н/д	2	н/д	2
2008	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	2	н/д	1
2009	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	2	н/д	н/д
2010	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	1	н/д	2	н/д	3
2011	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	3	н/д	н/д
2012	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д
2013	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	5	н/д	4

Годы	Электрика	Погрузочно-разгрузочные работы	Ручной инструмент	Механические тр. ср.	Самосвалы	Погрузчики	Бульдозеры	Буровые станки	Другие машины	Падение человека	Прочее
2014	н/д	н/д	н/д	н/д	2	н/д	н/д	н/д	н/д	1	1
2015	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	2	н/д	2
2016	н/д	н/д	н/д	н/д	2	н/д	н/д	н/д	1	н/д	2
2017	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	1	н/д	н/д	н/д	1
2018	н/д	н/д	н/д	н/д	2	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1
2019	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	2	н/д	1
2020	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	1	н/д	1	н/д	1
Итого	н/д	н/д	н/д	н/д	11	н/д	5	н/д	25	н/д	21

На рисунке 2.45 представлено наглядное изображение распределения смертельных случаев в период 2006–2020 гг.

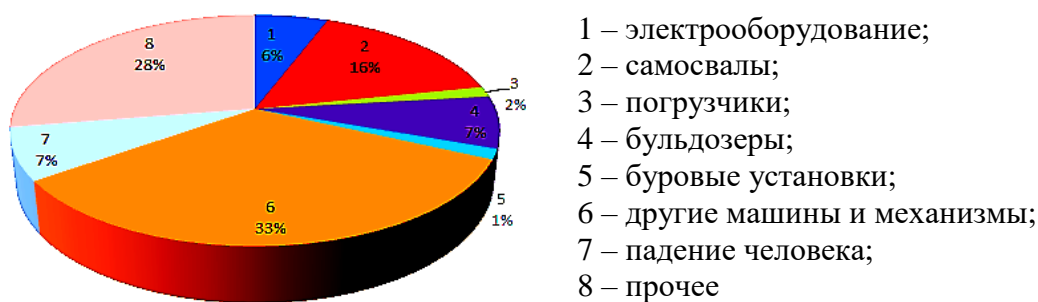


Рисунок 2.45. Распределение факторов, оказывающих влияние на смертельные случаи в период 2006–2020 гг.

Из рисунка видно, что наибольшее количество смертельных случаев связано с машинами и механизмами, значительная часть которых представлена самосвалами.

Таблица 2.20. Распределение травм в процессе добычи каменного материала в зависимости от типа оборудования в период 2006–2020 гг.

Годы	Электрика	Погрузочно-разгрузочные работы	Ручной инструмент	Механические тр. ср.	Самосвалы	Погрузчики	Бульдозеры	Буровые станки	Другие машины	Падение человека	Прочее
2006	1	352	125	н/д	54	44	8	7	97	241	69
2007	4	353	102	5	37	36	5	7	90	224	83
2008	3	246	75	4	32	23	5	5	83	192	52
2009	7	165	75	2	22	13	5	3	79	148	25

Годы	Электрика	Погрузочно-разгрузочные работы	Ручной инструмент	Механические тр. ср.	Самосвалы	Погрузчики	Бульдозеры	Буровые станки	Другие машины	Падение человека	Прочее
2010	6	167	62	1	24	22	1	8	46	136	12
2011	1	218	59	н/д	18	18	2	5	33	147	42
2012	1	215	69	4	22	16	3	2	54	126	37
2013	3	215	54	1	н/д	н/д	н/д	н/д	96	135	19
2014	4	186	47	1	21	22	2	7	42	152	30
2015	2	215	66	1	23	28	4	7	51	142	28
2016	2	211	60	н/д	22	30	1	9	50	131	19
2017	3	172	59	2	18	20	1	5	41	125	28
2018	2	191	57	н/д	22	18	3	5	47	132	27
2019	4	150	51	н/д	18	23	4	4	46	137	24
2020	1	149	65	2	37	20	3	5	35	109	37
Итого	44	3205	1026	23	370	333	47	79	890	2277	532

На рисунке 2.46 представлено наглядное изображение распределения травм в период 2006–2020 гг.



Рисунок 2.46. Распределение факторов, оказывающих влияние на травмы в период 2006–2020 гг.

Основными видами работ, при выполнении которых наблюдается наибольшее количество травм являются погрузочно-разгрузочные работы и работы, связанные с машинами и механизмами.

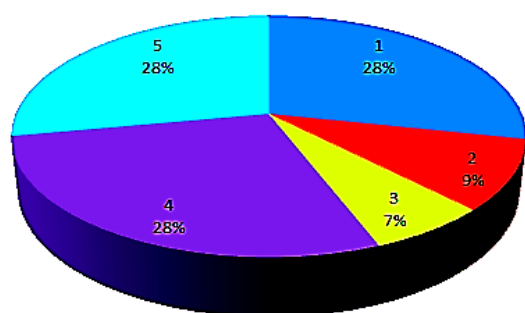
2.5. Анализ причин смертельных случаев и травм в горнодобывающей отрасли

Статистика смертельных случаев на открытых горных разработках в период 2006–2020 гг. приведена в таблице 2.21.

Таблица 2.21. Количество смертельных случаев на открытых горных разработках в период 2006–2020 гг.

Тип машины	Уголь	Металлическая руда	Неметаллическая руда	Песчано-гравийная смесь	Каменный материал	Всего
Электрооборудование	1	н/д	н/д	4	4	9
Погрузочно-разгрузочные работы	н/д	н/д	н/д	3	н/д	3
Самосвалы	21	9	4	11	11	56
Погрузчики		1	1	7	1	10
Бульдозеры	9	2	1	2	5	19
Буровые станки	1	1	1	н/д	1	4
Другие машины и механизмы	16	4	5	15	23	63
Падение человека	2	2	4	2	5	15
Прочие	20	4	н/д	25	19	68
Итого	70	23	16	69	69	247

На рисунке 2.47 представлено распределение смертельных случаев по типу полезных ископаемых.



- 1 – добыча угля;
- 2 – добыча металлических руд;
- 3 – добыча неметаллических руд;
- 4 – добыча песчано-гравийной смеси (ПГС);
- 5 – добыча каменного материала

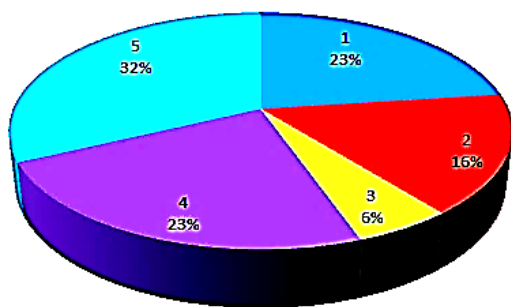
Рисунок 2.47. Распределение смертельных случаев по типу полезных ископаемых в период 2006–2020 гг.

Из рисунка 2.47 видно, что количество смертельных случаев при разработке угольных месторождений и нерудных материалов одинаково и составляет примерно третью часть от общего количества смертельных случаев.

Таблица 2.22. Количество травм на открытых горных разработках в период 2006–2020 гг.

Тип машины	Уголь	Металлическая руда	Неметаллическая руда	Песчано-гравийная смесь	Каменный материал	Всего
Электрооборудование	22	25	3	49	44	143
Погрузочно-разгрузочные работы	1542	1375	435	2167	3205	8724
Ручной инструмент	506	328	114	768	1026	2742
Механические транспортные средства	6	21	5	8	23	63
Самосвалы	609	413	82	176	370	1650
Погрузчики	174	65	43	276	333	891
Бульдозеры	264	86	25	32	47	454
Буровые станки	42	41	11	12	79	185
Другие машины и механизмы	611	519	165	663	890	2848
Падение человека	2202	1286	381	1794	2277	7940
Прочие	336	316	210	467	532	1861
Итого	6314	4475	1474	6412	8826	27501

На рисунке 2.48 представлено распределение количества травм по типу полезных ископаемых.



- 1 – добыча угля;
- 2 – добыча металлических руд;
- 3 – добыча неметаллических руд;
- 4 – добыча песчано-гравийной смеси (ПГС);
- 5 – добыча каменного материала

Рисунок 2.48. Распределение количества травм по типу полезных ископаемых в период 2006–2020 гг.

Из рисунка 2.48 видно, что наибольшее количества травм получают работники в процессе добычи каменного материала, далее – в равных количествах травмы получают работники при разработке карьеров с песчано-гравийной смесью и на угольных разрезах.

Все несчастные случаи условно можно разделить на три группы [7]:

- технические;
- организационные;
- личностные (психофизиологические).

Технические, как правило, обусловлены:

– конструктивными недостатками используемого оборудования (отсутствие средств контроля в зоне отсутствия видимости человека, другого оборудования или предохранительных отвалов);

– несоответствием нормативным значениям элементов плана и профиля автомобильных дорог;

– недостаточное сцепление колеса с дорогой;

– отсутствие или несоответствие нормативным значениям параметров предохранительного вала;

– недостаточное уплотнение грунта отвалов;

– недостаточная освещенность дороги;

– сверхнормативная запыленность воздуха и т. п.

Характерные нарушения нормативных параметров автомобильных дорог и отвалов приведены на рисунках 2.49–2.54.

На рисунке 2.49 показаны трещины на отвале, вызванные недоуплотнением грунта. Это может вызвать сход самосвалов во время разгрузки.



Рисунок 2.49. Недоуплотнение отвалов может привести к их обрушению

На рисунке 2.50 недостаточная высота грунтового вала привела к сходу самосвала и гибели водителя [8].



Рисунок 2.50. Недостаточная высота грунтового вала привела к сходу самосвала с дороги

На рисунке 2.51 отсутствие предохранительного вала на отвале приводит к опасным условиям разгрузки самосвала [8].



Рисунок 2.51. Опасные условия разгрузки самосвала с отвала по причине отсутствия предохранительного вала

На рисунке 2.52 показаны опасные условия движения самосвалов (сильная запыленность, локальное отсутствие направляющего вала при интенсивном движении и недостаточная ширина проезжей части) [9].



Рисунок 2.52. Недостаточная ширина проезжей части и отсутствие ориентирующего грунтового вала значительно снижают безопасность движения

К организационным проблемам, способствующим появлению несчастного случая, относятся:

- нарушение правил эксплуатации оборудования, транспортных средств, инструмента;
- недостатки в организации рабочих мест;
- нарушение правил при погрузочно-разгрузочных работах;
- нарушение норм и правил планово-предупредительного ремонта оборудования, транспортных средств и инструмента;
- недостатки в обучении рабочих безопасным методам труда;
- несоблюдение правил техники безопасности;
- неиспользование ремней безопасности на самосвалах;
- несовершенство ограждений мест работы и т.п

Характерные примеры нарушений в этой области приведены на рисунках 2.53 и 2.54.

На рисунке показан характерный тип ДТП (столкновение), вызванное различными причинами (неисправность тормозной системы, усталость водителя и т. п.) [10].



Рисунок 2.53. Столкновение двух самосвалов

На рисунке 2.54 приведен случай неправильной загрузки самосвала, что может привести его к опрокидыванию в процессе движения [10].



Рисунок 2.54. Неправильная загрузка горной породы в автосамосвалы увеличивает риск возникновения ДТП

К личностным (психофизиологическим) причинам производственного травматизма условно можно отнести физические и нервно-психические перегрузки работника, приводящие его к ошибочным действиям. Человек может совершать ошибочные действия из-за утомления, вызванного большими физическими перегрузками (при ремонтных работах), перенапряжением анализаторов

(зрительного, слухового, тактильного), монотонностью труда, стрессовыми ситуациями, болезненным состоянием. К травме может привести несоответствие анатомо-физиологических и психических особенностей организма человека характеру выполняемой работы. Заметим, что во многих технических системах, в конструкциях машин, приборов и систем управления еще недостаточно учитываются физиологические, психофизиологические, психологические и антропометрические особенности и возможности человека.

С целью выяснения причин несчастных случаев различными авторами были изучены основные причины смертельных случаев в горнодобывающей промышленности страны [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20].

Смертельные случаи машиниста погрузчика вызваны:

- неисправностью оборудования;
- нарушениями в процедуре обслуживания;
- превышением предельного продольного и поперечного наклона площадки опирания погрузчика;
- работой погрузчика в зоне влияния другой машины;
- ремонтом неисправности при работающей машине;
- несоблюдением правил производства работ в процессе погрузки горной массы;
- превышением допустимой массы поднимаемого груза;
- работой погрузчика в зоне возможного обрушения откоса;
- недостаточной освещенностью зоны работ погрузчика.

Смертельные случаи водителей самосвалов вызваны следующими обстоятельствами:

- неисправность различных узлов самосвала, особенно тормозных контуров;
- нарушения правил дорожного движения (ПДД);
- необеспечение видимости в зоне движения самосвала;
- необеспечение нормативной видимости препятствия на дороге;
- недостаточная освещенность в темное время суток;
- отсутствие или недостаточная высота ориентирующего вала вдоль дороги и на отвале;
- превышение нормативных показателей продольного профиля;
- отсутствие противоаварийного съезда;
- не пристегнутые ремни безопасности;
- острые приступы недомогания;
- повышенная усталость водителя вследствие нарушения режима сна и отдыха.

Несчастные случаи (в том числе и смертельные случаи) вызваны следующими причинами:

- работа бульдозера на недопустимом расстоянии от края отвала или уступа;
- не пристегнутые ремни безопасности;
- работа бульдозера при крутизне рельефа, превышающей допустимое значение;
- вертикальные и горизонтальные воздействия на машиниста бульдозера и др. причины.

Смертельные случаи при погрузочно-разгрузочных работах и работах с ручным инструментом обусловлены, как правило, несоблюдением правил техники безопасности и неисправностью оборудования.

Формальное разделение причин на технические, организационные и личностные позволяет выявить причины происшедшего несчастного случая и принять необходимые меры по исправлению ситуации [21].

Для анализа производственных несчастных случаев была разработана универсальная модель, которая успешно применялась в авиации, на железнодорожном транспорте, в горнодобывающей промышленности (The Swiss Cheese model) [21, 22].

В этой модели процесс, ведущий к аварии, начинается, когда принятые на уровне управления неправильные решения распространяются на различные компоненты производственной системы. Эти решения создают «дыры» в барьерах, установленных для предотвращения несчастных случаев. Авария рассматривается как сочетание небезопасных действий непосредственных операторов и скрытых условий в организации (системных факторов).

Исследование Горнорудного управления США показало, что человеческий фактор является причиной почти 85% всех несчастных случаев [23]. Под человеческим фактором понимается общий термин, охватывающий все те случаи, в которых запланированная последовательность умственных или физических действий не приводит к достижению намеченного результата, и когда эти неудачи не могут быть объяснены вмешательством какого-то случайного фактора.

В современном представлении человеческая ошибка – это симптом неудачи, который отражает более глубокие проблемы, существующие в системе. Изучение человеческой ошибки дает информацию, позволяющую понять упрощенный ярлык «человеческая ошибка». Человеческая ошибка – это постфактум, и она систематически связана с людьми, инструментами, задачами и операционной средой. Понимание причинно-следственных связей может стать важным шагом на пути к сокращению количества аварий.

В работе [24] оценка влияния человеческого фактора на несчастные случаи предусматривает четыре уровня активных ошибок и скрытых отказов:

- уровень 1 – небезопасные действия;
- уровень 2 – предварительные условия для небезопасных действий;

- уровень 3 – небезопасный контроль;
- уровень 4 – организационные факторы.

Уровень 1: небезопасные действия

Структура небезопасных действий оператора приведена на рисунке 2.57.



Рисунок 2.55. Структура небезопасных действий оператора

Уровень небезопасных действий подразделяется на две категории:

- ошибки;
- нарушения.

Эти две категории затем делятся на подкатегории.

Ошибки представляют собой непреднамеренное поведение, в то время как нарушения представляют собой преднамеренное пренебрежение правилами и положениями.

Подкатегории ошибок:

- ошибки, основанные на опыте работы – ошибки, возникающие при выполнении оператором рутинных, постоянно применяемых на практике операций при вождении автомобиля, связанных с оценкой дорожной ситуации во время вождения автомобиля (например, неспособность определить приоритеты внимания, негативная привычка и др.).

- ошибки при принятии решений – ошибки, которые возникают, когда поведение или действия операторов проходят по намеченному графику (срок доставки груза и т. п.), но намеченные сроки по ряду причин не могут быть реализованы, что вынуждает водителя нарушать правила дорожного движения (превышать скорость, совершать опасные маневры и т. п.).

- ошибки восприятия – ошибки, которые возникают, когда восприимчивость водителя ухудшается, и решение принимается на основе ошибочной информации.

Подкатегории нарушений:

- рутинные нарушения – нарушения, которые являются обычным делом со стороны водителя;

– исключительные нарушения – нарушения, за которые предусматривается лишение прав управления автомобилем, или вызваны экстремальными обстоятельствами (например, объезд препятствия на дороге с необходимостью выезда на встречную полосу и т. п.).

Уровень 2: Предпосылки для небезопасных действий

Данный уровень разделен на три категории:

- факторы окружающей среды;
- состояние операторов;
- факторы персонала.

Структура предпосылок для небезопасных действий приведена на рисунке 2.56.

Эти три категории затем подразделяются на подкатегории:

– факторы окружающей среды относятся к физическим и технологическим факторам, которые влияют на практику, условия и действия человека и приводят к человеческим ошибкам или небезопасной ситуации. Здесь имеется в виду запыленность воздушной среды в карьере, загазованность в глубоких карьерах и невозможность качественно проветрить карьер, недостаточная освещенность на площадках погрузки и разгрузки горной массы, а также на соединительных дорогах;

– состояние операторов относится к неблагоприятному психическому состоянию, неблагоприятному физиологическому состоянию и факторам физического/психического ограничения, которые влияют на практику, условия или действия отдельных лиц и приводят к человеческой ошибке или небезопасной ситуации. Исследованиями работы самосвалов на предприятиях открытых горных разработок установлено, что на безопасность работы водителей влияют:

– нарушения циркадных ритмов, связанные с фазовым сдвигом в циклы сонливости/бодрствования;

- недостаточный (укороченный) сон;
- плохое качество сна между сменами;
- усталость;
- дневная сонливость;

– неоптимально составленные графики смен;

– время суток;

– вождение в ночную смену (большая склонность к сонливости);

– увеличенное время вождения;

– определенные заболевания (например, синдром обструктивного апноэ во сне) и лекарства;

– недостаточная информированность о причинах и последствиях переутомления, важности продолжительности сна [25].

Управление сном имеет решающее значение. Во время сна должно быть тихо и темно, чтобы сон не прерывался. Особенно это касается предстоящей работы в ночную смену, т. к. в этот период нарушается фаза циркадного сна-бодрствования. Считается нормальным продолжительность сна 7–8 часов. Сон в дневное время оказывает положительное влияние на работоспособность водителей в ночное время. Сон можно разделить условно на две группы: профилактическую и восстанавливающую. Профилактический сон выполняется до начала смены. Восстанавливающий сон осуществляется после недосыпания.

На каждом предприятии вопрос труда и отдыха решается с учетом специфики предприятия.

Водителей самосвалов необходимо регулярно проверять на наличие нарушений (бессонница, синдром обструктивного апноэ во сне), которые могут способствовать чрезмерной сонливости, прежде чем они будут переведены на сменную или ночную работу, и особенно в первые месяцы.

При назначении сотрудникам нужны инструкции, как справиться с этим видом работы. Рабочие должны знать о возможных трудностях, с которыми они могут столкнуться во время адаптации процесса и должны быть проинформированы о возможных рисках для здоровья.

Для повышения работоспособности водителей на некоторых предприятиях устанавливаются перерывы, которые вряд ли повлияют на сонливость, вызванную циркадными или гомеостатическими факторами.

Установленный график работы – пять рабочих дней и два выходных на большинстве предприятий требует корректировки для круглосуточной работы горнодобывающих предприятий.

Исследования показали, что ночная или ранняя утренняя работы требуют более длительного времени восстановления. В частности, требуется два дня для корректировки ритма температуры тела после двух ночных смен и 3–4 дня после 21 ночной смены, т. к. это необходимо для восстановления сильно нарушенной циркадной ритмики.

Оптимальный график работы предприятия носит, как правило, индивидуальный характер и связан с решением вопросов организации производства, потребности в персонале, безопасности и здоровья, социальных и других вопросов. Однако есть ключевые факторы, которые следует учитывать при назначении циклов смены, включая продолжительность смен, сроки смен и интервалы между сменами – все факторы, влияющие на физиологическую и социальную жизнь сменных рабочих.

Исследования показали, что лучше быстро менять смены, чем работать более продолжительными сменами. А медленно меняющийся график (например, более 3 недель) позволяет лучше адаптироваться к работе ночью, но приводит к

накоплению недосыпания. Раннее начало смены обычно сокращает продолжительность сна перед сменой с повышением утомляемости во время утренней смены. Быстрого переключения (например, с ночной смены на дневную в один и тот же день) следует избегать, в то время как количество последовательных смен должно быть ограниченным числом от пяти до семи. Многие водители не понимают, что сонливость предвещает сон, который может наступить быстрее, чем они думают, особенно, когда водитель начинает активно бороться, о чем свидетельствуют, например: открытие окна в автомобиле, включение радио, частое передвижение на водительском сиденье. Всё это признаки того, что водители становятся очень сонными. Лучше всего водитель может понять свою сонливость, когда он сам ее осознает.

Профилактике борьбы с утомляемостью и усталостью может способствовать внедрение образовательных программ. Обучение водителей «гигиене сна» может значительно способствовать осведомленности о причинах и последствиях переутомления. Время сна (когда и какова продолжительность), стратегии сна для разных смен, а также использование лекарств и стимуляторов во время сменной работы должны быть частью образовательной программы.

Если намерение состоит в том, чтобы изменить поведение сменных рабочих, требуются образовательные программы, а не просто распространение информации. Программа должна содержать сведения:

- об опасности сменной работы;
- потенциальном влиянии сменной работы на безопасность и здоровье;
- выявлении потенциальных и/или существующих проблем, связанных с недостатком сна;
- индивидуальных стратегиях выживания, чтобы максимально минимизировать негативные последствия сменной работы;
- доступных услугах, чтобы помочь рабочим справиться с посменной работой;
- влиянию диеты и физических упражнений на сменную работу, а также воздействию наркотиков и алкоголя, чтобы справиться со сменной работой.

Исследования влияния питания на самочувствие во время работы показали, что прием тяжелой пищи увеличивает риск сонливости. Снижению сонливости способствует умеренное употребление кофе и энергетических напитков.

Эффективным средством контроля времени засыпания, являются устройства, контролирующие физиологическое состояние водителя.

Работа «Детектора сна» основана на наблюдении за глазами водителя. Здесь используется эффект, заключающийся в том, что зрачок поглощает больше света инфракрасного (ИК) спектра, чем кожа. Разница в количестве ИК-энергии,

отраженной открытым и закрытым глазом, улавливается прибором, и, если водитель закрывает глаза более, чем на 2 секунды, сигнал тревоги отправляется диспетчеру.

Другие методы основаны на контроле наклона головы, показаниях электроэнцефалограммы, электроокулограммы и электромиограммы, измерения мозговых волн с помощью электродов и др.

В некоторых исследованиях отмечается положительное влияние освещенности в кабине водителя.

Кадровые факторы относятся к управлению ресурсами автомобиля и факторам личной готовности, которые влияют на практику, условия или действия отдельных лиц и приводят к человеческим ошибкам или небезопасной ситуации.

Подкатегории факторов окружающей среды:

– физическая среда – относится к факторам, которые включают как эксплуатационные параметры (например: погода, высота, рельеф), так и параметры окружающей среды (например: тепло, вибрация, освещение, токсины);

– технологическая среда – относится к факторам, которые включают в себя различные аспекты проектирования.

Подкатегории состояния операторов:

– неблагоприятное психическое состояние – относится к факторам, которые включают те психические состояния, которые влияют на принятие решений (например: стресс, умственная усталость, мотивация);

– неблагоприятное физиологическое состояние – относится к факторам, которые включают медицинские или физиологические состояния, которые влияют на работоспособность (например: медицинское заболевание, физическая усталость, гипоксия);

– физическое/психическое ограничение – указывает, когда оператор не обладает физическими или умственными способностями, чтобы справиться с ситуацией, и это влияет на время и правильность принятия решений (например: визуальные ограничения, недостаточное время реакции).

Подкатегории факторов персонала:

– управление ресурсами автомобиля и поезда – относится к факторам, которые включают связь, координацию, планирование и выполнение работы;

– личная готовность – относится к внеслужебным занятиям, необходимым для оптимальной работы на работе (например: соблюдению требований отдыха членов экипажа, ограничений на алкоголь и других нерабочих обязанностей).



Рисунок 2.56. Структура предпосылок для небезопасных действий оператора и управления его работой

Уровень 3: Контроль небезопасных действий

Уровень 3 – предусматривает контроль небезопасных действий и разделяется на четыре категории (Рисунок 2.57).

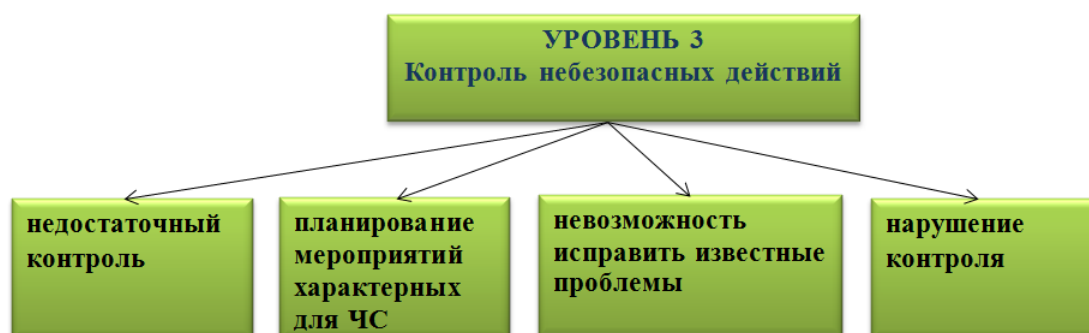


Рисунок 2.57. Структура контроля за небезопасными действиями

Роль любого руководителя заключается в том, чтобы предоставить своим сотрудникам возможность добиться успеха, и они должны обеспечивать руководство, обучение, контроль или стимулы для обеспечения того, чтобы задача выполнялась безопасно и эффективно.

Планирование несанкционированных действий относится к тем операциям, которые могут быть приемлемыми и разными во время чрезвычайных ситуаций, но неприемлемыми при нормальной эксплуатации (например, управление рисками, совместное использование автомобилей, оперативный темп).

Невозможность исправить известную проблему относится к тем случаям, когда недостатки известны руководителю, но им разрешено продолжать работу

(например, при выпуске автомобиля на линию руководство может обойти тот факт, что автомобиль имеет какие-то неисправности, или состояние водителя не отвечает требованиям медицинских показаний и др.) Как правило, эти нарушения вызваны необходимостью выдерживания сроков доставки грузов, боязнь штрафных и административных санкций и т. п.

Нарушение контроля относится к тем случаям, когда надзорные органы умышленно игнорируют существующие правила и положения.

Уровень 4: организационные процедуры

Структура организационных процедур приведена на рисунке 2.58 и подразделяется на три категории.

– управление ресурсами – относится к принятию решений на организационном уровне в отношении распределения и поддержания организационных активов (например: парка автомобилей, элементов обустройства дорог и т. п.).

– организационный климат – относится к рабочей атмосфере внутри организации (например: своевременное решение проблем, возникающих в трудовом коллективе, наглядно-просветительская деятельность в области безопасности движения и др.).

– операционный процесс – относится к организационным решениям и правилам, регулирующим повседневную деятельность в организации (например: операции, процедуры, надзор).



Рисунок 2.58. Структура организационных процедур

2.6. Рекомендации по повышению безопасности труда на открытых горных разработках

С целью практической реализации снижения влияния человеческой ошибки на безопасность и здоровье в карьерах под руководством МОТ был разработан свод правил по безопасности и гигиене труда на предприятиях горных разработок как вклад в развитие основных положений Конвенции о безопасности и гигиене труда в шахтах [26].

Свод правил является техническим стандартом МОТ и содержит:

- юридические, административные и эффективные основы для предотвращения и снижения опасностей и рисков;
- цели любых механизмов выявления, устранения, минимизации и контроля опасностей;
- оценку рисков и опасностей для безопасности и здоровья рабочих и меры, которые необходимо принять;
- мониторинг за производственной средой и здоровьем рабочих;
- порядок действий в чрезвычайных ситуациях и оказание первой помощи;
- предоставление информации и обучение рабочих;
- создание системы регистрации, отчетности и отслеживание несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также опасных происшествий.

2.6.1. Требования к мобильному оборудованию

Раздел, содержащий требования к мобильному оборудованию, включает:

- параметры применяемого оборудования и защитные устройства от падающих предметов должны соответствовать национальным стандартам. Компетентный орган может назначить проверку соответствия указанного оборудования условиям безопасной эксплуатации;
- тормозная система должна обеспечивать удержание груженого автомобиля в неподвижном состоянии при максимальном уклоне дороги в карьере;
- запрещается оставлять мобильное оборудование без включения тормозной системы, особенно, если оно припарковано на уклоне дороги. Дополнительно при парковке автомобиля на уклоне дороги необходимо устанавливать упоры под колеса;
- кабина автомобиля должна быть оборудована противоударными элементами, предотвращающими травмы водителя в случае ДТП.

Все водители мобильного оборудования должны быть обученными и иметь допуск к работе на этом оборудовании.

Особое внимание следует уделять конструкции кабины, включая:

- доступ в кабину – безопасный вход и выход для оператора и аварийный выход;
- возможность регулировки сиденья водителя для лиц разного размера;
- исправность всех систем управления машиной, включая аварийные;
- расположение информационных указателей, включая предупреждения;
- обзор из кабины;
- исправность систем отопления и охлаждения;
- доступность для сервисного и технического обслуживания.

Все автотранспортные средства должны быть оснащены:

- фарами, задними фонарями и габаритными огнями;
- омывателями и стеклоочистителями;
- системами звукового оповещения, которые должны быть включены всякий раз, когда водитель хочет переместить транспортное средство при необеспеченной видимости спереди и сзади;
- кабина водителя не должна быть оборудована дополнительным оборудованием, которое ухудшает характеристики безопасности и снижает видимость;
- окна кабины должны быть из безопасного стекла и содержаться в чистоте;
- кабины автомобилей не должны содержать посторонних материалов, включая оборудование и приспособления, которые могут препятствовать доступу к элементам управления или снижать видимость;
- огнетушители соответствующего типа и мощности не должны препятствовать работе и аварийному выходу водителя, а также снижать обзор.

Человек не имеет право управлять автомобилем на карьере, если:

- он не имеет лицензию на данный тип автомобиля, выданную компетентным органом;
- он не соответствует критериям компетентности, установленным администрацией карьера для работы с таким оборудованием;

Все отвалы должны иметь:

- прочную конструкцию;
- необходимую ширину для размещения требуемого количества автомобилей для разгрузки горной породы;
- предохранительный вал.

Самосвалы должны быть оборудованы автоматической сигнализацией обратного хода с уровнем звука, который выше уровня окружающего шума.

2.6.2. Требования к автомобильным дорогам

К основным параметрам, влияющим на безопасность движения, относятся: ширина проезжей части и обочин, радиусы горизонтальных и вертикальных кривых, продольные уклоны, видимость, коэффициент сцепления и др.

Оценить влияние какого-либо фактора на безопасность движения чрезвычайно сложно. В рамках исследований [27, 28, 29] в 1989–1991 годах на угольных разрезах США было показано, что неровности дороги способствовали воздействию вибрации на водителя, вызывая так называемую вибрационную болезнь (смещения внутренних органов, деформацию костно-хрящевых суставов и т. п.).

В ходе исследований было выявлено:

- отклонение геометрических параметров от проектных значений;

- неправильно установленные дорожные знаки, которые не в полной мере отражают ситуацию в карьере;
- недостаточная видимость;
- отсутствие или недостаточная высота ориентирующего грунтового вала;
- несвоевременное восстановление профиля вала;
- недостаточная ширина проезжей части дороги;
- продольный уклон превышает допустимые пределы для условий данного карьера;
- сверхнормативные деформации проезжей части дороги и др. недостатки.

В целом, отмечается, что около половины несчастных случаев связаны с недостатками проектирования и эксплуатацией.

Учитывая значительное влияние человеческого фактора, необходимо при проектировании по возможности учитывать человеческие ошибки.

Основные требования к автомобильным дорогам изложены в Руководстве по проектированию карьерных дорог, разработанное при содействии МВД США [30]. Основная цель документа – повышение безопасности движения на автомобильных дорогах предприятий открытых горных разработок. Руководство разработано на анализе эксплуатации автотранспортных средств основных горнодобывающих предприятий страны. В Руководстве приведены:

- элементы плана, продольного и поперечного профиля автомобильных дорог;
- величины тормозного пути;
- безопасные расстояния видимости;
- отвод и пропуск воды через дорогу;
- расчет дорожной одежды для различных автомобильных нагрузок и грунтовых условий;
- типы дорожных знаков и их дислокация;
- определены критерии содержания дорог.

Этот метод в дальнейшем получил развитие в работе [31].

При проектировании плана и профиля следует принимать во внимание:

- в случае сочетания вертикальных и горизонтальных кривых, последние должны быть не менее чем на 25 м длиннее вертикальных кривых;
- расстояние между кривыми, направленными в разные стороны, должно быть не менее 50 м;
- не следует применять горизонтальные кривые малого радиуса на участках, непосредственно примыкающих к участкам с максимально допустимой скоростью движения;
- по возможности не использовать минимально возможные значения тангенсов и частого изменения уклона дороги;

– не следует располагать пересечения дорог в местах размещения вершин вертикальных кривых и горизонтальных кривых малого радиуса. Видимость на пересечении должна быть не менее 100 м со всех сторон. При расстановке дорожных знаков предусмотреть приоритет грузеному автомобилю. Продольный уклон дорог в районе пересечения должен быть не более 2%;

– на пересечении дорог во всех направлениях должен быть обеспечен водоотвод и дренаж;

– во всех квадрантах пересечения необходимо обеспечить видимость приближающегося транспорта;

– максимальный дополнительный продольный уклон наружной кромки проезжей части по отношению к проектному продольному уклону на участках отгона виража следует принимать в размере 20%. Минимальный дополнительный продольный уклон в любой точке поверхности проезжей части на участке отгона виража не должен быть менее 5%;

– высота ориентирующего вала должна быть не менее 66% от диаметра колеса самосвала. Величина откоса должна составлять 3:1.

Для большегрузных самосвалов высота ориентирующего вала должна составлять не менее 66% диаметра колеса грузовика. Соотношение высоты вала и горизонтальной составляющей рекомендуется принимать 3:1.

При расчете дорожных одежд расширен диапазон автомобилей, которые в настоящее время эксплуатируются на карьерах страны. Большое внимание уделено вопросам содержания дорог. С учетом многолетних исследований были разработаны рекомендации по оптимизации содержания дорог. Новая методология проектирования карьерных дорог нуждается в проверке ее эффективности в отношении повышения безопасности движения. Использование вскрышных пород в дорожной одежде показало, что, несмотря на использование некондиционных материалов, дорожная конструкция позволяет снизить транспортные затраты и повысить безопасность движения.

Признано необходимым при проектировании по возможности учитывать человеческий фактор, который оказывает значительное влияние в обеспечении безопасности движения. Этот фактор следует принимать во внимание при назначении геометрических параметров дорог, при расчете дорожных одежд и содержании дорог, т. е. проектные решения должны быть приспособлены к возможной человеческой ошибке.

Для малых и средних предприятий был подготовлен пакет документов в рамках проекта МОТ «Связь безопасности и здоровья на рабочем месте с обеспечением устойчивого экономического развития: от теории и банальностей к убеждениям и действиям» [32]. Этот пакет по оценке и управлению рисками на рабочем месте в первую очередь адресован владельцам и менеджерам малых и

средних предприятий для улучшения условий безопасности и здоровья на рабочих местах своими силами.

Пакет состоит из трех модулей. Основной модуль – это инструмент самопомощи, который состоит из пяти этапов проведения оценки риска. Это расширяет возможности владельцев и работников малых и средних предприятий для проведения собственной оценки рисков. Второй модуль описывает набор инструментов, разработанный для поддержки учебных курсов по оценке рисков и помощи инструкторам в планировании рисков и их оценки. Он включает в себя листы действий, которые помогут участникам пройти оценку рисков в процессе. Наконец, в третьем модуле приводятся примеры оценки рисков для отдельных профессиональных секторов, в которых преобладают МСП.

Список использованных источников

1. ILOSTAT: официальный сайт. – 2023. – URL: <https://ilostat.ilo.org> (дата обращения: 03.08.2023). – Текст: электронный.
2. Международная организация труда. Конвенция о безопасности и гигиене труда на шахтах 176: [ратифицировано Федеральным законом РФ от 7 июня 1995 года № 106-ФЗ]. – Текст: электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: [сайт]. – 2023. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/499009240?ysclid=lrg8n0tbt3743591405> (дата обращения: 03.08.2023).
3. Словари и энциклопедии на Академике. – Текст: электронный // Академик: [сайт]. – 2023. – URL: <https://dic.academic.ruAcademic.ru> (дата обращения: 03.08.2023).
4. Garside M. Active mines in the U.S. 2000–2019 / M. Garside Aug 23, 2021.
5. National Minerals Information Center USGS: официальный сайт. – 2023. – URL: <https://clck.ru/383ieh> (дата обращения: 03.08.2023). – Текст: электронный.
6. Mining Industry Accident, Injuries, Employment, and Production Statistics and Reports. – Текст: электронный // MSHA: [сайт]. – 2023. – URL: <https://arweb.msha.gov/Accinj/Accinj.htm> (дата обращения: 03.08.2023).
7. Основы предупреждения производственного травматизма. – Текст: электронный // Российский государственный гуманитарный университет: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.rsuh.ru/> (дата обращения: 03.08.2023).
8. Bls data: официальный сайт. – 2023. – URL: <http://data.bls.gov/search/query/result> (дата обращения: 03.08.2023). – Текст: электронный.
9. Poniewierski J. Guidelines and considerations for open pit designers / J. Poniewierski. – DOI:10.13140/RG.2.2.24925.46563. – Текст: электронный // ResearchGate. – 2018. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/330495905> (дата обращения: 03.08.2023).

10. Medianusa: официальный сайт. – 2023. – URL: <https://medianusa.co/>. (дата обращения: 03.08.2023). – Текст: электронный.
11. Analysis of fatal accidents related to equipment at mining enterprises in the USA: 1995-2005 / V. Kechoevich, D. Komlenovich, W. Groves, M. Radomsky. – Текст: непосредственный // Academy of Sciences. – 2007. – № 45. – P. 864–874.
12. Groves, U. A. Analysis of deaths and injuries associated with mining equipment / U.A. Groves, V. Kechoevich, D. Komlenovich. – Текст: непосредственный // J. Saf. Res. – 2007. – № 38. – P. 461–470.
13. Kecojevic V. The causes and control of loader – and truck-related fatalities in surface mining operations / V. Kecojevic, M. Radomsky. – Текст: непосредственный // Int. J. Inj. Contr. Saf. Promot. – 2004. – № 11. – P. 239–251.
14. Kecojevic V. Risk assessment for loader – and dozer-related fatal incidents in US mining / V. Kecojevic, D. Komljenovic, W. Groves. – Текст: непосредственный // Int. J. Inj. Contr. Saf. Promot. – 2008. – № 15. – P. 65–75.
15. Permana H. Risk assessment as a strategy to prevent mine accidents in Indonesian mining / H. Permana. – Текст: непосредственный // Rev. Min. – 2010. – № 4. – P. 43–50.
16. Ruff T. Machine-related injuries in the US mining industry and priorities for safety research / T. Ruff, P. Coleman, L. Martini. – Текст: непосредственный // Int. J. Inj. Contr. Saf. Promot. – 2011. – № 18. – P. 11–20.
17. Jackleg drill injuries / C. C. Clark, D. J. Benton, J. B. Seymour, L. A. Martin. – Текст: непосредственный // Min. Eng. 2016. – № 68. – P. 57–62.
18. Burgess-Limerick R. Injuries associated with underground coal mining equipment in Australia / R. Burgess-Limerick // Ergon. Open J. – 2011. – № 4. – P. 62–73.
19. Santos B. Publication on the mining industry: an analysis of injuries of dump truck operators in the US mining industry in 2010 / B. Santos, W. Porter, A. Mayton. – Текст: электронный // NIOSH: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.cdc.gov/NIOSH/mining/works/coversheet1560.html> (дата обращения: 03.08.2023).
20. Zhang M. Investigation of haul truck-related fatal accidents in surface mining using fault tree analysis / M. Zhang, V. Kecojevic, D. Komljenovic. – [https://doi.org/accidents in surface mining using fault tree analysis](https://doi.org/accidents%20in%20surface%20mining%20using%20fault%20tree%20analysis) 10.1016/j.ssci.2014.01.005. – Текст: электронный // Safety Science. – 2014. – 65:106–117. – URL: https://www.researchgate.net/publication/260114821_Investigation_of_haul_truck-related_fatal_accidents_in_surface_mining_using_fault_tree_analysis (дата обращения: 03.08.2023).
21. Patterson J. M. Operator error and system deficiencies: analysis of 508 mining incidents and accidents from Queensland, Australia using HFACS / J.M. Patterson, S. A. Shappell. – DOI: 10.1016/j.aap.2010.02.018. Epub 2010 Apr 1. – Текст: электронный // Accid Anal Prev. – 2010. – Jul. – 42(4): 1379–85. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20441855/> (дата обращения: 03.08.2023).

22. A systems approach to accident causation in mining: an application of the HFACS method. *Accident Analysis and Prevention* / M. G. Lenné, P. M. Salmon, C. C. Liu, M. Trotter. – DOI: 10.1016/j.aap.2011.05.026. – Текст: электронный // *Accid Anal Prev.* – 2012. – Sep. – 48: 111-7. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22664674/> (дата обращения: 03.08.2023).

23. Patterson J. M. Operator error and system deficiencies: Analysis of 508 mining incidents and accidents from Queensland, Australia using HFACS / J.M. Patterson, S. A. Shappell. – Текст: непосредственный // *Accident Analysis and Prevention.* – 2010. – Vol. 42, № 4. – P. 1379–1385.

24. Chappell S. A. The system of analysis and classification of the human factor – HFACS / S. A. Chappell, D. A. Wigmann. – U. S. Department of Transportation; Federal Aviation Administration, 2000. – Текст: непосредственный.

25. Factors affecting driver alertness during the operation of haul trucks in the South African mining industry. – PC Schutte and CC Maldonado. – Текст: непосредственный.

26. Code of practice on safety and health in opencast mines. International labour office. – Geneva, 2018. – Текст: непосредственный.

27. Randolph R. F. Safety analysis of accidents in land transportation / R. F. Randolph, K.M.K. Bolf. – Текст: непосредственный // 27th Annual report of the Institute for Health, Safety and Research in the Mining Industry. – Blacksburg, Virginia: Virginia Polytechnic Institute; State University, 1996. – P. 29–38.

28. Aldinger J. A. Mobile equipment accidents in surface coal mines / J. A. Aldinger, J. M. Kenney, C. M. Keran. – Текст: электронный // National Technical Reports Library: [сайт]. – 2023. – URL: <https://ntrl.ntis.gov/NTRL/dashboard/searchResults/titleDetail/PB95266581.xhtml> (дата обращения: 03.08.2023).

29. Miller R. E. A GPS-based system for minimizing jolts to heavy equipment operators / R. E. Miller, R. J. Thompson, N. T. Lowe. – Society of Automotive Engineering; SAE Transactions, Journal of Commercial Vehicles, 2004. – P. 850–855. – ISBN 0-7680-1641-X. – Текст: непосредственный.

30. Kaufman W. The design of surface mine haul roads – a manual / W. Kaufman, J. C. Ault. – Текст: электронный // COMPLIANCE TRAINING ONLINE: [сайт]. – 2023. – URL: <https://static.compliancetrainingonline.com/docs/ic8758.pdf> (дата обращения: 03.08.2023).

31. Thompson R. J. Towards a mechanistic structural design method for surface mine haul roads / R. J. Thompson, A. T. Visser. – Johannesburg: South African Institute of Civil Engineering, 1996. – 38:2. – Текст: непосредственный.

32. Training package on workplace risk assessment and management for small and medium-sized enterprises. – Текст: электронный // ILO: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.ilo.org> (дата обращения: 03.08.2023).

3. Охрана труда и безопасность движения на открытых горных разработках Канады

Канада – одна из крупнейших горнодобывающих держав мира. Среди экономически развитых стран Запада по развитию этой отрасли она уступает только США. В горнодобывающей промышленности Канады занято 350 тыс. человек, а доля ее в ВВП страны составляет 4%. Горнодобывающая промышленность страны отличается исключительным разнообразием: здесь добывают 26 видов металлического, 24 вида неметаллического сырья и все известные виды топлива.

Канада входит в пятерку стран в мировом производстве 13 основных минералов и металлов:

- на первом месте по добыче калия;
- на втором месте по добыче урана и ниобия;
- на третьем месте по добыче никеля, кобальта, алюминия и платины;
- на четвертом месте по добыче индия и серы;
- на пятом месте по добыче алмазов, титана и золота.

Большая часть запасов угля в стране (более 95 процентов) находится в провинциях: Альберте, Британской Колумбии, Саскачеване и Новой Шотландии. В основном добыча угля осуществляется открытым способом.

В соседней провинции Саскачеван находятся крупнейшие в Канаде залежи урановых руд, обеспечивающие 3/5 всей добычи урана в стране (годовая добыча 5000–6000 т).

В провинции Альберта находятся крупнейшие в мире залежи битуминозных песчаников: пески, содержащие примерно 14% нефтяных продуктов, транспортировка которых осуществляется карьерными самосвалами грузоподъемностью 130–150 т.

Основные месторождения железной руды расположены в провинции Квебек с содержанием железа 55–60%.

На севере провинции Манитоба ведутся крупнейшие разработки никеля.

Громадные залежи калийных солей разрабатываются в провинции Саскачеван.

Для погрузки горной массы используются экскаваторы P&H 4100, P&H 2300, Komatsu PC 1800, Bucurus-Erie 295, Hitachi EX 1100, автосамосвалы Terex Titan, Cat-789 грузоподъемностью 190 т, Cat-793 грузоподъемностью 240 т, Cat-777, Komatsu 830E грузоподъемностью 227 т, Euclid 260 грузоподъемностью 240 т, Unit Rig M 120, погрузчики Letourneau L 1100 с объемом ковша 16,8 м³, Letourneau L 1400 с объемом ковша 21,4 м³, Cat-980 с объемом ковша 3–5 м³, Cat-992 с объемом ковша 9 м³.

Горнодобывающий сектор занимает четвертое место по количеству несчастных случаев, связанных непосредственно с работой (792) и временной потерей трудоспособности, вызванной работой (156) [1].

3.1. Разработка угольных месторождений

В таблице 3.1 приведен объем добычи угля и вскрыши в период 1994–2020 гг. [2].

Таблица 3.1. Объем добычи угля и перевозок горной массы в период 1994–2020 гг. (млн т в год)

Годы	Добыча угля	Объем вскрыши	Общий объем перевозок	Годы	Добыча угля	Объем вскрыши	Общий объем перевозок
1994	74	369	812	2008	63	315	692
1995	75	375	824	2009	63	315	692
1996	76	380	835	2010	68	340	747
1997	79	395	868	2011	67	336	738
1998	75	377	829	2012	67	333	733
1999	73	363	799	2013	69	345	758
2000	69	346	761	2014	66	330	726
2001	70	352	774	2015	62	310	682
2002	67	333	733	2016	61	307	674
2003	62	311	684	2017	60	300	659
2004	66	332	729	2018	62	310	372
2005	68	338	744	2019	57	285	342
2006	69	347	763	2020	41	205	246
2007	68	339	745				

На рисунке 3.1 приведено распределение добычи угля и горной массы груза, перевозимого автомобильным транспортом в период 1994–2020 гг.

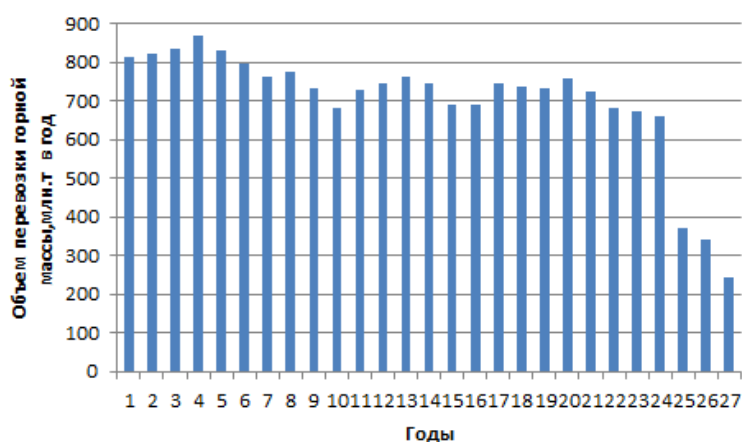


Рисунок 3.1. Распределение угля и вскрыши, перевозимых автомобильным транспортом в период 1994–2020 гг.
Примечание: числа 1–27 соответствуют периоду времени 1994–2020 гг.

В основной период времени объем перевозок колеблется в пределах 700–800 млн т горной массы в год. В последние три года, в результате пандемии, наблюдается значительное снижение объема перевозок.

3.2. Разработка металлических руд

В таблице 3.2 приведен объем добычи металлических руд в период 1994–2020 гг. [2].

Таблица 3.2. Объем добычи металлических руд и вскрыши в период 1994–2020 гг.

Годы	Железная руда	Вскрыша	Руда, содержащая золото	Вскрыша	Алмазная руда	Вскрыша	Медная руда	Вскрыша	Всего
1994	113	1130	50	250	н/д	н/д	н/д-	н/д-	1543
1995	116	1160	50	250	н/д	н/д	н/д-	н/д-	1576
1996	103	1030	57	285	н/д	н/д-	н/д-	н/д-	1475
1997	112	1120	57	285	н/д	н/д-	н/д-	н/д	1574
1998	117	1170	57	285	1	7	н/д-	н/д-	1637
1999	105	1050	53	265	3	23	12	60	1571
2000	106	1060	50	250	3	23	12	60	1564
2001	81	810	53	265	4	30	14	70	1327
2002	93	930	50	250	5	38	12	60	1438
2003	99	990	47	235	11	83	10	50	1525
2004	86	860	43	215	12	90	12	60	1378
2005	91	910	40	200	12	90	12	60	1415
2006	101	1010	33	165	13	98	12	60	1492
2007	98	980	33	165	17	128	12	60	1493
2008	94	940	33	165	15	113	12	60	1432
2009	95	950	33	165	11	83	10	50	1397
2010	109	1090	33	165	12	90	10	50	1559
2011	110	1100	33	165	11	83	12	60	1574
2012	117	1170	37	185	10	75	12	60	1666
2013	126	1260	43	215	11	83	12	60	1810
2014	130	1300	50	250	12	90	14	70	1916
2015	138	1380	53	265	12	90	14	70	2022
2016	125	1250	53	265	12	90	14	70	1879
2017	144	1440	57	285	23	173	12	60	2194
2018	157	1570	60	300	23	173	10	50	2343
2019	162	1620	53	265	19	143	10	50	2322
2020	157	1570	50	250	19	143	10	50	2249

На рисунке 3.2 представлено распределение металлических руд в период 1994–2020 гг.

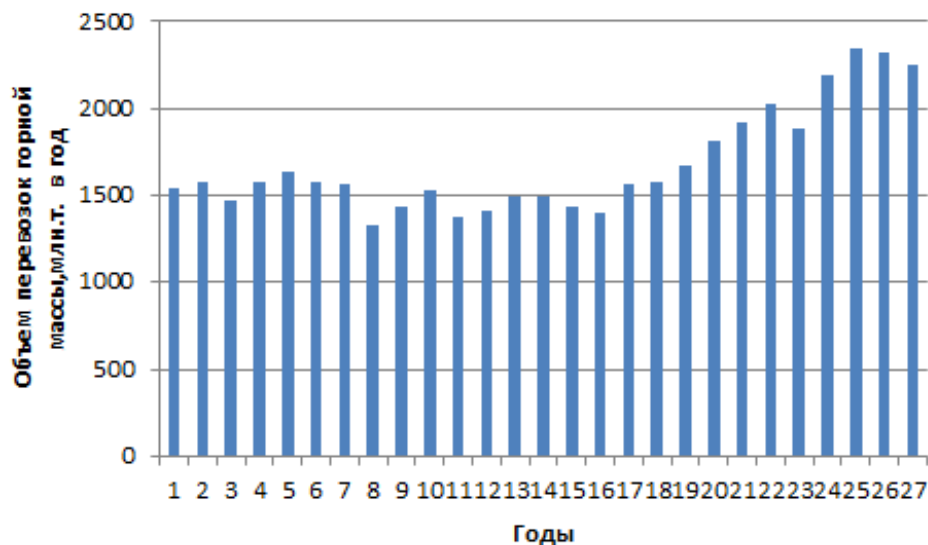


Рисунок 3.2. Распределение добычи металлических руд в период 1994–2020 гг.

Примечание: числа 1–27 соответствуют периоду времени 1994–2020 гг.

В последнее время, несмотря на пандемию, наблюдается стабилизация добычи железной руды.

3.3. Разработка неметаллических руд

В таблице 3.3 приведен объем добычи неметаллических руд в период 1994–2020 гг. [2].

Таблица 3.3. Объем добычи неметаллических руд в период 1994–2020 гг. (млн т в год)

Годы	Гипс	Вскрыша	Нефелиновый сиенит	Вскрыша	Всего
1994	9	43	1	6	59
1995	8	42	1	6	57
1996	8	41	1	6	56
1997	9	46	1	6	62
1998	8	41	1	6	56
1999	9	47	1	7	64
2000	9	46	1	7	63
2001	8	39	1	7	55
2002	9	44	1	7	61
2003	8	42	1	7	58
2004	8	42	1	7	58
2005	9	43	1	7	60
2006	9	45	1	7	62

Годы	Гипс	Вскрыша	Нефелиновый сиенит	Вскрыша	Всего
2007	8	38	1	7	54
2008	6	29	1	7	43
2009	4	18	1	5	28
2010	3	15	1	6	25
2011	2	12	1	6	21
2012	2	10	1	6	19
2013	2	10	1	7	20
2014	2	9	1	7	19
2015	2	9	1	6	18
2016	2	9	1	6	18
2017	3	15	1	6	25
2018	3	15	1	6	25
2019	3	15	1	6	25
2020	3	15	1	6	25

На рисунке 3.3 приведено распределение добычи неметаллических руд в период 19943–2020 гг.

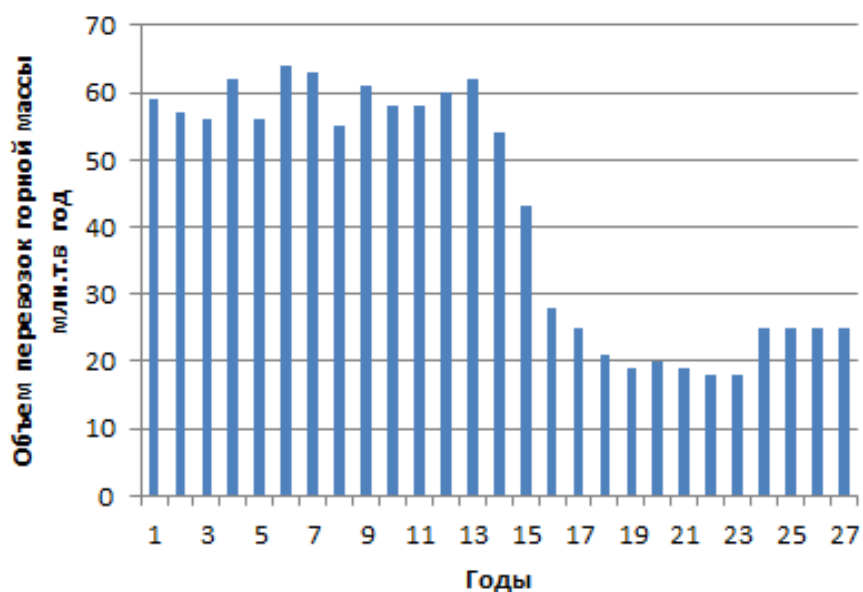


Рисунок 3.3. Распределение добычи неметаллических руд в период 1994–2020 гг.
Примечание: числа 1–27 соответствуют периоду времени 1994–2020 гг.

Начиная с 2009 года наблюдается значительное снижение добычи неметаллических руд, в основном за счет сокращения добычи гипса.

3.4. Добыча строительных материалов

В таблице 3.4 приведены объемы строительных материалов в период 1994–2020 гг. [2].

Таблица 3.4. Объем добычи строительных материалов и вскрыши в период 1994–2020 гг. (млн т в год)

Годы	Кварц	Вскрыша	Строительный камень	Вскрыша	ПГС	Вскрыша	Всего
1994	3	15	220	660	247	988	2133
1995	4	20	241	723	228	912	2128
1996	3	15	184	552	213	852	1819
1997	4	20	242	726	225	900	2117
1998	4	20	235	705	218	872	2054
1999	3	15	260	780	242	968	2268
2000	3	15	278	834	238	952	2320
2001	3	15	298	894	237	948	2395
2002	3	15	248	744	238	952	2200
2003	3	15	238	714	236	944	2150
2004	3	15	270	810	250	1000	2348
2005	4	20	282	846	243	972	2367
2006	4	20	307	921	238	952	2442
2007	4	20	300	900	243	972	2439
2008	4	20	292	876	240	960	2392
2009	2	10	306	918	202	808	2246
2010	3	15	341	1023	211	844	2437
2011	3	15	323	969	222	888	2420
2012	3	15	303	909	225	900	2355
2013	4	20	305	915	225	900	2369
2014	4	20	295	885	228	912	2344
2015	4	20	316	948	228	912	2428
2016	5	25	320	960	281	1124	2715
2017	5	25	339	1017	231	924	2541
2018	10	50	333	999	217	868	2477
2019	8	40	286	858	175	700	2067
2020	7	35	300	900	171	684	2097

На рисунке 3.4 приведено распределение добычи строительных материалов и вскрыши в период 1994–2020 гг.

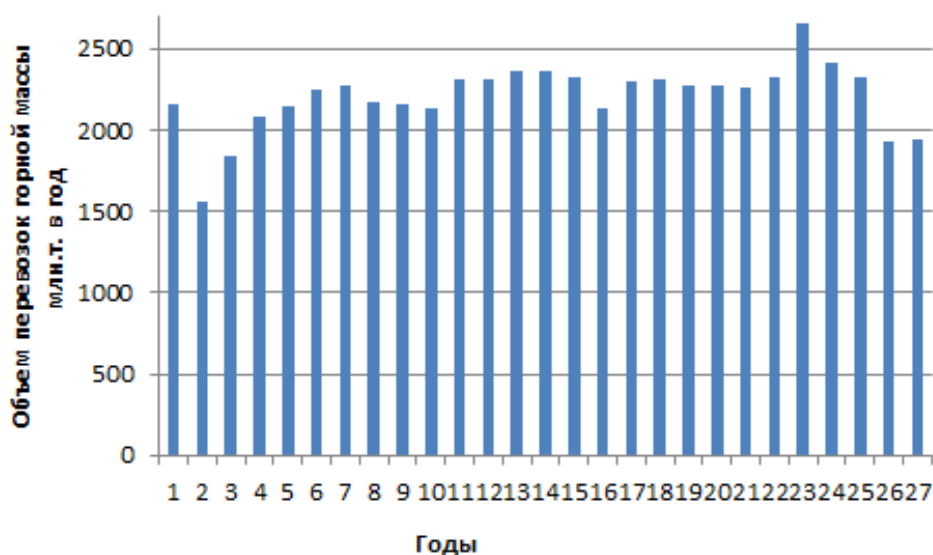


Рисунок 3.4. Распределение добычи строительных материалов в период 1994–2020 гг.
Примечание: числа 1–27 соответствуют периоду времени 1994–2020 гг.

Из рисунка 3.4 видно, что, несмотря на пандемию, востребованность в строительных материалах остается стабильной и высокой.

3.5. Общий объем горной массы

В таблице 3.5 приведен общий объем горной массы при добыче полезных ископаемых открытым способом.

Таблица 3.5. Общий объем перевозок горной массы при добыче полезных ископаемых открытым способом (млн т в год)

Годы	Объем горной массы с углем	Объем горной массы с металлической рудой	Объем горной массы с неметаллической рудой	Объем горной массы со строительными материалами	Общий объем перевозок горной массы
1994	812	1543	59	2133	4547
1995	824	1576	57	2128	4585
1996	835	1475	56	1819	4185
1997	868	1574	62	2117	4621
1998	829	1637	56	2054	4576
1999	799	1571	64	2268	4702
2000	761	1564	63	2320	4708
2001	774	1327	55	2395	4551
2002	733	1438	61	2200	4432
2003	684	1525	58	2150	4417
2004	729	1378	58	2348	4513
2005	744	1415	60	2367	4586
2006	763	1492	62	2442	4759

Годы	Объем горной массы с углем	Объем горной массы с металлической рудой	Объем горной массы с неметаллической рудой	Объем горной массы со строительными материалами	Общий объем перевозок горной массы
2007	745	1493	54	2439	4731
2008	692	1432	43	2392	4524
2009	692	1397	28	2246	4363
2010	747	1559	25	2437	4768
2011	738	1574	21	2420	4753
2012	733	1666	19	2355	4773
2013	758	1810	20	2369	4957
2014	726	1916	19	2344	5005
2015	682	2022	18	2428	5150
2016	674	1879	18	2715	5286
2017	659	2194	25	2541	5419
2018	372	2343	25	2477	5217
2019	342	2322	25	2067	4756
2020	246	2249	25	2097	4617

На рисунке 3.5 показано распределение общего объема перевозок в период 2014–2020 гг.

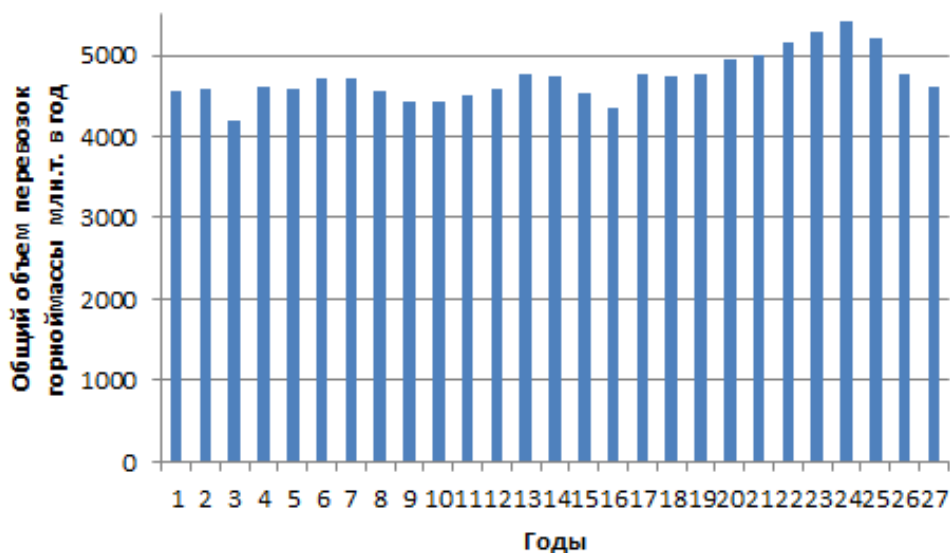


Рисунок 3.5. Распределение общего объема перевозок горной массы при добыче полезных ископаемых в период 1994–2020 гг.
Примечание: числа 1–27 соответствуют периоду времени 1994–2020 гг.

В последние три года наблюдается некоторое снижение общего объема добычи и перевозки горной массы (в среднем на 10%).

3.6. Статистика несчастных случаев на открытых горных разработках

Количество смертельных случаев, травм и численность рабочих, занятых на разработке угля и минеральных материалов открытым способом в период 2000–2020 гг. приведено в таблице 3.6 [3,4,5,6].

Таблица 3.6. Количество смертельных случаев, травм и численность рабочих, занятых на добыче угля и минеральных материалов в период 2000–2020 гг.

Годы	Кол-во см. случаев	Кол-во травм	Кол-во трудящихся	Годы	Кол-во см. случаев	Кол-во травм	Кол-во трудящихся
2000	32	1261	57805	2010	35	797	75895
2001	30	1245	57080	2011	37	936	86210
2002	37	1111	53870	2012	32	811	88860
2003	40	1144	50510	2013	26	726	89030
2004	36	1063	53125	2014	27	701	91775
2005	47	1112	57595	2015	24	567	84445
2006	36	1115	67025	2016	27	573	89155
2007	38	1113	70245	2017	18	697	93500
2008	39	1075	76540	2018	31	689	95395
2009	31	630	68505	2019	21	670	97385
				2020	19	658	98045

Распределение смертельных случаев по годам при разработке угля и минеральных месторождений в период 2000–2020 гг. приведено на рисунке 3.6.

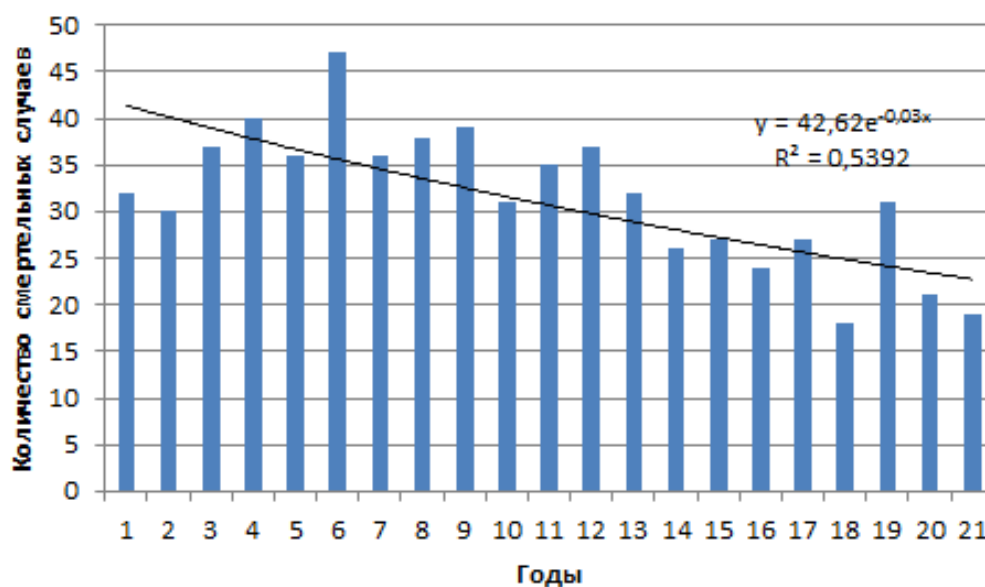


Рисунок 3.6. Распределение смертельных случаев по годам при разработке угля и минеральных месторождений в период 2000–2020 гг.
Примечание: числа 1–21 соответствуют периоду времени 2000–2020 гг.

Распределение травм по годам при разработке угля и минеральных материалов открытым способом в период 2000–2020 гг. приведено на рисунке 3.7.

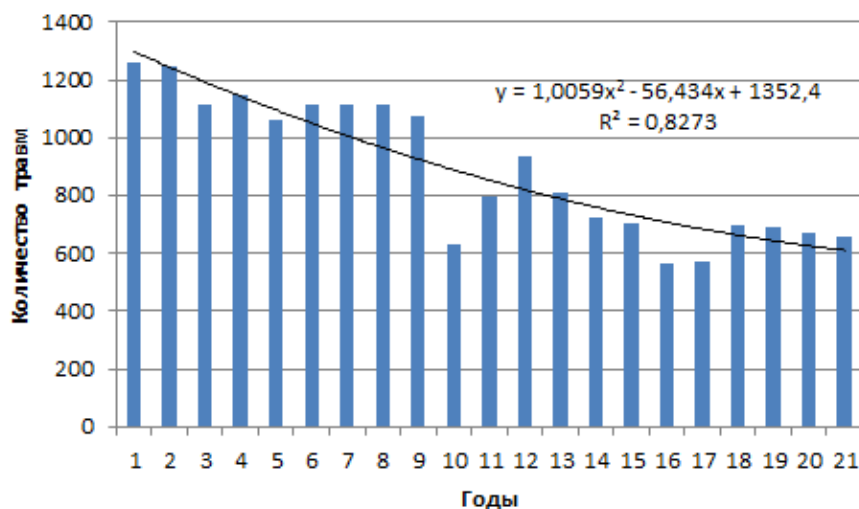


Рисунок 3.7. Распределение травм по годам при разработке угля и минеральных месторождений в период 2000–2020 гг.

Примечание: числа 1–21 соответствуют периоду времени 2000–2020 гг.

Анализ рисунков 3.6 и 3.7 показал, что в рассматриваемый период наблюдается существенное снижение смертельных случаев и травм, что связано с совершенствованием законодательства по предупреждению несчастных случаев и ужесточением контроля.

3.7. Анализ влияния факторов на несчастные случаи

На рисунке 3.8 показана зависимость смертельных случаев от общего объема транспортировки горной массы и полезных ископаемых в период 2000–2020 гг.

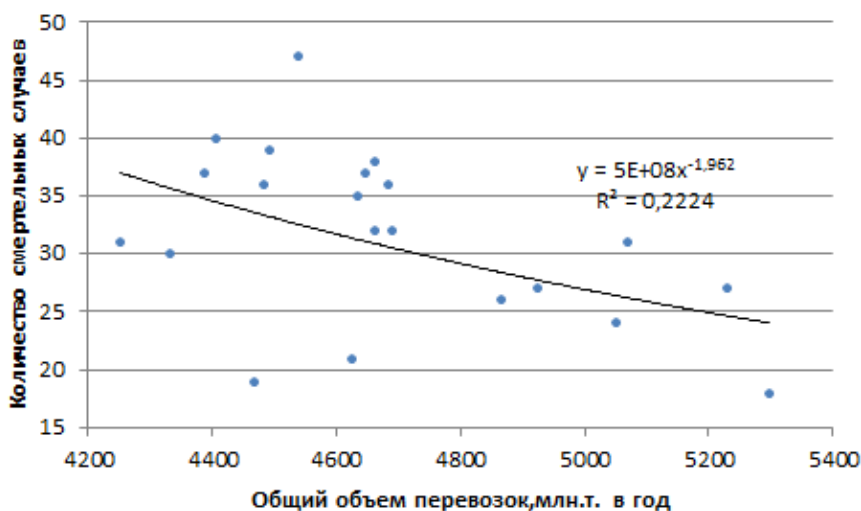


Рисунок 3.8. Зависимость смертельных случаев от общего объема перевозок горной массы в период 2000–2020 гг.

Из рисунка 3.8 видно, что количество смертельных случаев практически не зависит от объема перевозок горной массы.

Зависимость количества травм от объема добычи минеральных материалов приведена на рисунке 3.9.

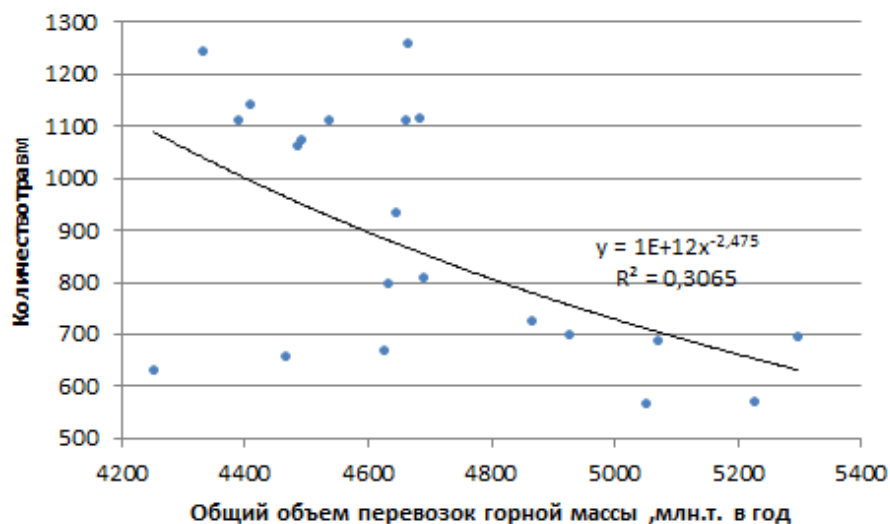


Рисунок 3.9. Зависимость количества травм от объема транспортировки горной массы в период 2000–2020 гг.

Снижение количества травм с увеличением объема перевозок говорит о том, что этот фактор не является определяющим при травмировании сотрудников.

На рисунке 3.10 показана зависимость смертельных случаев от численности рабочих, занятых на разработках полезных ископаемых.

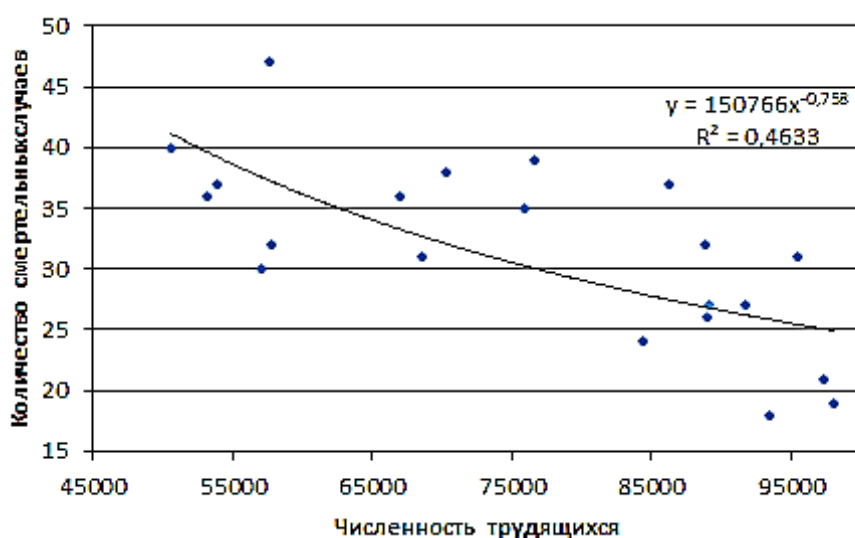


Рисунок 3.10. Зависимость количества смертельных случаев от численности рабочих, занятых на добыче минеральных материалов в период 2000–2020 гг.

Из рисунка видно, что количество смертельных случаев снижается несмотря на увеличение количества работников предприятия. По всей видимости, это объясняется высокоэффективной работой по повышению охраны труда и техники безопасности. Этим объясняется и снижение количество травм (рисунок 3.11).

На рисунке 3.11 показана зависимость количества травм от численности рабочих, занятых на разработках полезных ископаемых.

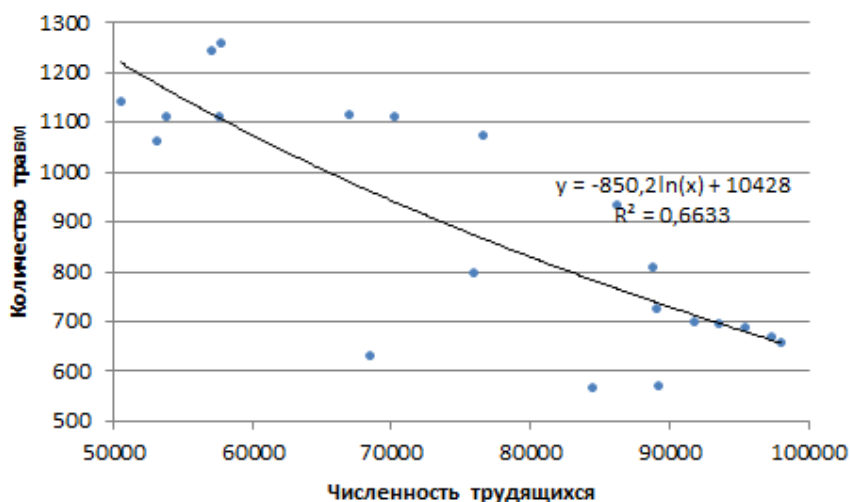
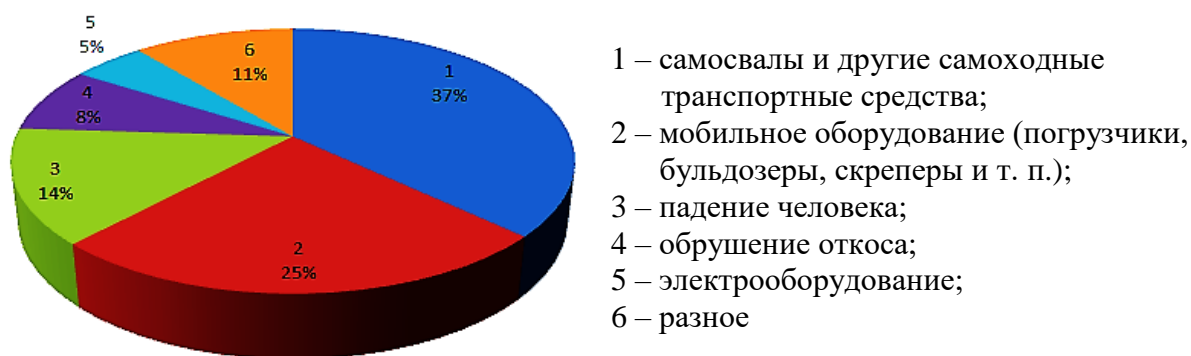


Рисунок 3.11. Зависимость количества травм от численности рабочих, занятых на добыче минеральных материалов в период 2000–2020 гг.

Распределение других факторов, связанных со смертельными случаями, приведено на рисунке 3.12.

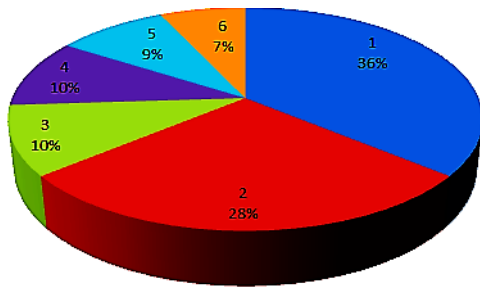


- 1 – самосвалы и другие самоходные транспортные средства;
- 2 – мобильное оборудование (погрузчики, бульдозеры, скреперы и т. п.);
- 3 – падение человека;
- 4 – обрушение откоса;
- 5 – электрооборудование;
- 6 – разное

Рисунок 3.12. Распределение смертельных случаев на открытых горных работах в Канаде в период 2000–2020 гг.

Из рисунка видно, что больше половины смертельных случаев связано с мобильным оборудованием.

На рисунке 3.13 показано распределение количества травм на открытых горных разработках.



- 1 – погрузочно-разгрузочные работы;
- 2 – падение человека;
- 3 – ручной инструмент;
- 4 – машины и оборудование;
- 5 – мобильное оборудование (погрузчики, бульдозеры, скреперы и т. п.);
- 6 – разное

Рисунок 3.13. Распределение количества травм на открытых горных работах в Канаде в период 2000–2020 гг.

Из рисунка 3.13 видно, что наибольшее количество травм вызвано падением человека с высоты или на одном уровне, а также несоблюдением правил безопасности при выполнении такелажных работ.

Наиболее характерные случаи приведены на рисунках 3.14–3.22.



Рисунок 3.14. Несоблюдение минимального расстояния до края отвала при работе бульдозера на отвале



Рисунок 3.15. Сход бульдозера с отвала



Рисунок 3.16. Несоблюдение правил техники безопасности фронтального погрузчика при производстве погрузочных работ



Рисунок 3.17. Возгорание вследствие неисправности электрооборудования автомобиля



Рисунок 3.18. Авария самосвала из-за неисправности трансмиссии



Рисунок 3.19. Недостаточная высота ориентирующего вала



Рисунок 3.20. Отсутствие видимости в непосредственной близости от самосвала



Рисунок 3.21. Сход самосвала с транспортной бермы



Рисунок 3.22. Столкновение карьерных самосвалов [7]

3.8. Анализ основных причин несчастных случаев и рекомендации по повышению безопасности

Основные причины несчастных случаев, связанные с мобильным оборудованием, зависят от:

- дорожных условий;
- технического состояния мобильного оборудования;
- состояния операторов (физическое, физиологическое и психическое);
- факторов окружающей среды (погода, высота над уровнем моря и т. п.);
- контроль небезопасных действий.

Охрана труда и техника безопасности в Канаде соответствующим Законом [8]. Разъяснение отдельных позиций Закона изложено в руководстве к Закону [9].

Общие положения по охране труда и технике безопасности подразумевают:

- предварительное медицинское обследование;
- учет физических данных оператора на рабочем месте;
- необходимый объем знаний о правилах техники безопасности при производстве работ;
- необходимый стаж работы на данном мобильном оборудовании;
- соответствие параметров безопасности при проектировании нормативным документам;
- перед началом работы машины и оборудование должны пройти предварительный техосмотр;
- в процессе работы должно быть предусмотрено плановое техническое обслуживание оборудования;
- соблюдение стандартов и технических регламентов в процессе эксплуатации;
- на учебных курсах должна быть отражена специфика работы оборудования, которое в соответствующий период эксплуатируется в карьере;

– контроль за работой оборудования должен осуществляться с помощью современных средств.

Основные требования по проектированию изложены в работах [10, 11].

Ключевые параметры автомобильных дорог:

- ширина проезжей части должна быть равной 3,5 габарита самого большого самосвала, который эксплуатируется на дороге;
- продольный уклон должен быть в пределах 8–10%;
- высота предохранительного грунтового вала должна составлять не менее 0,5 диаметра колеса.

Остальные параметры (видимость, радиус горизонтальных и вертикальных кривых, величина виража и другие параметры определяются по общеизвестным формулам).

Расчет дорожной одежды, принятый в большинстве зарубежных стран, осуществляется с помощью коэффициента CBR, характеризующего прочность основания.

Для повышения транспортно-эксплуатационных параметров дороги рекомендуется верхний слой устраивать из материалов, укрепленных органическим вяжущим.

Основные требования к содержанию карьерных автомобильных дорог [12]:

- проезжая часть не должна иметь выбоин, выступающих камней и застоя воды;
- горизонтальные кривые должны обеспечивать движение автомобилей с расчетной скоростью;
- поддержание поперечного уклона на виражах;
- незамедлительное удаление камней и посторонних предметов на проезжей части дороги;
- своевременная обработка проезжей части дороги пылеподавляющим материалом (предпочтительно обеспечивающим продолжительное отсутствие пыли).

В зонах погрузки и разгрузки площадка должна быть ровной и иметь обеспеченный водоотвод. Падающие камни в процессе погрузки и разгрузки должны быть оперативно удалены обслуживающим мобильным оборудованием (бульдозером и т. п.).

Горизонтальные кривые при въезде на площадку и выезде с площадки должны обеспечивать расчетную скорость движения.

Для выполнения работ по поддержанию дорог требуется следующая техника:

- бульдозеры колесные и гусеничные;
- погрузчики фронтальные;
- виброкатки;

- скреперы для россыпи щебня фракции 10–15 мм;
- автогрейдеры;
- снегоочистители.

Основные требования к мобильному оборудованию изложены в работе [13]. Аналогичные требования к мобильному оборудованию изложены и в других провинциях [14,15].

Состояние операторов мобильного оборудования в значительной степени влияет на безопасность работы.

В работе [16] на основании многочисленных исследований авторы пришли к выводу, что единственной серьезной причиной возникновения нежелательных явлений с высоким уровнем риска является усталость.

Усталость в горнодобывающей промышленности связана с когнитивной усталостью, а не с физической усталостью от обычной работы. Когнитивное утомление обычно вызывает недосып или бодрствование в нерабочее время суток. Этот вид умственной усталости подавляет склонность мозга к взаимодействию с телом, что сравнимо с содержанием алкоголя в организме. Усталость проявляется не только в повседневном общении людей (раздражительность, несдержанность и т. п.), но и сказывается на выполнении производственных операций. Считается, что 60–65% несчастных случаев с самосвалами на открытых горных работах вызвано усталостью водителей, которые не только совершают ошибки, но и неадекватно воспринимают реальную ситуацию на дороге. Кроме того, усталость способствует возникновению микросна (на доли секунды или нескольких секунд), в течение которого не исключено ДТП. Влияние усталости значительно повышается при изменении рабочих смен.

Одним из существенных факторов, способствующего снижению усталости является ночной сон в одно и то же время и без перерывов.

Хотя одной из причин усталости является недостаток сна, усталость – это не то же самое, что сонливость. Кроме того, усталость может быть результатом нарушения циркадных ритмов, также известных как «биологические часы» организма. На циркадные ритмы сильно влияет естественный цикл дневного света, и различное воздействие света вызывает нарушение. Следовательно, сменные работники по своей природе подвержены риску нарушения циркадных ритмов, поскольку их рабочий день продолжается до ночи или раннего утра. Это нарушение может вызвать проблемы с получением достаточного количества сна. Даже одна ночь плохого сна – менее семи часов подряд или частые пробуждения – может иметь негативные последствия для нашего здоровья.

Эффективное управление усталостью требует комплексной и интегрированной стратегии, которая включает:

- оценку практики и политики;
- обучение сотрудников самоконтролю усталости;

- обучение сотрудников выявлению факторов риска утомления;
- постоянная оценка и обзор организационных усилий.

Текущий подход заключается в разработке комплексной системы управления рисками, связанными с утомляемостью, которая входит в систему управления безопасностью. Концептуальный подход начинается с тщательной оценки перед приемом на работу для выявления кандидатов с потенциальной усталостью и нарушениями сна. В дальнейшем необходимо регулярно пересматривать организационные методы, такие как списки и смены, чтобы свести к минимуму вероятность утомления.

Также важно, чтобы сотрудники получали образование и обучение по развитию отношений и навыков, необходимых для управления своей усталостью. Важная часть любой стратегии управления утомлением состоит в обучении всех сотрудников опасностям, связанным с утомлением, и тому, как эффективно с ними справляться. Для достижения этой цели необходимо проводить постоянные тренировки и обучение утомлению.

Учебные программы должны быть направлены на снижение утомляемости сотрудников, риска усталости, выявление признаков усталости и мониторинга результатов обучения.

Законодательство требует, чтобы рудники проводили оценку рисков, связанных с усталостью, и реализовывали план управления усталостью, чтобы решать проблемы, связанные с усталостью. Планы управления утомляемостью направлены на поддержание и, где возможно – повышение уровня безопасности, производительности и эффективности, а также на управление риском утомления на рабочем месте. Все аспекты плана управления утомляемостью должны регулярно проверяться и пересматриваться, чтобы обеспечить постоянную пригодность, адекватность и эффективность средств контроля для управления рисками. План управления утомляемостью на руднике должен охватывать менеджеров, специалистов, подрядчиков и тех, кто работает по запланированным графикам и внеплановой работе. План должен включать:

- время в пути;
- рабочая нагрузка при разработке сменного графика, включая уровень укомплектованности персоналом и сверхурочную работу;
- трудовая деятельность;
- время смены и продолжительность.

Наилучший практический подход к управлению утомляемостью в рамках плана управления утомляемостью заключается в использовании многоуровневого подхода к защите с несколькими уровнями защиты безопасности. С этой целью различными авторами было предложено несколько моделей, одна из которых Swiss Cheese получила наибольшее распространение.

Модель Swiss Cheese (швейцарский сыр) показывает важность использования нескольких мер для предотвращения риска утомления. Отверстия в сыре можно рассматривать как слабые места для предотвращения ошибок и, следовательно, несчастных случаев и травм, связанных с усталостью.

Регулярный пересмотр планов управления утомляемостью жизненно важен для обеспечения постоянного обновления и улучшения управления рисками, связанными с утомляемостью, для оптимального управления в области утомления. Управление утомляемостью должно основываться на упреждающих и превентивных стратегиях, а не на ожидании действий после возникновения инцидента. Только тогда усталость в горнодобывающей промышленности можно будет по-настоящему контролировать, и цель нулевого вреда станет возможной.

Окружающая среда может оказать негативное влияние на здоровье операторов во время их работы.

Запыленность на открытых горных разработках, вызванная истиранием каменного материала под действием движения автомобилей, а также работой дробильно-сортировочных установок снижает видимость на дорогах, повышает психоэмоциональную напряженность операторов мобильного оборудования и вызывает пневмосиликоз.

Недостаточная вентиляция глубоких карьеров в сочетании с низкими отрицательными температурами вызывает пониженную реакцию у водителей, повышенное кровяное давление. Длительная работа в таких условиях приводит к повышению риска ДТП. Аналогичное воздействие на операторов мобильного оборудования оказывает работа на высокогорных карьерах.

Ливни способствуют потере устойчивости откосов и их обрушению, сопровождаемому несчастными случаями.

Почва и вода вблизи открытых разработок опасных полезных ископаемых, способствуют заболеванию работников предприятия и их семей.

Контроль небезопасных действий включает:

- планирование мероприятий, которые могут возникнуть во время чрезвычайных ситуаций, но не являются характерными для нормальной эксплуатации (например, управление рисками и т.п.);

- невозможность исправить известную проблему относится к тем случаям, когда недостатки известны руководителю, но им разрешено продолжать работу (например, при выпуске автомобиля на линию руководство может проигнорировать тот факт, что автомобиль имеет какие-то неисправности, или состояние водителя не отвечает требованиям медицинских показаний и др.);

- нарушение контроля относится к тем случаям, когда надзорные органы умышленно игнорируют существующие правила и положения.

Список использованных источников

1. Compendium: официальный сайт. – 2023. – URL: <https://compendium.su/geographic/world>. (дата обращения: 03.08.2023). – Текст: электронный.
2. Government of Canada. Canadian Industry Statistics. Mining, quarrying, and oil and gas extraction 2021.
3. Labour statistics consistent with the System of National Accounts (SNA), by job category and industry. – Текст: электронный // StatisticsCanada: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/en/tv.action?pid=3610048901> (дата обращения: 03.08.2023).
4. National Work Injury, Disease and Fatality Statistics. The Association of Workers' Compensation Boards of Canada. – Текст: электронный // BestEasyCooking: [сайт]. – 2023. – URL: <https://besteasycoking.com/canadian-workplace-injury-statistics/> (дата обращения: 03.08.2023).
5. Preliminary Report: Occupational Fatalities in the Oil & Gas Industry in Western Canada (AB, BC & SK) – 2001 to 2019 YTD.
6. Mining industry worldwide – statistics & facts. – Текст: электронный // Statista: [сайт]. – 2023. – URL: [//www.statista.com > topics](https://www.statista.com/topics). (дата обращения: 03.08.2023).
7. Caterpillar Global Mining. – Текст: электронный // Cat.com: [сайт]. – 2023. – URL: https://www.cat.com/en_US/by-industry/mining.html (дата обращения: 03.08.2023).
8. Guide to the Occupational Health and Safety Act. – Текст: электронный // Ontario: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.ontario.ca/document/guide-occupational-health-and-safety-act> (дата обращения: 03.08.2023).
9. Occupational Health and Safety Act (OHSA) R.R.O. 1990, Regulation 854 mines and mining plants consolidation period: From July 1, 2021. – Текст: электронный // Ontario: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.ontario.ca/laws/regulation/900854> (дата обращения: 03.08.2023).
10. Kaufman W. W. 1977. The design of surface mine haul roads a manual. / W. W. Kaufman, J. C Ault. – Текст: электронный // USDOJ Information circular. – 1977. – Jan. – P. 1–50. – URL: <https://www.cdc.gov/Niosh/mining/works/cover-sheet593.html> (дата обращения: 03.08.2023).
11. Thompson R. Mining Haul Roads: Theory and Practice / R. Thompson, R. Peroni, A. T. Visser. – Текст: непосредственный // CRC Press. – 2018. – December 11.
12. Collins J. L. Design, Construction and Maintenance of Surface Mine Haulage Roads / J. L. Collins, K. Fytas, R. K. Singhal. – Текст: непосредственный // Proceedings of the International Symposium on Geotechnical Stability in Surface Mining. – Calgary: Alberta, 1986. – P. 39–49.

13. Baek J. Cho A New Method for Haul Road Design in Open-Pit Mines to Support Efficient Truck Haulage Operations / J. Baek, Y. Cho. – DOI:10.3390/app7070747. – Текст: электронный // Applied Sciences. – 2017. – 7(7):747. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/318648295> (дата обращения: 03.08.2023).

14. Occupational health and safety regulation. Part 16 – Mobile Equipment 2021. – Текст: электронный // WorkSafeBC: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.worksafebc.com/> (дата обращения: 03.08.2023).

15. Guideline for the Safe Operation and Maintenance of Powered Lift Trucks. – Текст: электронный // Ontario: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.ontario.ca/document/guideline-safe-operation-and-maintenance-powered-lift-trucks> (дата обращения: 03 08 2023).

16. Digging into Fatigue in Mining 2020. Headquarters 200 – 110 W Hastings Street, Vancouver, BC, V6B 1G8.

4. Охрана труда и безопасность движения на открытых горных разработках Австралии

Австралия, один из мировых лидеров по уровню развития горнодобывающей промышленности, входит в число четырех лучших экономических ресурсов для 21 основных промышленных минералов. Это больше, чем в любой другой стране. По разведанным запасам топливных ресурсов Австралия входит в пятерку ведущих стран мира.

По добыче угля Австралия занимает четвертое место в мире с объемом 0,5 млрд т; по добыче железной руды занимает первое место в мире с объемом около 1 млрд т.

Австралия находится в числе ведущих мировых производителей:

– бокситов, кобальта, меди, алмазов, золота, гипса, свинца, лития, фосфоритов, урана, цинка, никеля и др. полезных ископаемых.

На Австралию приходится более 45% мирового производство лития, 36% железной руды, 28% бокситов, 23% промышленных алмазов, 17% глинозема, 14% марганца, 13% свинца; 9% никеля, 9% золота; 5% меди и почти 5% кобальта.

Добыча угля осуществляется открытым способом (около 80% всего объема). Добыча металлических и неметаллических руд осуществляется открытым способом.

Близкое залегание полезных ископаемых к поверхности земли (коэффициент вскрыши для большинства полезных ископаемых колеблется в пределах 2–8) вызывает необходимость в больших объемах перевозок горной массы автомобильным транспортом.

4.1. Разработка угольных месторождений

Объем добычи угля открытым способом и вскрыши в период 1990–2020 гг. представлен в таблице 4.1[1].

Таблица 4.1. Объем добычи угля открытым способом
и транспортировки горной массы в период 1990-2020 гг. (млн т в год)

Годы	Добыча угля	Объем вскрыши	Общий объем горной массы		Годы	Добыча угля	Объем вскрыши	Общий объем горной массы
1990	168	1980	2148		2005	300	2960	3260
1991	176	2060	2236		2006	304	3040	3344
1992	188	2190	2378		2007	313	3130	3443
1993	190	2190	2380		2008	328	3220	3548
1994	192	2220	2412		2009	335	3350	3685

Годы	Добыча угля	Объем вскрыши	Общий объем горной массы		Годы	Добыча угля	Объем вскрыши	Общий объем горной массы
1995	195	1950	2145		2010	347	3420	3767
1996	202	2020	2222		2011	338	3300	3638
1997	222	2220	2442		2012	403	3560	3963
1998	232	2790	3022		2013	378	3820	4198
1999	248	2880	3128		2014	402	4020	4422
2000	250	2500	2750		2015	404	4050	4454
2001	268	2680	2948		2016	452	3940	4392
2002	270	3370	3640		2017	390	4000	4390
2003	280	2600	2880		2018	402	3850	4252
2004	288	2600	2888		2019	404	3960	4364
					2020	382	3820	4202

Распределение горной массы в период 1990–2020 гг. приведено на рисунке 4.1.

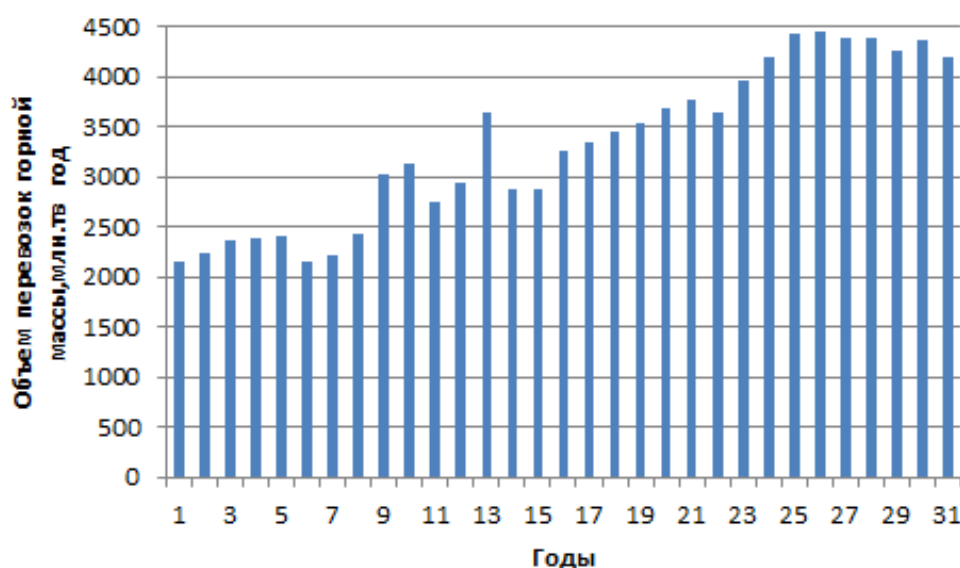


Рисунок 4.1. Распределение перевозок горной массы в период 1990–2020 гг.
Примечание: числа 1–31 соответствуют периоду времени 1990–2020 гг.

Из рисунка 4.1 видно, что наблюдается увеличение добычи угля, несмотря на некоторое снижение в последние годы, вызванное сокращением экспорта.

Однако, по данным ведущих экспертов, потребность в угле в ближайшие десятилетия будет возрастать [1]. Соответственно, будет возрастать и объем транспортировки горной массы.

Для оценки влияния различных факторов на смертельные случаи и травмы, полученные при разработке угольных месторождений открытым способом в таблице 4.2 приведены численные значения смертельных случаев, травм и количество работников, занятых в производстве.

Таблица 4.2. Данные о смертельных случаях, травмах и численности рабочих при разработке угля открытым способом в период 2009–2020 гг. [2]

Годы	Кол-во смерт. случаев	Кол-во травм	Численность работников тыс. чел.	Годы	Кол-во смерт. случаев	Кол-во травм	Численность работников тыс. чел.
2009	0	247	19	2015	2	352	32
2010	0	273	21	2016	3	330	30
2011	1	364	28	2017	2	308	28
2012	0	420	35	2018	4	319	29
2013	2	420	35	2019	2	319	29
2014	2	432	36	2020	1	341	31

Распределение смертельных случаев по годам приведено на рисунке 4.2.

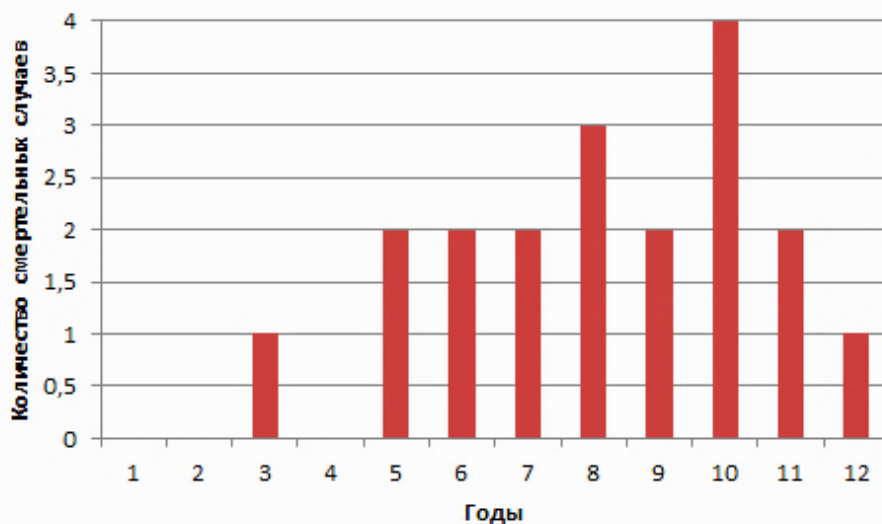


Рисунок 4.2. Распределение смертельных случаев на открытых угольных разработках по годам в период 2009–2020 гг.
Примечание: числа 1–12 соответствуют периоду времени 2009–2020 гг.

Из рисунка 4.2 видно, что в целом за исследуемый период количество смертельных случаев по сравнению с другими странами существенно меньше и не имеет тенденции к увеличению.

Распределение травм по годам приведено на рисунке 4.3.

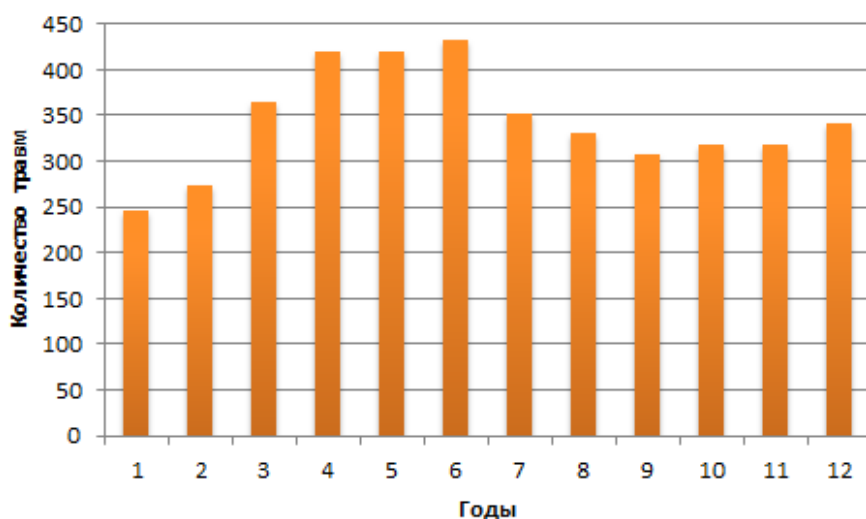


Рисунок 4.3. Распределение травм на открытых угольных разработках по годам в период 2009–2020 гг.

Примечание: числа 1–12 соответствуют периоду времени 2009–2020 гг.

Из рисунка видно, что, несмотря на отдельные, относительно высокие значения травм, имеет место стабилизация количества травм в рассматриваемый период времени.

Зависимость смертельных случаев от различных факторов приведена на рисунках 4.4 и 4.5.

На рисунке 4.4 показана зависимость смертельных случаев от объема перевозок горной массы.

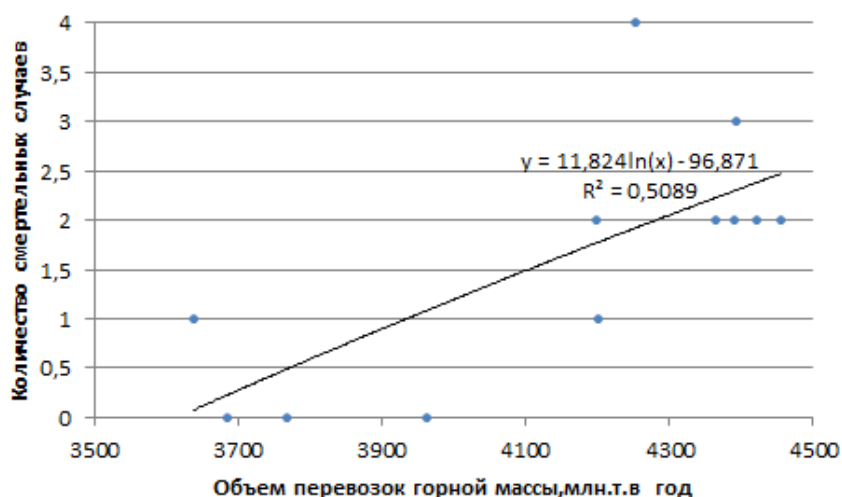


Рисунок 4.4. Зависимость смертельных случаев от объема перевозок горной массы в период 2009–2020 гг.

Из рисунка видно, что количество смертельных случаев в существенной степени зависит от объема перевозок.

На рисунке 4.5 приведена зависимость количества травм от объема перевозок горной массы.

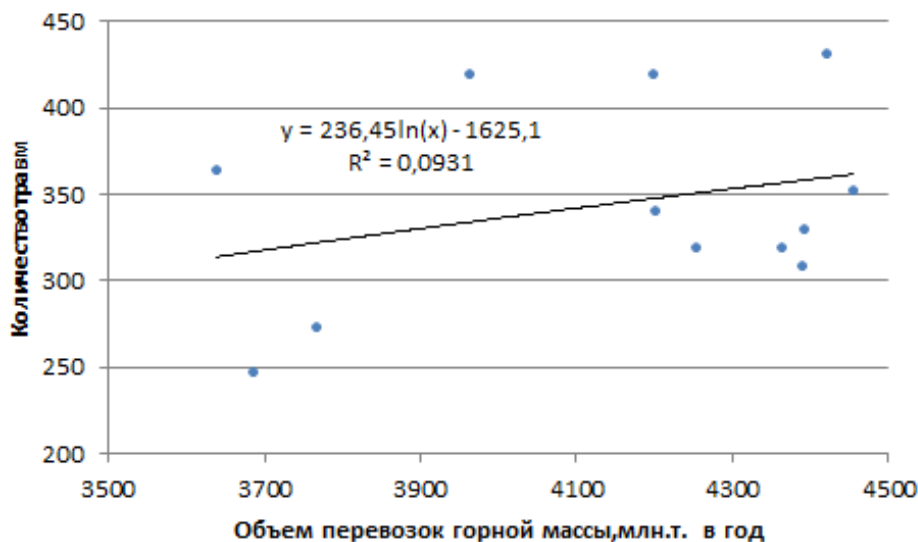


Рисунок 4.5. Зависимость количества травм от объема перевозок горной массы в период 2009–2020 гг.

Зависимость количества производственных травм от объема перевозок не выявлена.

На рисунке 4.6 приведена зависимость количества смертельных случаев от численности работников предприятия.

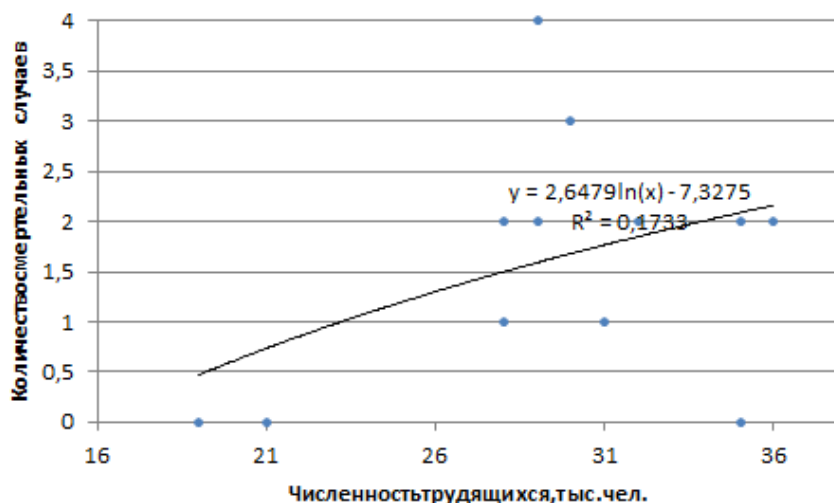


Рисунок 4.6. Зависимость смертельных случаев от численности работников предприятия

Количество смертельных случаев, как видно из графика, практически не зависит от численности сотрудников предприятия.

Низкий уровень смертности на угольных месторождениях Австралии объясняется высокими требованиями нормативных документов в области безопасности труда на предприятиях открытых горных разработок, жестким контролем со стороны регулирующих органов штатов и неотвратимостью наказания за каждый смертельный случай или серьезную травму.

На рисунке 4.7 приведена зависимость количества травм от численности работников предприятия.

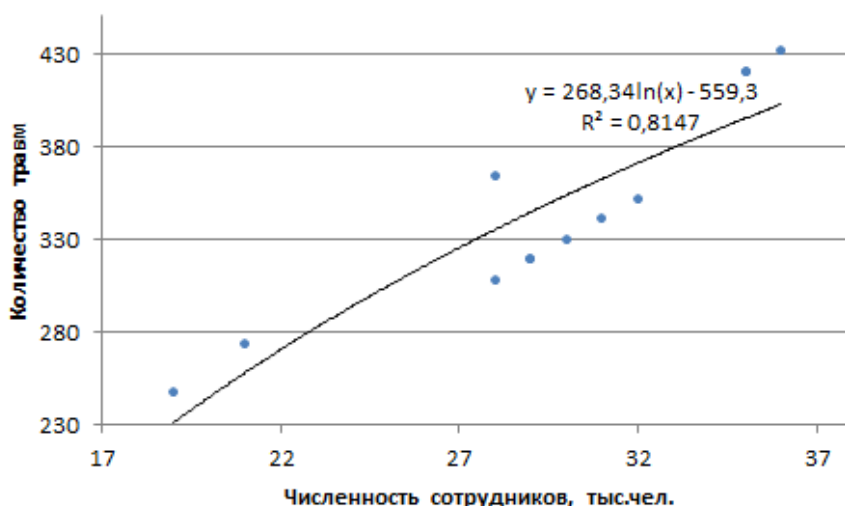


Рисунок 4.7. Зависимость количества травм от численности работников предприятия

Анализ рисунка 4.7 показывает, что количество травм в значительной степени зависит от численности работников предприятия, что, в общем, естественно.

4.2. Разработка рудных месторождений

В таблице 4.3 приведены объемы добычи руды и горной массы в период 1990–2020 гг. (млн т) [3,4].

Таблица 4.3. Объемы добычи металлических руд и вскрышных пород в период 1990–2020 гг. (млн т)

Годы	Бокситы	Вскрыша	Железная руда	Вскрыша	Титановая руда	Вскрыша	Руда, содержащая золото	Вскрыша	Всего
1990	41	328	111	555	2	8	255	1275	2574
1991	41	328	117	585	1	4	250	1250	2576
1992	40	320	112	560	2	8	250	1250	2542
1993	41	328	121	605	2	8	284	1420	2809

Годы	Бокситы	Вскрыша	Железная руда	Вскрыша	Титановая руда	Вскрыша	Руда, содержащая золото	Вскрыша	Всего
1994	42	336	128	640	2	8	303	1515	2974
1995	43	344	143	715	2	8	289	1445	2989
1996	43	344	147	735	2	8	329	1645	3253
1997	44	352	158	790	2	8	333	1665	3352
1998	45	360	156	780	2	8	282	1410	3043
1999	48	384	155	775	2	8	310	1550	3232
2000	54	432	172	860	2	8	349	1745	3622
2001	54	432	182	910	2	8	305	1525	3418
2002	54	432	183	915	2	8	300	1500	3394
2003	56	448	187	935	2	8	252	1260	3148
2004	44	352	231	1155	2	8	230	1150	3172
2005	60	480	262	1310	2	8	291	1455	3868
2006	62	496	275	1375	2	8	266	133089	3814
2007	62	496	299	1495	2	8	259	129586	3916
2008	64	512	342	1710	2	8	244	1220	4102
2009	65	520	394	1970	1	4	256	1280	4490
2010	68	544	433	2165	1	4	280	1400	4895
2011	70	560	488	2440	1	4	271	1355	5189
2012	76	608	520	2600	1	4	263	131588	5387
2013	81	648	609	3045	1	4	306	1530	6224
2014	79	632	751	3755	1	4	304	1520	7046
2015	81	648	817	4085	1	4	303	1515	7454
2016	84	672	858	4290	2	8	344	1720	7978
2017	85	680	875	4375	2	8	328	1640	7993
2018	96	768	881	4405	2	8	343	1715	8218
2019	97	776	902	4510	2	8	330	1650	8275
2020	98	784	903	4515	2	8	342	1710	8362

Распределение горной массы при разработке рудных месторождений приведено на рисунке 4.8.

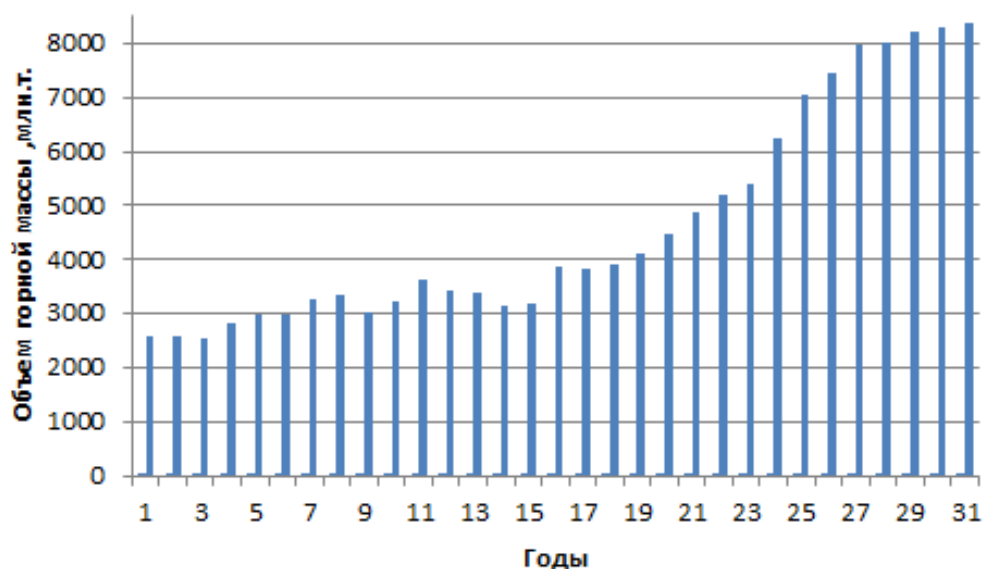


Рисунок 4.8. Распределение горной массы при разработке рудных металлических месторождений в период 1990–2020 гг.

Примечание: числа 1–31 соответствуют периоду времени 1990–2020 гг.

Из рисунка 4.8 видно, что увеличение горной массы имеет тенденцию к стабилизации.

Для оценки влияния различных факторов на смертельные случаи и травмы, полученные при разработке рудных месторождений открытым способом, в таблице 4.4 приведены численные значения смертельных случаев, травм и количество работников, занятых в производстве.

Таблица 4.4. Данные о смертельных случаях, травмах и численности рабочих при разработке рудных месторождений открытым способом в период 2009–2020 гг.

Годы	Количество смерт. случаев	Количество травм	Численность работников, тыс. чел.	Годы	Количество смерт. случаев	Количество травм	Численность работников, тыс. чел.
2009	2	433	63	2015	6	648	61
2010	0	521	63	2016	3	572	59
2011	2	514	62	2017	2	601	56
2012	2	588	61	2018	5	589	60
2013	4	680	60	2019	3	591	61
2014	6	708	60	2020	2	568	61

Распределение смертельных случаев по годам приведено на рисунке 4.9.

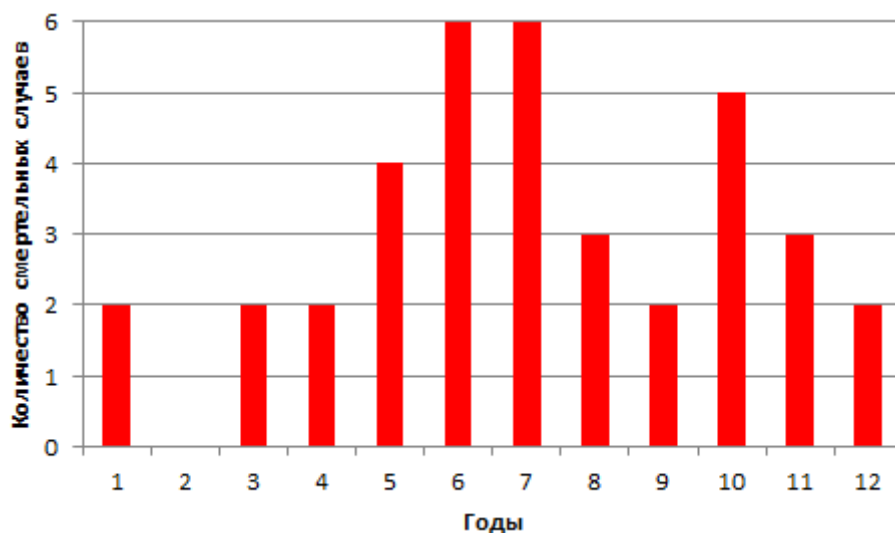


Рисунок 4.9. Распределение смертельных случаев при разработке рудных металлических месторождений в период 2009–2020 гг.
Примечание: числа 1–12 соответствуют периоду времени 2009–2020 гг.

В последние годы наблюдается стабилизация незначительного количества смертельных случаев.

Распределение травм по годам приведено на рисунке 4.10.

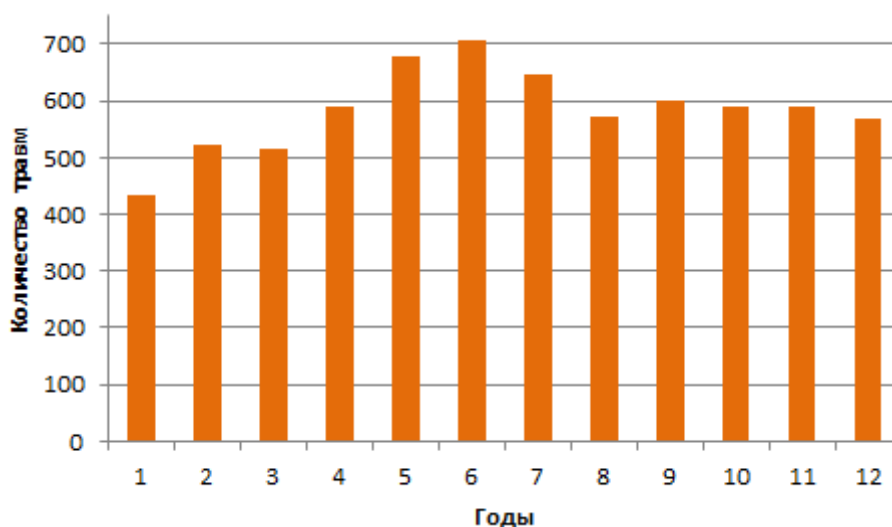


Рисунок 4.10. Распределение травм при разработке рудных металлических месторождений в период 2009–2020 гг.
Примечание: числа 1–12 соответствуют периоду времени 2009–2020 гг.

Анализ рисунка 4.10 показал: в исследуемый период наблюдается стабилизация производственного травматизма.

Зависимость смертельных случаев от различных факторов приведена на рисунках 4.11–4.14.

На рисунке 4.11 показана зависимость смертельных случаев от объема перевозок горной массы.

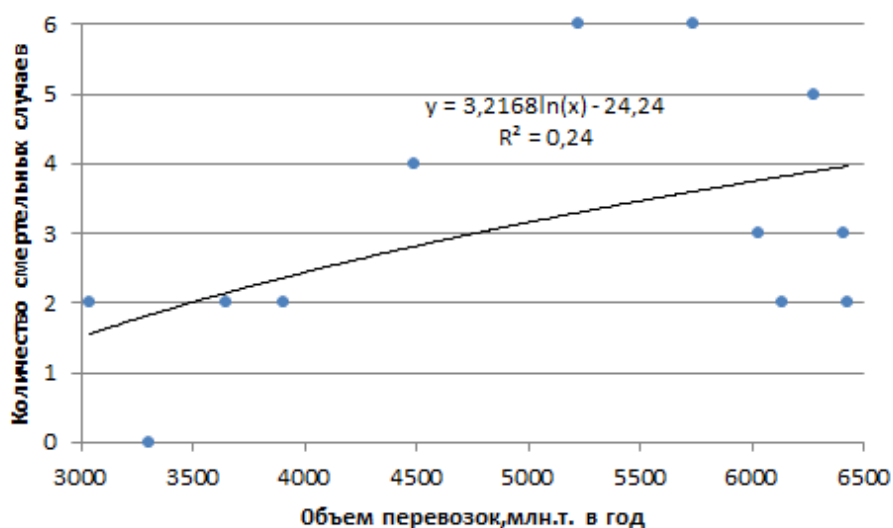


Рисунок 4.11. Зависимость количества смертельных случаев от объема перевозок горной массы в период 2009–2020 гг. при разработке рудных месторождений

Анализ рисунка показывает, что имеется слабая связь между количеством смертельных случаев и объемом перевозки горной массы. Это объясняется незначительным количеством ДТП со смертельным исходом при транспортировке горной массы.

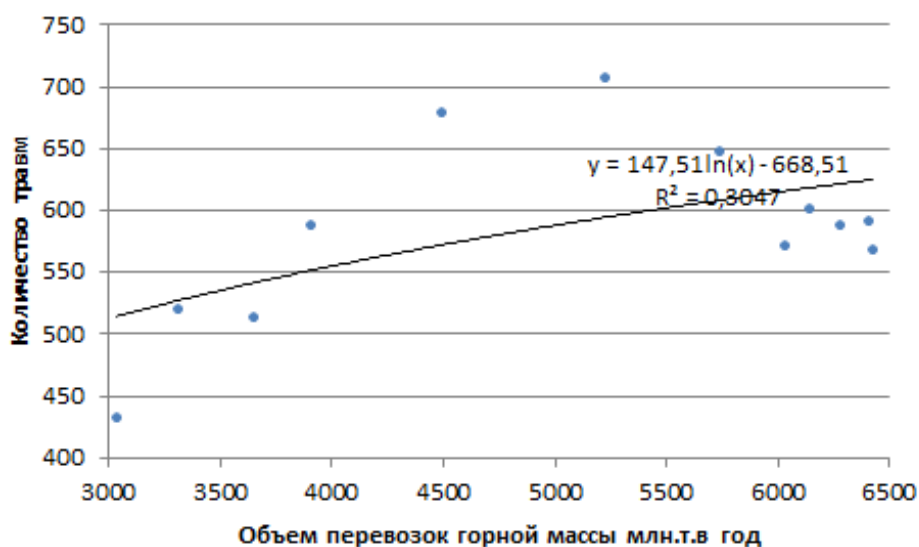


Рисунок 4.12. Зависимость количества травм от объема перевозок горной массы

Из рисунка видно, что количество травм незначительно возрастает с увеличением объема перевозок горной массы. Это объясняется тем, что травмы в основном получены при ремонтных, плановых и профилактических работах, связанных в первую очередь с автотранспортом.

На рисунке 4.13 показана зависимость смертельных случаев от численности работников предприятия.

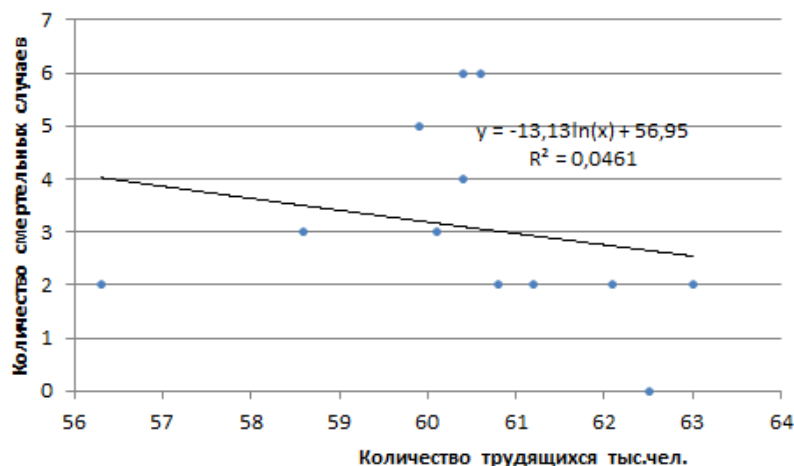


Рисунок 4.13. Зависимость количества смертельных случаев от численности работников предприятия при разработке рудных месторождений

Данные, приведенные на рисунке 4.13 показывают, что количество смертельных случаев при добыче металлической руды не зависит от количества сотрудников.

На рисунке 4.14 приведена зависимость количества травм от численности работников предприятия.

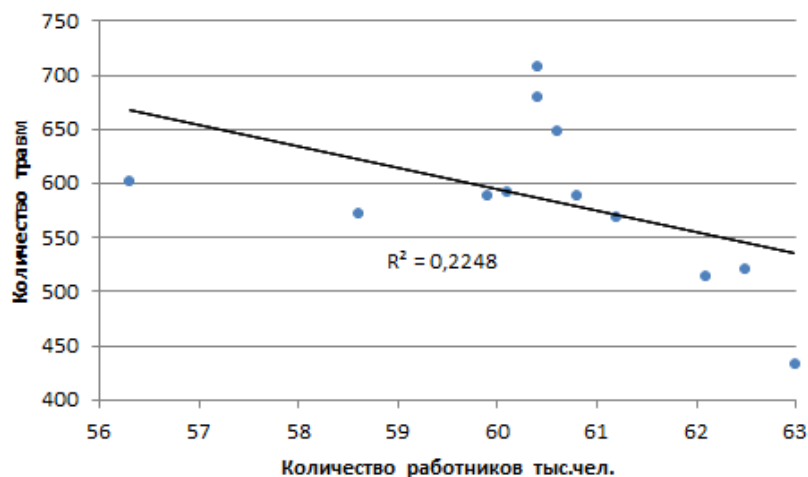


Рисунок 4.14. Зависимость количества травм от числа работников предприятия по разработке рудных месторождений

Из рисунка видно, что имеет место незначительное снижение количества травм с увеличением численности работников предприятия, т. е. численность работников предприятия не является существенным фактором, влияющим на травмы.

4.3. Разработка неметаллических рудных месторождений

В таблице 4.5 приведены объемы добычи неметаллических рудных полезных ископаемых и горной массы в период 1990–2020 (млн т).

Таблица 4.5. Объемы добычи неметаллических руд и вскрышных пород в период 1990–2020 гг. (млн т в год)

Годы	Фосфаты	Вскрыша	Руда, содержащая алмазы	Вскрыша	Горная масса
1990	0	0	35	245	280
1991	0	0	36	252	288
1992	0	0	40	280	320
1993	0	0	42	294	336
1994	0	0	44	308	352
1995	0	0	41	287	328
1996	0	0	42	294	336
1997	0	0	40	280	320
1998	0	0	41	287	328
1999	0	0	40	280	320
2000	2	16	27	189	234
2001	1	8	26	182	217
2002	2	16	34	238	290
2003	2	16	31	217	266
2004	2	16	43	301	362
2005	2	16	34	238	290
2006	2	16	29	203	250
2007	3	24	19	133	179
2008	3	24	16	112	155
2009	3	24	11	77	115
2010	3	24	10	70	107
2011	3	24	8	56	91
2012	3	24	12	84	123
2013	3	24	11	77	115
2014	3	24	9	63	99
2015	3	24	14	98	139
2016	3	24	14	98	139
2017	3	24	17	119	163
2018	3	24	14	98	139
2019	3	24	15	105	147
2020	3	24	16	112	155

Распределение горной массы по годам при разработке неметаллических рудных месторождений приведено на рисунке 4.15.

Из рисунка видно, что в последние годы значительно снизился объем открытых разработок алмазов. Это повлияло на общий объем перевозок горной массы автомобильным транспортом. Удельный объем добычи фосфатов незначителен в общем объеме перевозок горной массы, несмотря на увеличение добычи этих руд.

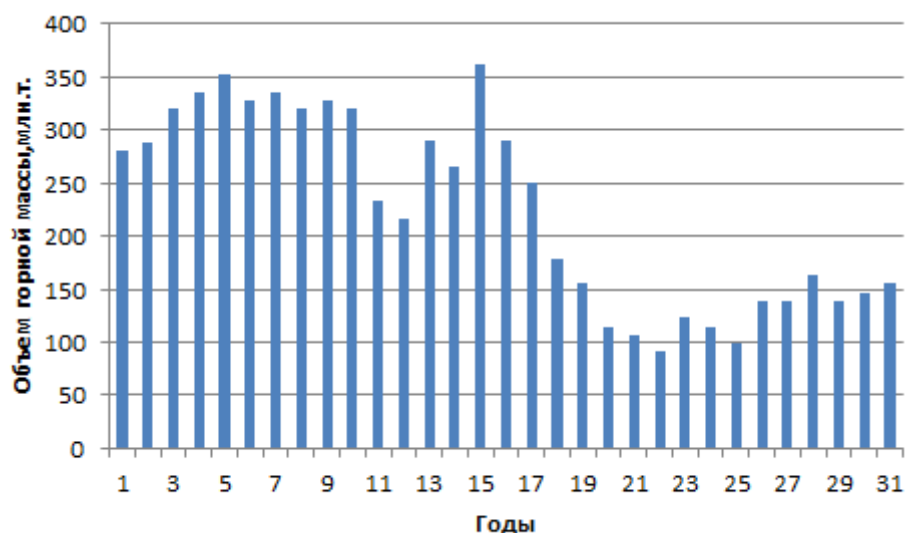


Рисунок 4.15. Распределение горной массы при разработке неметаллических месторождений в период 1990–2020 гг.
Примечание: числа 1–31 соответствуют периоду времени 1990–2020 гг.

Для оценки влияния различных факторов на смертельные случаи и травмы, полученные при разработке рудных неметаллических месторождений открытым способом, в таблице 4.6 приведены численные значения смертельных случаев, травм и количество работников, занятых в производстве.

Таблица 4.6. Данные о смертельных случаях, травмах и численности рабочих при разработке неметаллических рудных месторождений открытым способом в период 2009–2020 гг.

Годы	Количество смерт. случаев	Количество травм	Численность работников, тыс. чел.	Годы	Количество смерт. случаев	Количество травм	Численность работников, тыс. чел.
2009	1	217	13	2015	3	235	12
2010	1	258	13	2016	2	235	12
2011	0	257	12	2017	1	200	11
2012	1	345	12	2018	2	187	12
2013	3	315	12	2019	2	190	12
2014	4	315	12	2020	1	181	12

Распределение смертельных случаев в период 2009–2020 гг. приведено на рисунке 4.16.

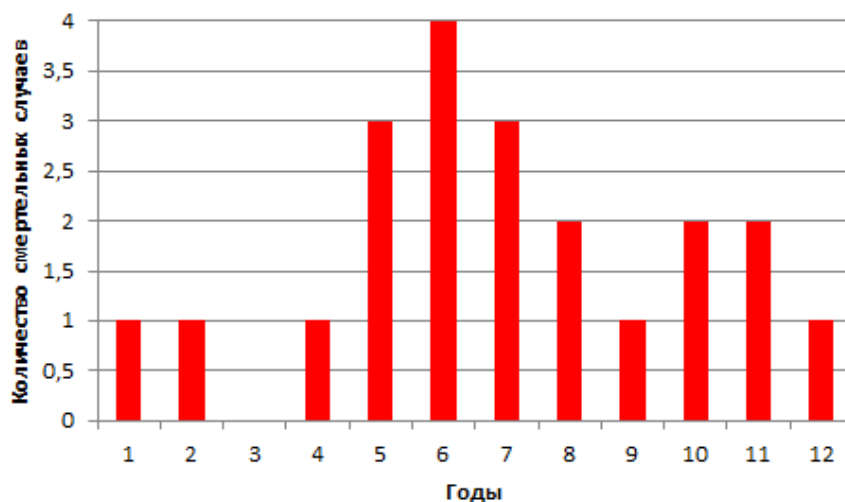


Рисунок 4.16. Распределение смертельных случаев при разработке неметаллических рудных месторождений
Примечание: числа 1–12 соответствуют периоду времени 2009–2020 гг.

Анализ смертельных случаев при разработке неметаллических месторождений показал, что, несмотря на невысокие значения смертельных случаев, наблюдается тенденция к их снижению.

На рисунке 4.17 приведено распределение травм в период 2009–2020 гг.

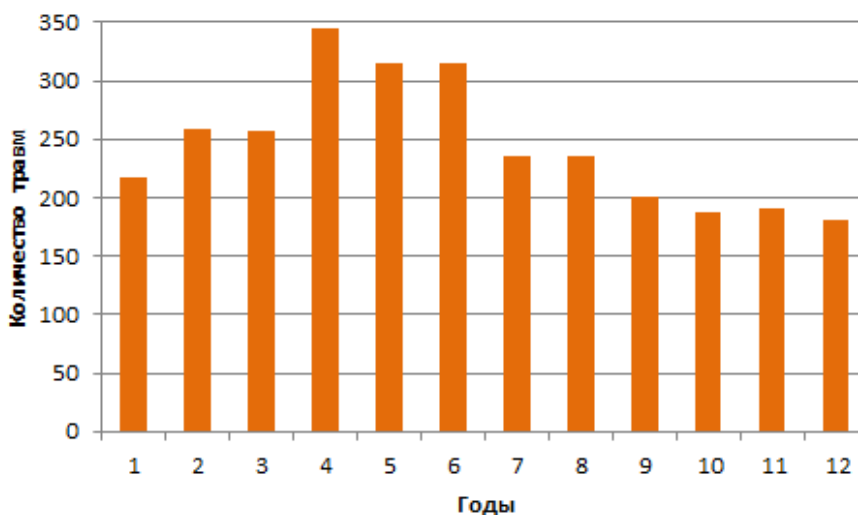


Рисунок 4.17. Распределение травм при разработке неметаллических рудных месторождений в период 2009–2020 гг.
Примечание: числа 1–12 соответствуют периоду времени 2009–2020 гг.

Из рисунка 4.17 видно, что в последние годы наблюдается снижение количества травм. В значительной степени это связано с уменьшением объема работ при разработке карьеров.

Зависимость смертельных случаев и травм от объема перевозок горной массы приведена на рисунках 4.18 и 4.19.

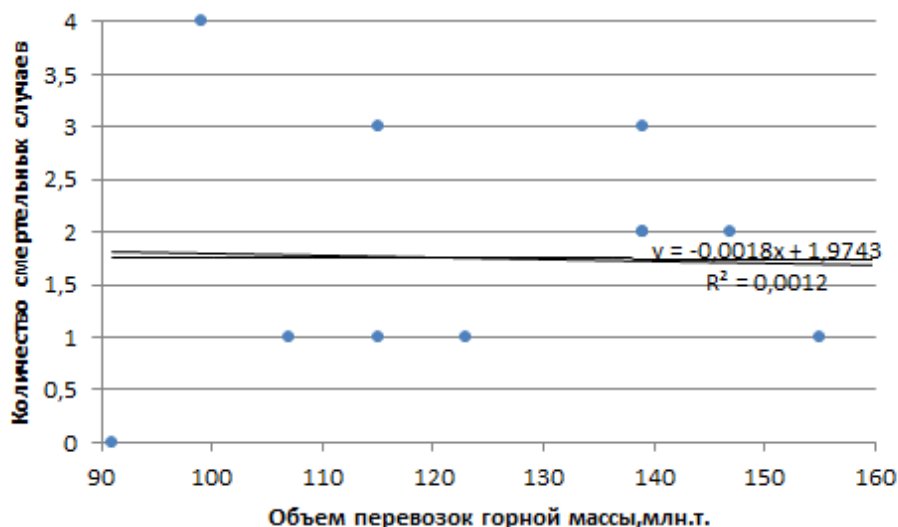


Рисунок 4.18. Зависимость числа смертельных случаев от объема перевозок при разработке неметаллических рудных месторождений

Анализ рисунка 4.18 показывает, что количество смертельных случаев не зависит объема перевозок горной массы. Это объясняется стратегией в области охраны труда и здоровья в горнодобывающей промышленности Австралии и высокой исполнительской дисциплиной на рабочих местах.

На рисунке 4.19 приведена зависимость количества травм от объема перевозок горной массы, которая показывает, что с увеличением объема перевозок имеет место некоторое снижение количества травм.

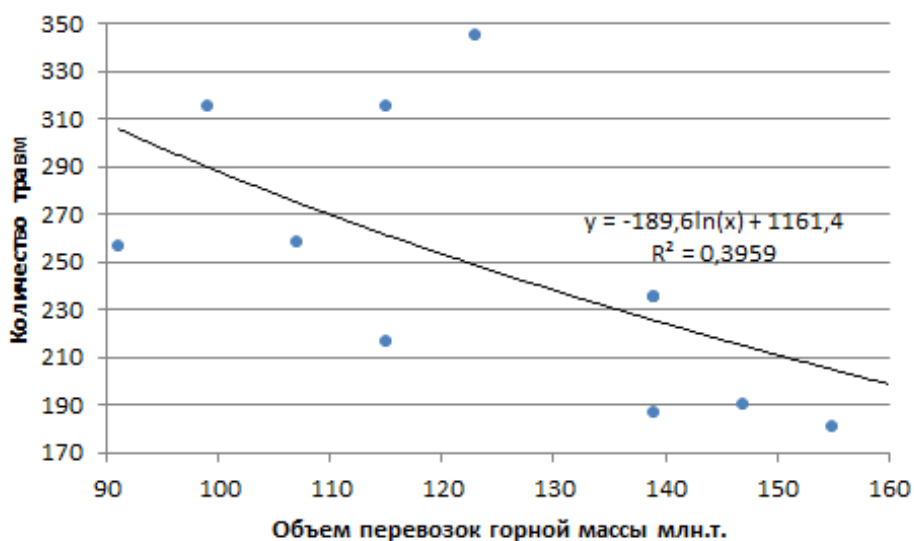


Рисунок 4.19. Зависимость количества травм от объема перевозок горной массы при разработке неметаллических рудных месторождений в период 2009–2020 гг.

Количество травм снижается, в зависимости от объема перевозок, т. е. увеличение объема перевозок не вызывает рост травматизма.

Аналогичная ситуация наблюдается с ростом численности работников предприятия (рисунок 4.20).

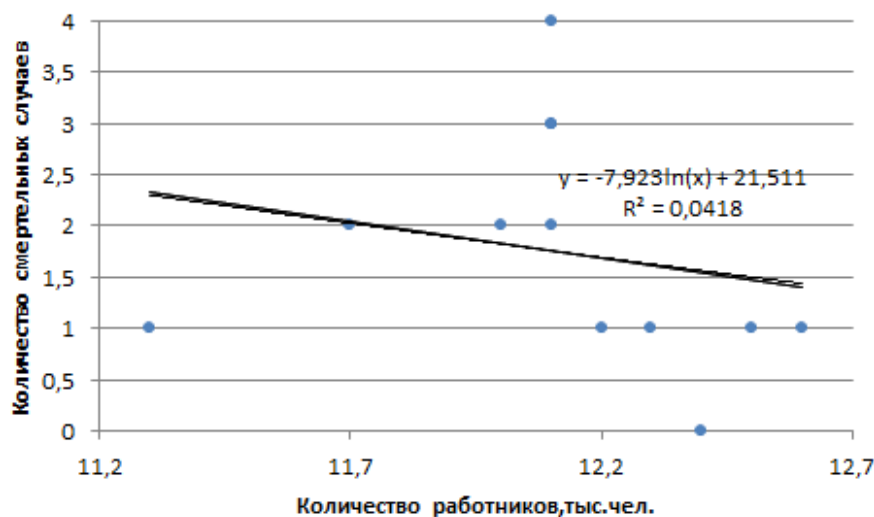


Рисунок 4.20. Зависимость количества смертельных случаев от количества работников предприятия при разработке неметаллических рудных месторождений

На рисунке 4.21 показано, что количество травм практически не связано с количеством работников предприятия.

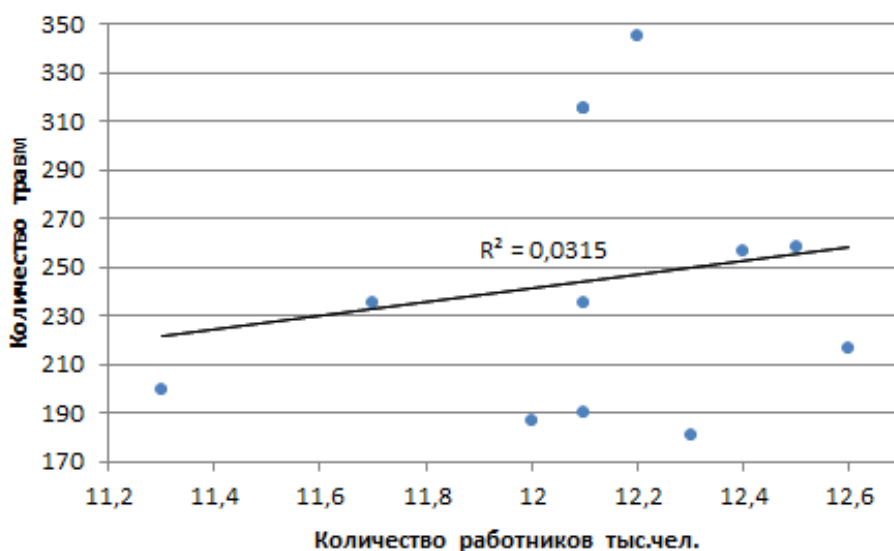


Рисунок 4.21. Зависимость количества травм от количества работников предприятия при разработке неметаллических рудных месторождений в период 2009–2020гг.

4.4. Разработка нерудных материалов

В таблице 4.7 приведены объемы добычи нерудных материалов и вскрышных пород в период 1990–2020 гг. (млн т).

Таблица 4.7. Объемы добычи нерудных материалов и вскрышных пород в период 1990–2020 гг. (млн т)

Годы	Глина	Вскрыша	Гипс	Вскрыша	Песок	Вскрыша	Гравий	Вскрыша	Известняк	Вскрыша	Всего
1990	8	6	2	4	30	30	15	15	12	36	158
1991	8	6	2	4	30	30	15	15	12	36	158
1992	8	6	2	4	30	30	15	15	12	36	158
1993	8	6	2	4	30	30	15	15	12	36	158
1994	8	6	2	4	30	30	15	15	12	36	158
1995	8	6	2	4	30	30	15	15	12	36	158
1996	8	6	2	4	30	30	15	15	12	36	158
1997	8	6	2	4	30	30	15	15	12	36	158
1998	8	6	2	4	30	30	15	15	12	36	158
1999	8	6	2	4	30	30	15	15	12	36	158
2000	8	6	3	6	33	33	15	15	12	36	167
2001	8	6	4	8	35	35	15	15	12	36	174
2002	8	6	4	8	38	38	15	15	20	60	212
2003	8	6	4	8	40	40	20	20	20	60	226
2004	8	6	5	10	40	40	20	20	20	60	229
2005	8	6	4	8	30	30	14	14	18	54	186
2006	8	6	4	8	31	31	13	13	18	54	186
2007	8	6	4	8	36	36	13	13	19	57	200
2008	8	6	4	8	34	34	12	12	19	57	194
2009	8	6	4	8	34	34	12	12	19	57	194
2010	8	6	3	6	21	21	6	6	19	57	153
2011	8	6	2	4	24	24	8	8	22	66	172
2012	8	6	2	4	25	25	8	8	21	63	170
2013	8	6	2	4	25	25	8	8	20	60	166
2014	8	6	3	6	25	25	8	8	19	57	165
2015	9	7	3	6	24	24	6	6	20	60	165
2016	9	7	3	6	23	23	6	6	20	60	163
2017	8	6	3	6	24	24	6	6	21	63	167
2018	8	6	3	6	25	25	6	6	22	66	173
2019	8	6	3	6	24	24	6	6	21	63	167
2020	9	7	3	6	24	24	6	6	21	63	170

Распределение горной массы по годам приведено на рисунке 4.22.

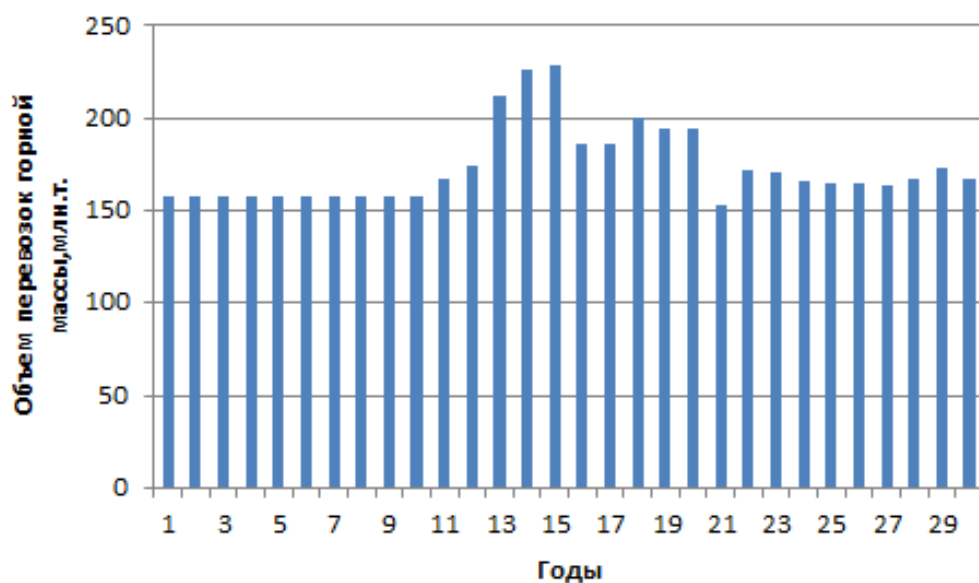


Рисунок 4.22. Распределение объема перевозок горной массы по годам при разработке нерудных месторождений в период 1990–2020 гг.
Примечание: числа 1–31 соответствуют периоду времени 1990–2020 гг.

Из рисунка 4.22 видно, что объем добычи и перевозок горной массы нерудных материалов имеет стабильное значение из года в год.

Для оценки влияния различных факторов на смертельные случаи и травмы, полученные при разработке нерудных месторождений, в таблице 4.8 приведены численные значения смертельных случаев, травм и количество работников, занятых в производстве [6].

Таблица 4.8. Данные о смертельных случаях, травмах и численности рабочих при разработке нерудных месторождений в период 2009–2020 гг.

Годы	Количество смерт. случаев	Количество травм	Численность работников, тыс. чел.	Годы	Количество смерт. случаев	Количество травм	Численность работников, тыс. чел.
2009	1	181	5,0	2015	2	200	3,3
2010	0	215	4,9	2016	1	200	5,0
2011	1	215	4,8	2017	0	167	3,7
2012	0	280	5,7	2018	2	156	3,4
2013	2	245	2,5	2019	1	158	3,5
2014	3	265	4,6	2020	0	151	3,6

На рисунке 4.23 приведено распределение смертельных случаев при разработке нерудных полезных ископаемых в период 2009–2020 гг.

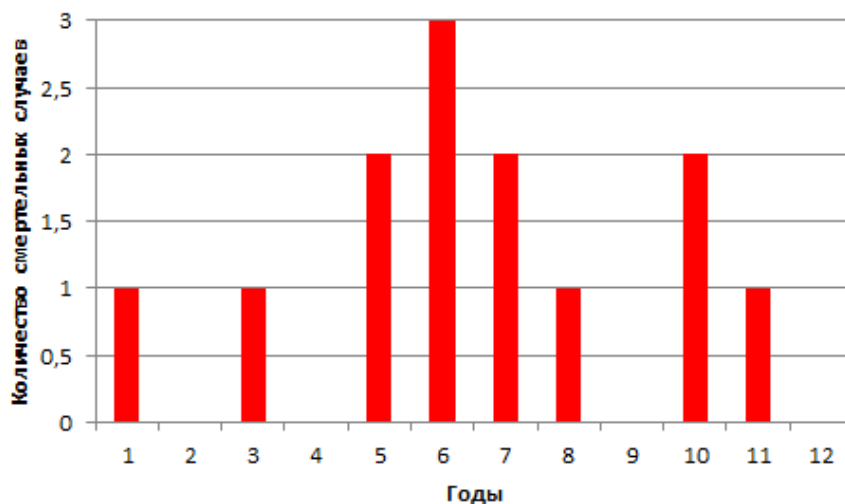


Рисунок 4.23. Распределение смертельных случаев при разработке нерудных месторождений в период 2009–2020 гг.
Примечание: числа 1–12 соответствуют периоду времени 2009–2020 гг.

Из рисунка видно, что количество смертельных случаев имеет тенденцию к снижению.

Распределение количества травм по годам приведено на рисунке 4.24.

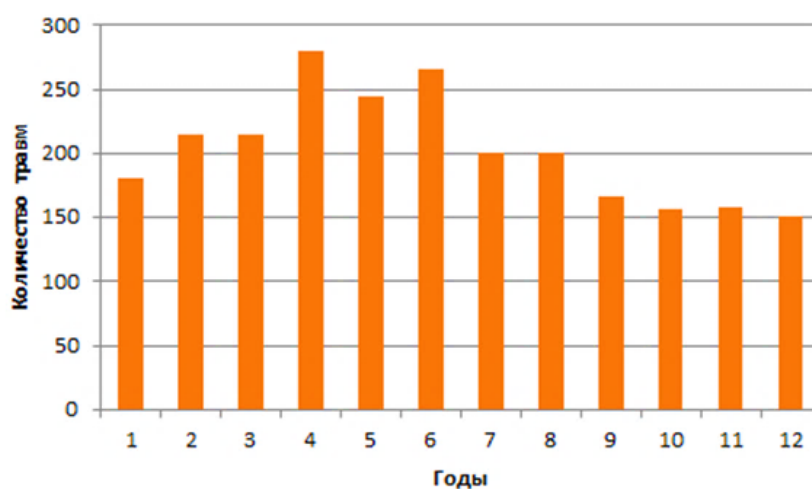


Рисунок 4.24. Распределение количества травм по годам в период 2009–2020 гг.
Примечание: числа 1–12 соответствуют периоду времени 2009–2020 гг.

Из рисунка 4.24 видно, что количество травм в последние годы снижается.

На рисунках 4.25 и 4.26 показана зависимость смертельных случаев и травм от объема перевозок горной массы.

На рисунке 4.25 показана зависимость смертельных случаев от объема перевозок горной массы.

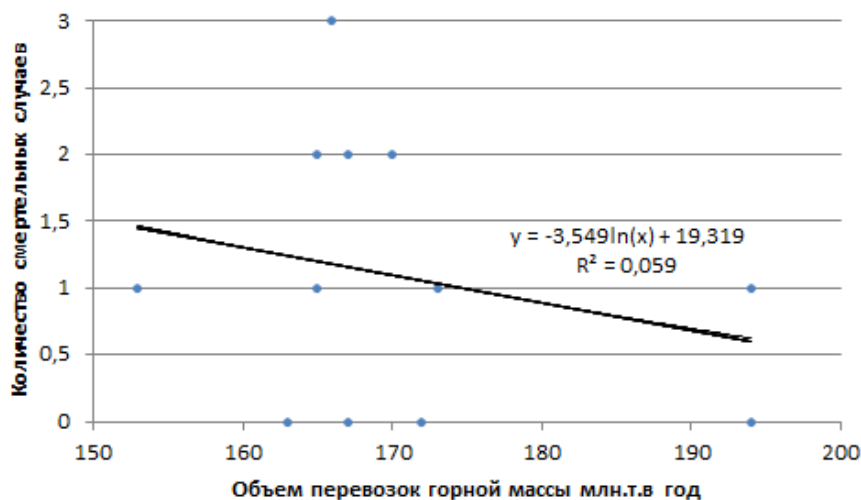


Рисунок 4.25. Зависимость количества смертельных случаев от объема перевозок горной массы при разработке нерудных материалов в период 2009–2020 гг.

Из рисунка 4.25 видно, что количество смертельных случаев не зависит от объема перевозок горной массы и сохраняется на низком уровне.

На рисунке 4.26 приведена зависимость количества травм от объема перевозок горной массы.

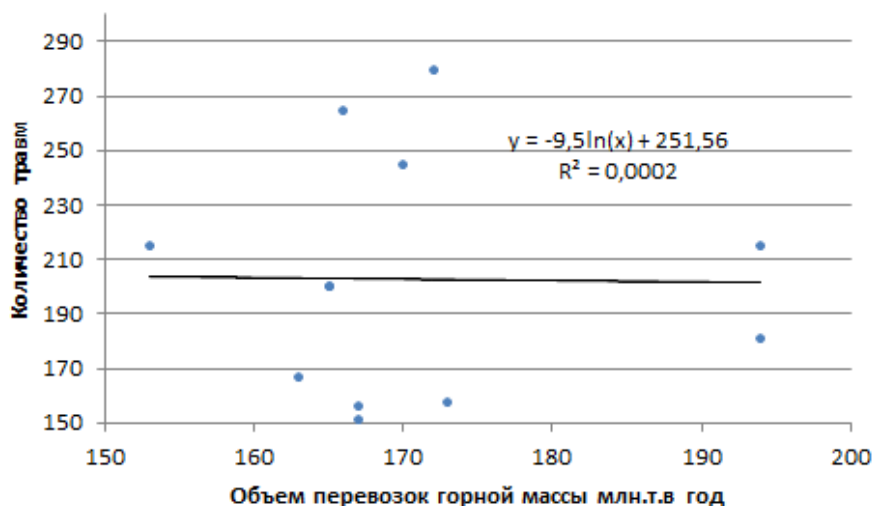


Рисунок 4.26. Зависимость количества травм от объема перевозок в период 2009–2020 гг.

Из рисунка видно, что количество травм не зависит от объема перевозок.

На рисунках 4.27 и 4.28 приведены зависимости смертельных случаев и травм от численности работников предприятия.

На рисунке 4.27 показана зависимость смертельных случаев от численности трудящихся.

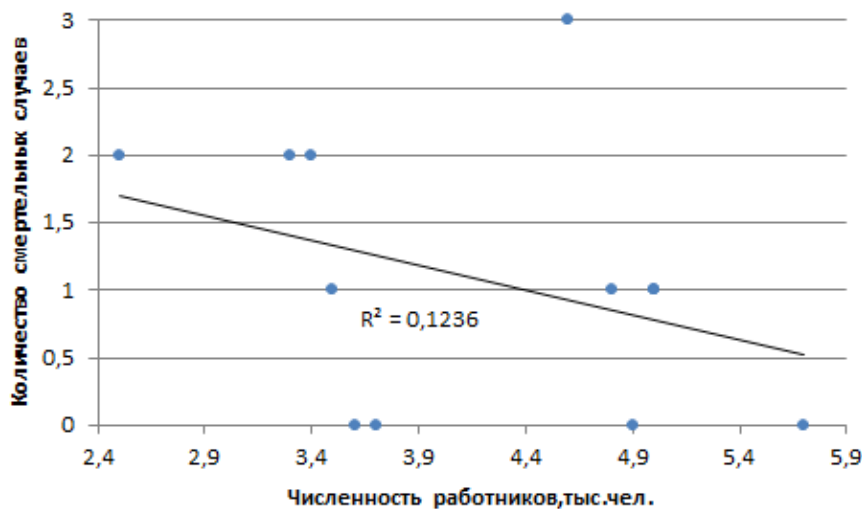


Рисунок 4.27. Зависимость количества смертельных случаев от численности работников предприятия в период 2009–2020 гг.

Из рисунка видно, что удельное количество смертельных случаев на единицу численности персонала снижается.

На рисунке 4.28 приведена зависимость количества травм от численности трудящихся предприятия.

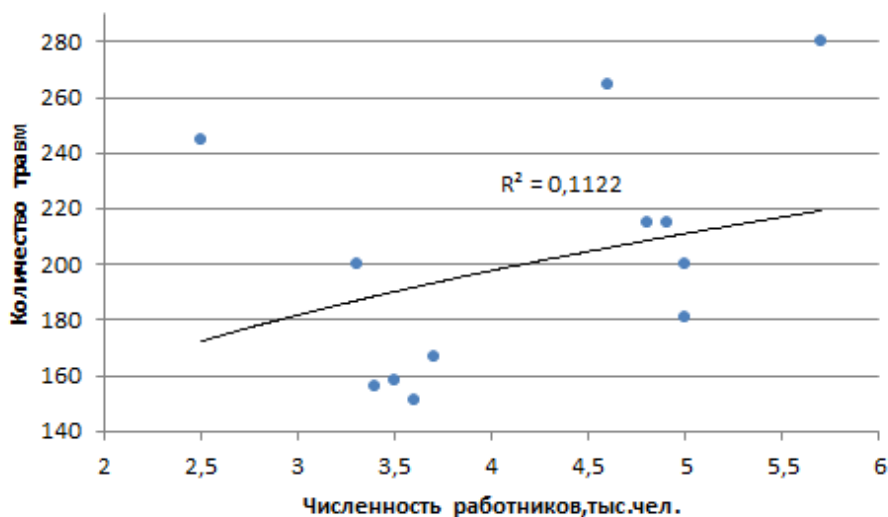


Рисунок 4.28. Зависимость количества травм от численности работников предприятия в период 2009–2020 гг.

Из рисунка видно, что количество травм практически не меняется с увеличением числа работающих сотрудников.

4.5. Основные причины несчастных случаев на открытых горных разработках Австралии

В Австралии нет единого государственного органа по контролю безопасности и охраны труда на предприятиях горных разработок. Эту функцию выполняют соответствующие органы-регуляторы в каждом штате, деятельность которых осуществляется на основании закона об охране труда и технике безопасности на предприятиях горных разработок.

Обследование ряда предприятий открытых горных разработок выявило характерные типы травм:

- суставов/связок и мышц/сухожилий;
- опорно-двигательного аппарата;
- раны, рваные раны, ампутации и повреждения внутренних органов;
- переломы и другие типы.

В основном травмы были получены в результате:

- воздействия различных факторов, оказывающих давление на тело человека;
- мышечного напряжения при подъеме, переносе или опускании предметов;
- мышечного напряжения при работе с другими предметами помимо подъема, переноски или опускания;
- падений с высоты или на одном уровне;
- воздействия движущими машинами и механизмами;
- падения различных предметов;
- попадания человека в замкнутое пространство, ограниченное подвижным и неподвижным оборудованием;
- ручного и электрического инструмента;
- несоблюдения ПДД на технологических дорогах;
- человеческого фактора.

Наиболее часто травмам подвержены: руки, плечи, позвоночник, нижние конечности и др.

С целью выяснения причин несчастных случаев в одном из наиболее промышленно развитых штатов (Western Australian) был выполнен анализ на предприятиях открытых горных разработок [7].

Было изучено влияние следующих факторов:

- возраст;
- профессия;
- работа, выполняемая в момент несчастного случая;
- местоположение;
- соблюдение техники безопасности;

- опасность операции, выполняемой работником;
- дата и время аварии;
- продолжительность работы на предприятии;
- адрес местожительства;
- анализ опасности машин и механизмов и другие причины.

Среди факторов, способствующих несчастному случаю, отмечают:

- недостаточность обучения производственным навыкам;
- обрушение откосов бортов;
- отсутствие или недостаточная высота ограждающего вала;
- небезопасность выполняемых операций;
- падение работников при проведении ремонтных и профилактических работ и другие.

На падения приходилось 25%, причем большинство из них связано с падением на одном уровне. На попадание под движущие мобильные средства приходится 18%.

Падение с высоты (11%). Удар падающими предметами (11%).

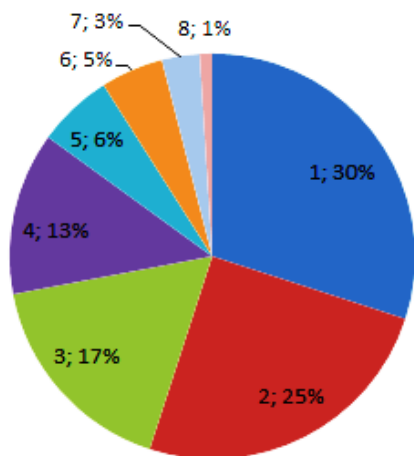
Распределение основных причин возникновения смертельных случаев приведено на рисунке 4.29.



- 1 – не предусмотрены меры к самопроизвольному движению автомобилей;
- 2 – крепление навесного оборудования не отвечает требованиям безопасности;
- 3 – работы с электрооборудованием выполнялись без предварительного отключения от сети;
- 4 – несоблюдение правил техники безопасности;
- 5 – человеческий фактор;
- 6 – не использованы ремни безопасности;
- 7 – превышение скорости движения;
- 8 – несоблюдение норм сооружения предохранительного вала;
- 9 – неисправность тормозной системы;
- 10 – другое

Рисунок 4.29. Распределение причин смертельных случаев на открытых горных разработках в штате Западная Австралия

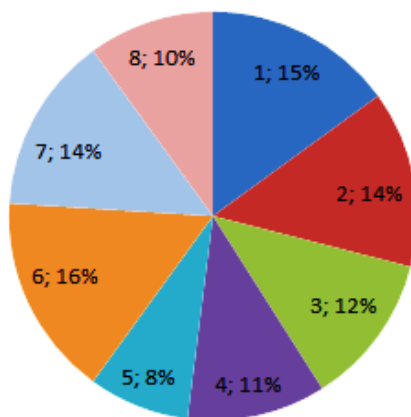
На рисунке 4.30 показано влияние на смертельные случаи различных машин и механизмов. Наибольшее влияние оказывает конвейеры, дробилки и грузовые машины.



- 1 – попадание во вращающиеся части машин и механизмов;
- 2 – попадание под машину;
- 3 – рваная рана острым предметом;
- 4 – травма, полученная движущимся транспортом;
- 5 – другая техника;
- 6 – неисправность оборудования;
- 7 – заправка топливом;
- 8 – неисправность шин

Рисунок 4.30. Распределение несчастных случаев, связанных с оборудованием

Аналогичные исследования, проведенные в штате Квинсленд, также показали значительное число смертельных случаев, связанных с самосвалами.



- 1 – опрокидывание;
- 2 – столкновение со стандартными автомобилями;
- 3 – наезд на пешеходов;
- 4 – столкновение с строительными конструкциями;
- 5 – столкновение самосвалов между собой;
- 6 – самопроизвольное движение самосвалов;
- 7 – неисправность шин;
- 8 – другое

Рисунок 4.31. Распределение смертельных случаев с участием карьерных самосвалов в штате Квинсленд

На рисунке 4.32 показано опрокидывание карьерного самосвала через направляющий породный вал вследствие недостаточной высоты вала. Такой несчастный случай характерен для большинства горнодобывающих стран и вызван не только недостаточной высотой направляющего вала, но и слабой освещенностью дороги, утомляемостью водителя и другими причинами.



Рисунок 4.32. Опрокидывание карьерного самосвала через направляющий породный вал

Существенное количество смертельных случаев водителей самосвалов на открытых горных разработках подтверждается анализом профессий пострадавших. На рисунке 4.33 приведено распределение несчастных случаев по профессии.



Рисунок 4.33. Распределение несчастных случаев по профессии

Из рисунка 4.33 видно, что количество смертельных случаев с самосвалами составляет 11%.

Основные причины смертельных случаев:

- неравномерное заполнение кузова самосвала горной массой;
- превышение скорости движения;
- навесное оборудование вилочного погрузчика недостаточно закреплено;
- отказ тормозной системы;

- отказ электрооборудования;
- неиспользование ремней безопасности;
- работа кранового оборудования без опирания на грунт;
- ремонт автомобиля на уклоне дороги без использования упоров;
- несоблюдение техники безопасности при производстве ремонтных работ;
- человеческая ошибка.

Человеческая ошибка определяется как действие, преднамеренное или наносящее ущерб безопасности или производительности. Основные причины несчастных случаев, связанных с эксплуатацией колесных машин, характерны и для других предприятий открытых горных разработок Австралии.

Анализ причин несчастных случаев показывает, что в основном происходят в результате:

- ошибок при выполнении рутинных действий;
- ошибок при принятии решений;
- ошибок восприятия;
- нарушений.

Распределение в процентном отношении ошибок и нарушений показано на рисунке 4.34.

Ошибки представляют собой непреднамеренное поведение, в то время как нарушения представляют собой преднамеренное пренебрежение правилами и положениями.

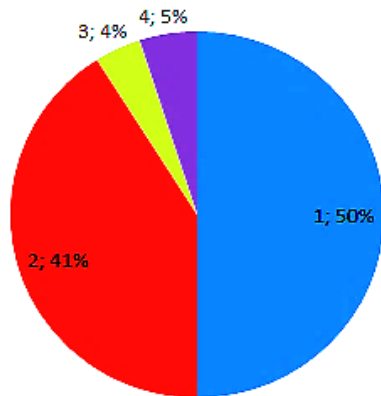
Ошибки, основанные на опыте работы – ошибки, возникающие при выполнении оператором рутинных, постоянно применяемых на практике операций при вождении автомобиля, связанных с оценкой дорожной ситуации во время вождения автомобиля (например, неспособность определить приоритеты внимания, негативная привычка и др.).

Ошибки принятия решений – ошибки, которые возникают, когда поведение или действия операторов проходят по намеченному графику (срок доставки груза и т. п.), но намеченные сроки по ряду причин не могут быть реализованы, что вынуждает водителя нарушать правила дорожного движения (превышать скорость, совершать опасные маневры и т. п.).

Ошибки восприятия – ошибки, которые возникают, когда восприимчивость водителя ухудшается, и решение принимается на основе ошибочной информации.

Рутинные нарушения – нарушения, которые являются обычным делом со стороны водителя.

Исключительные нарушения – нарушения, за которые предусматривается лишение прав управления автомобилем, или вызваны экстремальными обстоятельствами (например, объезд препятствия на дороге с необходимостью выезда на встречную полосу и т. п.).

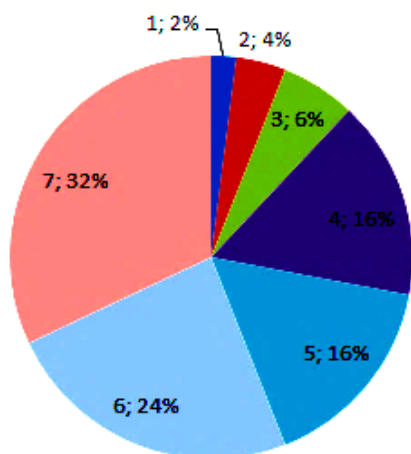


- 1 – ошибка на основе навыков;
- 2 – ошибка решения;
- 3 – ошибка восприятия;
- 4 – нарушения

Рисунок 4.34. Основные виды небезопасных действий операторов оборудования на колесном ходу

Из рисунка 4.34 видно, что несчастные случаи в большинстве происходят в результате ошибок при выполнении рутинных действий и принятии решений.

На рисунках 4.35–4.37 приводится анализ факторов, влияющих на ошибки и нарушения.

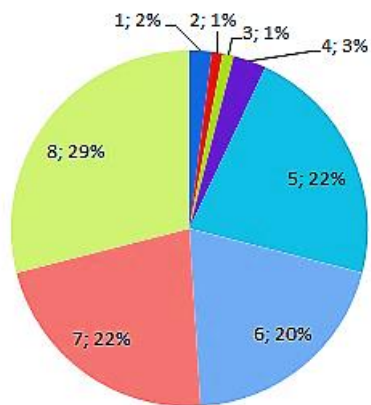


- 1 – поструральная ошибка;
- 2 – ошибки, связанные с электричеством;
- 3 – ошибки, связанные с недостаточной информированностью;
- 4 – ошибки, приводящие к несчастному случаю;
- 5 – ошибки, связанные с отсутствием или недостатком средств индивидуальной защиты;
- 6 – технические ошибки;
- 7 – случайные или пропущенные действия

Рисунок 4.35. Распределение ошибок в результате действий на основе опыта работы

Из рисунка 4.35 видно, что наибольшее влияние на совершение ошибок этого типа оказывают технические ошибки, а также случайные или пропущенные действия. Существенную роль также играет отсутствие или недостаточность средств индивидуальной защиты.

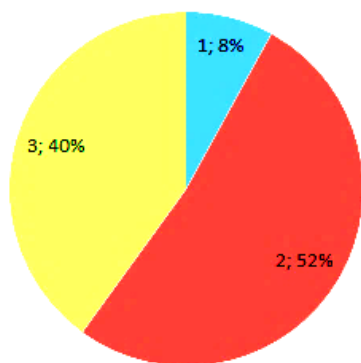
Из рисунка 4.36 видно, что существенную роль в совершении ошибок при принятии решений играет процедура выполняемых операций и ошибочность в оценке ситуации.



- 1 – приоритетность;
- 2 – ошибки, связанные с электричеством;
- 3 – другие ошибки решения;
- 4 – ошибки, связанные с обработкой информации;
- 5 – ошибки, связанные с отсутствием или недостатком средств индивидуальной защиты;
- 6 – ошибки, связанные с оценкой риска;
- 7 – ошибки, связанные с оценкой ситуации;
- 8 – ошибки, связанные с процедурой действий

Рисунок 4.36. Распределение ошибок в принятии решения

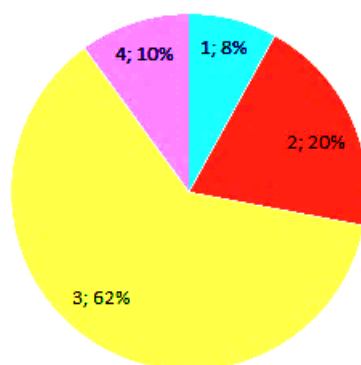
На рисунке 4.37 показаны причины ошибок при восприятии. Анализ данных показывает, что в основном на ошибочность восприятия сказывается недооценка ситуации и недостаточная видимость.



- 1 – недостаток слуха;
- 2 – недооценка;
- 3 – недостаточная видимость

Рисунок 4.37. Распределение ошибок восприятия

На рисунке 4.38 приведены основные виды нарушений. В основном нарушения вызваны процедурой выполняемых работ.



- 1 – осознанные;
- 2 – при использовании средств индивидуальной защиты;
- 3 – процедурные;
- 4 – при работе с инструментом

Рисунок 4.38. Распределение типов нарушений

Выводы:

Основными причинами несчастных случаев в горнодобывающей промышленности являются:

- отсутствие или недостаточное количество средств контроля на автомобиле (обеспечение видимости в непосредственной зоне автомобиля, снижение вибронагруженности водителя, отсутствие кондиционера в кабине, отсутствия технических средств контроля засыпания водителя, недостаточная освещенность дороги, несоответствие технического состояния автомобилей и существующих геометрических параметров дороги и т. п.);
- отсутствие на предприятии или в компании четкой политики в области охраны и гигиены труда;
- отсутствие соответствующей организационной структуры и механизма сотрудничества между трудящимися и работодателями;
- отсутствие системы управления мероприятиями в области охраны и гигиены труда;
- низкая культура охраны труда;
- формальное отношение к выходному контролю водителей, мобильной техники;
- недостаточный уровень осознания проблемы;
- слабая осведомленность относительно имеющегося опыта в решении данных проблем;
- отсутствие центров технической информации;
- отсутствие соответствующей государственной политики, а также правоприменительной и консультативной практики, трехстороннего сотрудничества, или низкая эффективность проводимой политики и механизмов ее реализации;
- отсутствие стимулирующей системы выплаты компенсации (основанной на трудовом стаже);
- отсутствие или недостаточная развитость медицинских служб, занимающихся охраной здоровья трудящихся;
- отсутствие научных исследований и соответствующих статистических данных, необходимых для определения первоочередных задач;
- отсутствие эффективной системы подготовки и обучения на всех уровнях.

Список использованных источников

1. Mineral and Petroleum Exploration. – Текст: электронный // Australian Bureau of Statistics 2022: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.abs.gov.au/statistics/industry/mining/mineral-and-petroleum-exploration-australia/dec-2022> (дата обращения: 03.08.2023).

2. Heywood, B. Review of all fatal accidents in Queensland mines and quarries / B. Heywood. – Текст: электронный // Brady Review. – 2019. – December. – URL: https://www.nost.edu.au/icms_docs/325724_Brady_Heywood_Review_of_mining_fatalities.pdf (дата обращения: 03.08.2023).

3. Report: Australia leads iron ore mining market growth to 2020. – Текст: электронный // Mining: [сайт]. – 2023. – URL: <http://www.reportlinker.com/p02108997/Iron-Ore-Mining-in-Australia-to-2020.html> (дата обращения: 03.08.2023).

4. Vauxite Mining in Australia. – Текст: электронный // Market Research Report 2022: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.marketresearch.com/IBISWorld-v2487> (дата обращения: 03.08.2023).

5. Mineral and Petroleum Exploration. – Текст: электронный // Australian Bureau of Statistics 2022: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.abs.gov.au> (дата обращения: 03.08.2023).

6. Australia – Mine Accidents and Disasters. – Текст: электронный // Simtars: [сайт]. – 2023. – URL: <http://www.mineaccidents.com.au> (дата обращения: 03.08.2023).

7. M. Farmer Mobile vehicles leading cause of miner deaths: ICMM report 2022. – Текст: электронный // Mining Technology: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.mining-technology.com/news/mining-deaths-2021-icmm-remote-vehicles/?cf-view> (дата обращения: 03.08.2023).

5. Охрана труда и безопасность движения на предприятиях открытых горных разработок КНР

По запасам минералов, составляющих 12% мировых залежей, Китай занимает третье место в мире и первое место по запасам 12 редкоземельных металлов, гипса, ванадия, титана, тантала, вольфрама, бентонита, графита, мирабилита, барита, магнезита и сурьмы.

По запасам угля Китай находится на первом месте в мире. Разведанные запасы угля в Китае оцениваются в 1 триллион тонн. Разработка угольных месторождений на 90% осуществляется подземным способом и около 10% – открытым способом, что связано со спецификой залегания угольных пластов. Разработка металлических и неметаллических руд, а также строительных материалов, как правило, осуществляется открытым способом. При открытом способе разработки полезных ископаемых транспортировка горной массы осуществляется автомобильным транспортом.

В настоящее время практически все самосвалы, находящиеся в эксплуатации на карьерах страны, отечественного производства. Наиболее крупные заводы по производству внедорожников принадлежат компаниям «SANY», «ХЕМС», «BZK», «XCMG», «Sinoway», «Shougang».

Компания «SANY» (Sany Heavy Industry Co. Ltd), основанная в 1989 г., сегодня входит в пятерку ведущих машиностроительных компаний мира. В составе корпорации свыше 30-ти зарубежных дочерних компаний, в которых работают 35 тыс. сотрудников, ее маркетинговая сеть покрывает более 150 стран мира, продукция экспортируется в 110 государств. Корпорации «Sany» принадлежат заводы, которые находятся за пределами Китая – в Индии, в США и в Германии. Компания выпускает самосвалы грузоподъемностью 33, 45, 55, 95 и 230 т.

Компания «ХЕМС» (Xiangtan Electric Manufacturing Group) была основана в 1936 г. и стала основой электрической промышленности Китая. Она входит в 500 крупнейших национальных промышленных предприятий мира. Начав с развития электрических приводов тяжелых карьерных самосвалов, она сама приступила к выпуску внедорожников, когда в октябре 2007 г. была создана «Xiangtan Electric Manufacturing Heavy – Duty Equipment Co. Ltd.». Компания «ХЕМС» производит самосвалы грузоподъемностью 108, 154, 220–230 и 300 т. Эксплуатация самосвалов этой компании грузоподъемностью 154 т на угольном разрезе «Джунгер» (Внутренняя Монголия) показала, что после 22 лет эксплуатации коэффициент готовности парка составил 0,84. Это говорит о высокой надежности машин, работающих в суровых условиях.

Компания «BZK» (Beijing Zhong-huan Kinetics Heavy Vehicles Co., Ltd) является совместным предприятием компаний «Singapore Technologies Kinetics»

(STK, Сингапур) и «Beijing Heavy Duty Truck Plant» (BHDTP), которое было создано в 2003 г. Компания специализируется в основном на выпуске самосвалов грузоподъемностью 20–50 т. Ряд других компаний также производят внедорожные самосвалы грузоподъемностью до 50 т.

5.1. Разработка угольных месторождений

В связи со спецификой геологического строения угольных месторождений и большой глубиной их залегания основной объем добычи угля осуществляется подземным способом (около 90%) [1,2].

Таблица 5.1. Добыча угля открытым способом и объем перевозок горной массы в период 2000–2020 гг. (млн т)

Годы	Добыча угля	Объем вскрыши	Общий объем перевозок	Годы	Добыча угля	Объем вскрыши	Общий объем перевозок
2000	45	135	180	2011	392	1176	1568
2001	50	150	200	2012	450	1350	1800
2002	65	195	260	2013	520	1560	2080
2003	80	240	320	2014	650	1950	2600
2004	97	291	388	2015	680	2040	2720
2005	117	351	468	2016	710	2130	2840
2006	142	426	568	2017	830	2490	3320
2007	172	516	688	2018	950	2850	3800
2008	209	627	836	2019	960	2880	3840
2009	253	759	1012	2020	990	2970	3960
2010	324	972	1296				

Распределение перевозки горной массы в период 2000–2020 гг. представлено на рисунке 5.1.

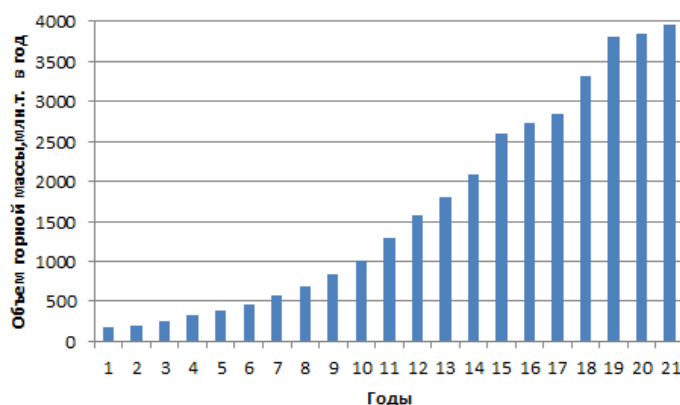


Рисунок 5.1. Распределение объема перевозок горной массы в период 2000–2020 гг.

Примечание: числа 1–21 соответствуют периоду времени 2000–2020 гг.

Из рисунка видно, что в этот период наблюдается рост объема перевозок горной массы.

В последнее время, с открытием и разработкой новых угольных месторождений, намечается тенденция к увеличению добычи угля открытым способом.

Данные о смертельных случаях, травмах и численности рабочих при разработке угля открытым способом в период 1995–2014 гг. приведены в таблице 5.2 [3, 4, 5, 6, 7].

Таблица 5.2. Количество смертельных случаев, травм и численности работников при разработке угля открытым способом в период 1995–2014 гг.

Годы	Смертельные случаи	Травмы	Численность рабочих	Годы	Смертельные случаи	Травмы	Численность рабочих
1995	6	649	29500	2005	8	617	59400
1996	3	686	31210	2006	7	661	59770
1997	4	682	34100	2007	9	581	62900
1998	5	715	39700	2008	11	567	65100
1999	9	670	42300	2009	12	522	67850
2000	4	656	45000	2010	9	495	70000
2001	7	681	48500	2011	10	457	73720
2002	10	710	52000	2012	8	417	76570
2003	4	645	56000	2013	7	357	79390
2004	3	576	59400	2014	7	349	79390

На рисунке 5.2 представлено распределение смертельных случаев в период 1995–2014 гг.

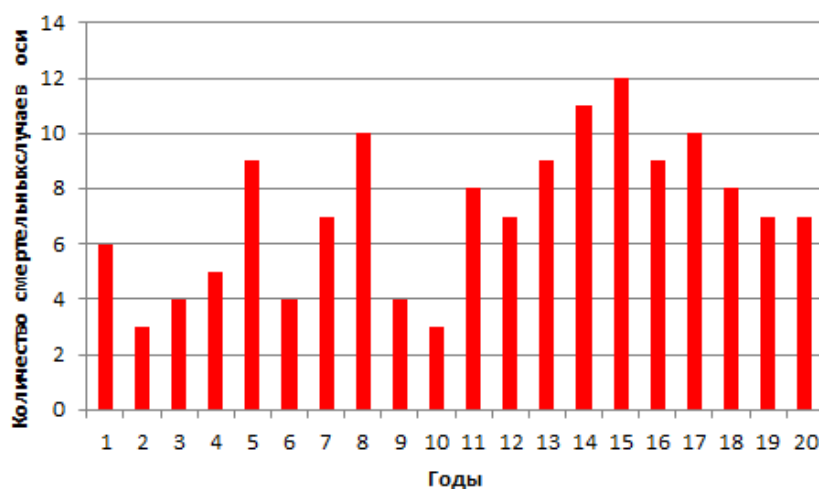


Рисунок 5.2. Распределение смертельных случаев по годам
Примечание: числа 1–20 соответствуют периоду 1995–2014 гг.

Из рисунка 5.2 видно, что в последние годы наблюдается снижение смертельных случаев.

Распределение количества травм в период 2000–2014 гг. приведено на рисунке 5.3.

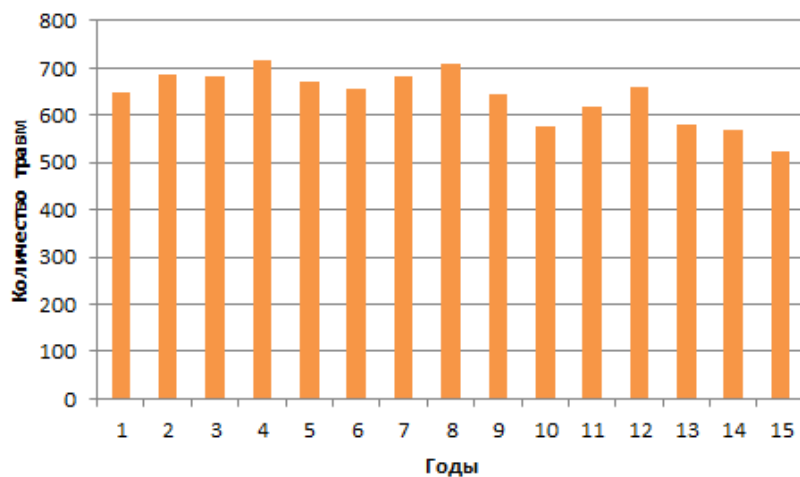


Рисунок 5.3. Распределение количества травм в период 2000–2014 гг.

Примечание: числа 1–15 соответствуют периоду 2000–2014 гг.

Из рисунка 5.3 видно, что наблюдается тенденция снижения случаев травматизма.

С целью выявления зависимости смертельных случаев и травм от объема перевозки горной массы угля и численности трудящихся был выполнен анализ полученных данных. Зависимость смертельных случаев от объема перевозки горной массы открытым способом в период 2000–2014 гг. приведена на рисунке 5.4.

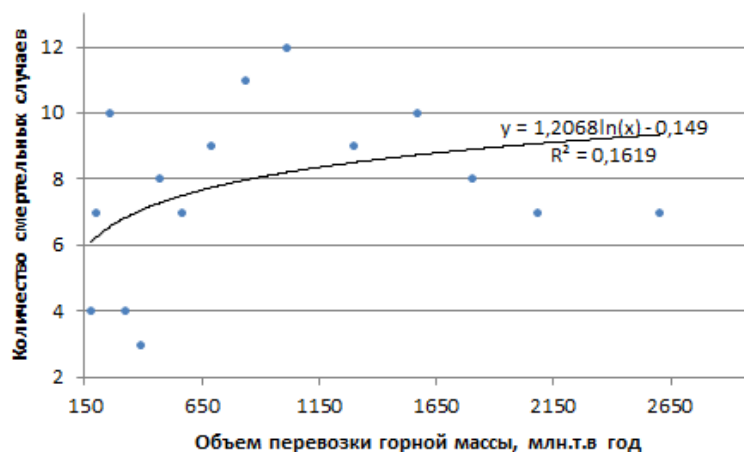


Рисунок 5.4. Зависимость смертельных случаев от объема перевозки горной массы в период 2000–2014 гг.

Из рисунка 5.4 видно, что количество смертельных случаев практически не зависит от объема перевозок горной массы. По всей видимости, смертельные случаи обусловлены другими причинами.

Зависимость количества травм от объема перевозок горной массы в период 2000–2014 гг. приведена на рисунке 5.5.

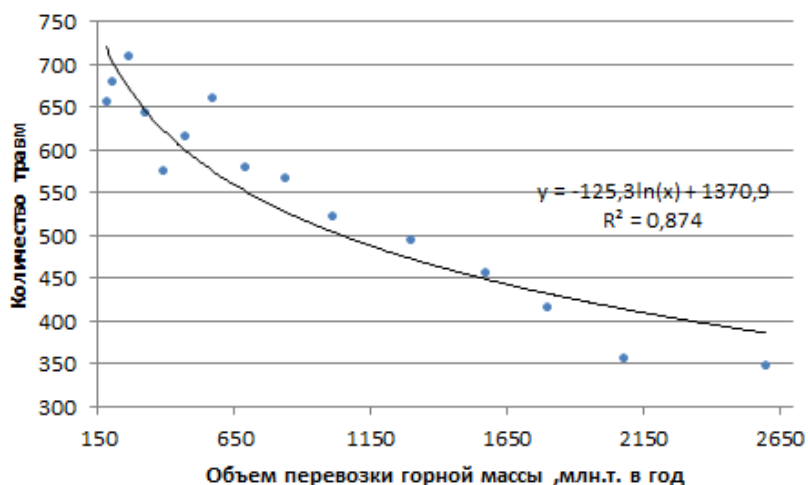


Рисунок 5.5. Зависимость количества травм от объема перевозок горной массы в период 2000–2014 гг.

Рисунок 5.5 показывает, что удельное количество травм на единицу объема перевозок снижается.

Зависимость смертельных случаев от численности рабочих в период 2000–2014 гг. приведена на рисунке 5.6.

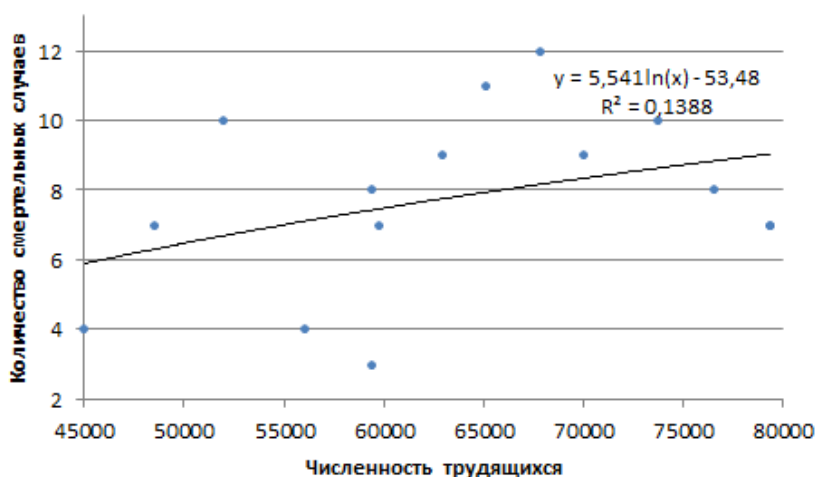


Рисунок 5.6. Зависимость смертельных случаев от численности рабочих в период 2000–2014 гг.

Связь между количеством смертельных случаев и численностью трудящихся практически отсутствует. В обоих примерах отсутствие связи обусловлено сравнительно небольшим количеством смертельных случаев.

Зависимость количества травм от численности рабочих при добыче угля в период 2000–2014 гг. приведена на рисунке 5.7.

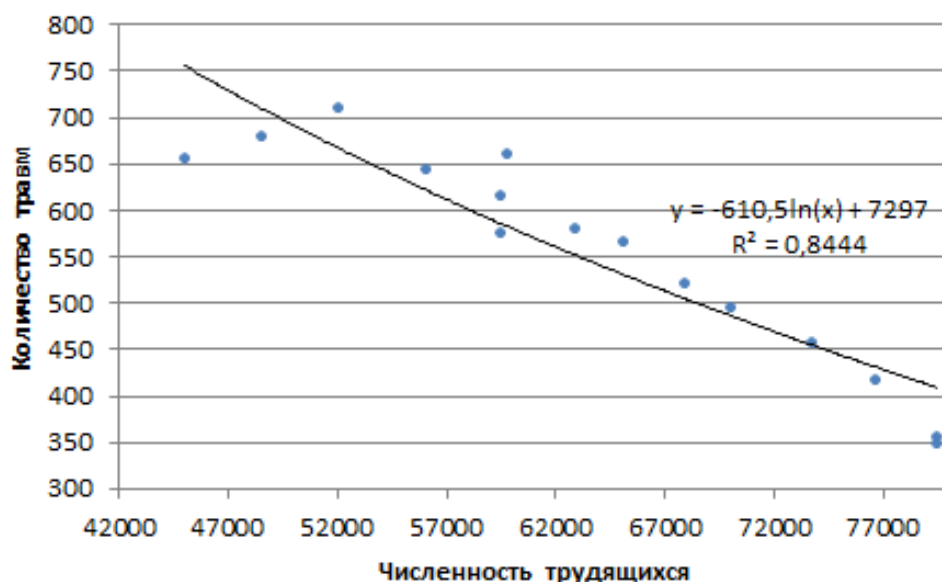


Рисунок 5.7. Зависимость количества травм от численности рабочих при добыче угля открытым способом в период 2000–2014 гг.

Из рисунка 5.7 видно, что с увеличением численности трудящихся наблюдается снижение травматизма, что характерно для предприятий с избыточным количеством работников.

Основные причины смертельных случаев представлены на рисунке 5.8.



Рисунок 5.8. Распределение смертельных случаев при открытой добыче угля и транспортировки горной массы в период 1995–2014 гг.

Из рисунка 5.8 видно, что более половины смертельных случаев на открытых угольных разработках связаны с мобильным оборудованием (самосвалы, автогрейдеры, погрузчики и т. п.).

Распределение количества травм в период 1995–2014 гг. приведено на рисунке 5.9.



Рисунок 5.9. Распределение травм при добыче угля открытым способом и транспортировки горной массы в период 1991–2014 гг.

Из рисунка 5.9 видно, что в основном случаи травматизма наблюдаются при погрузочно-разгрузочных работах, а также в процессе ремонта.

5.2. Разработка рудных месторождений

5.2.1. Разработка рудных металлических месторождений

Горнорудная промышленность является основной отраслью страны. Китай сохраняет глобальные лидирующие позиции как по запасам, так и по производству руд. Страна является мировым лидером по производству меди, алюминия и каменного угля, занимает 14-е место в мире по производству золота и добывает 90% всех редкоземельных металлов в мире.

Основной статьей объемов производства горнодобывающей промышленности Китая является черная металлургия – 48,8% от общего объема отрасли.

Цветная металлургия занимает 35,6% от общего объема производства.

Китай является одним из крупнейших производителей алюминия, производство которого включает разработку залежей бокситов, глиноземистых сланцев и алунитовых руд в основном открытым способом.

В таблице 5.3 представлен объем добычи металлических руд в период 1990–2014 гг.

Таблица 5.3. Объем добычи металлических руд в период 1990–2014 гг. [8]

Годы	Железная руда	Вскрыша	Бокситы	Вскрыша	Медная руда	Вскрыша	Свинцовая руда	Вскрыша	Цинковая руда	Вскрыша	Марганцевая руда	Вскрыша	Руда, содер. золота	Вскрыша	Всего
1990	84	336	2	6	3	15	4	8	5	10	3	9	33	99	617
1991	88	352	3	9	3	15	5	10	6	12	4	12	40	120	639
1992	99	396	3	9	4	20	5	10	6	12	4	12	47	135	762
1993	118	472	4	12	4	20	5	10	6	12	5	15	52	156	891
1994	120	480	4	12	4	20	5	10	6	12	5	15	52	156	901
1995	125	500	5	15	5	25	6	12	8	16	5	15	47	135	919
1996	123	500	6	18	5	25	8	16	8	16	6	18	48	140	937
1997	134	536	8	24	5	25	9	18	9	18	5	15	58	174	1038
1998	128	512	8	24	5	25	7	14	10	20	4	12	59	178	1006
1999	110	440	9	27	5	25	6	12	10	20	4	12	57	171	908
2000	112	448	9	27	6	30	9	18	13	26	2	6	60	180	946
2001	109	436	10	30	6	30	9	18	13	26	3	9	62	186	947
2002	116	464	11	33	5	25	8	16	11	22	3	9	64	132	919
2003	132	528	13	39	6	30	12	24	15	30	3	9	68	204	1113
2004	155	620	15	45	6	30	12	24	16	32	3	9	72	216	1255
2005	210	840	22	66	8	40	14	28	19	38	3	9	72	216	1585
2006	298	1192	27	81	9	45	17	34	21	42	3	9	82	246	2106
2007	354	1416	30	90	9	45	18	36	23	46	3	9	92	276	2447
2008	390	1560	35	105	10	50	20	40	25	50	4	12	95	285	2681
2009	443	1772	40	120	10	50	20	40	26	52	4	12	107	321	3017
2010	540	2160	44	132	12	60	35	70	29	58	4	12	115	345	3616
2011	668	2672	45	135	13	65	30	60	31	62	4	12	121	363	4281
2012	664	2656	47	141	14	70	33	66	34	68	5	15	134	402	4349
2013	761	3044	50	150	15	75	36	72	36	72	5	15	143	429	4903
2014	763	3052	65	195	16	80	35	70	37	74	5	15	162	486	5055
2015	691	2764	61	183	17	85	30	60	36	72	8	24	150	450	4631
2016	575	2300	68	204	19	95	30	60	35	70	8	24	151	453	4092
2017	565	2260	68	204	17	85	25	50	32	64	12	36	142	426	3986
2018	382	1528	77	231	16	80	25	50	32	64	6	18	134	402	3045
2019	422	1688	70	210	16	80	25	50	32	64	7	21	127	381	3193
2020	433	1732	72	216	17	85	26	52	33	66	7	21	127	381	3268

На рисунке 5.10 приведено распределение объема перевозок горной массы с металлической рудой в период 1990–2020 гг.

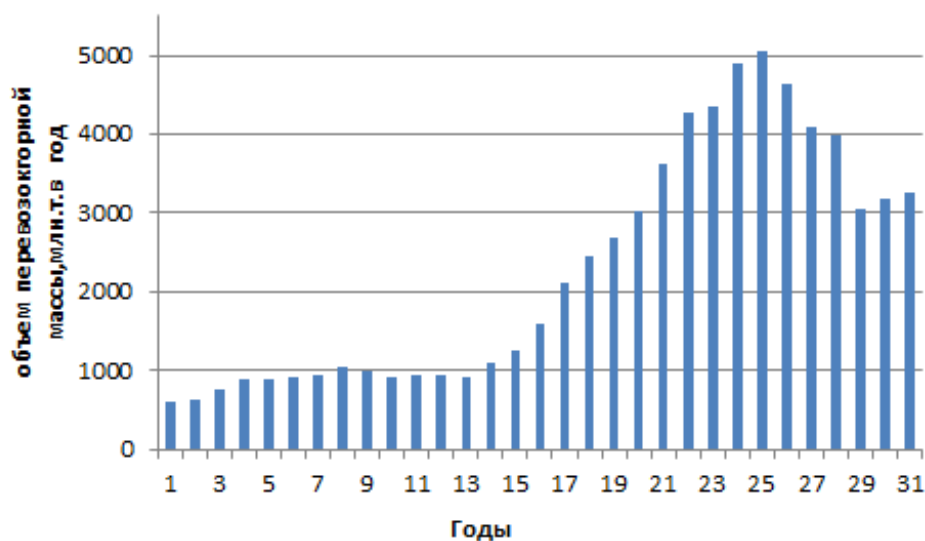


Рисунок 5.10. Распределение объема перевозок горной массы с металлической рудой в период 1990–2020 гг.

Примечание: числа 1–31 соответствуют периоду 1990–2020 гг.

Из рисунка видно, что в последние годы отмечается стабилизация объема перевозок, но на более низком уровне, чем в предыдущие годы.

В таблице 5.4 приведены данные о смертельных случаях, травмах и численности трудящихся при разработке металлических руд в период 1994–2003 гг. [9].

Таблица 5.4. Смертельные случаи, травмы и численность трудящихся при разработке металлических руд в период 1994–2003 гг.

Годы	Смертельные случаи	Травмы	Численность рабочих	Годы	Смертельные случаи	Травмы	Численность рабочих
1994	6	2035	61064	1999	5	1620	53221
1995	7	2120	68908	2000	4	1370	50420
1996	10	1985	69468	2001	11	1210	60504
1997	3	1800	68347	2002	13	1505	71148
1998	4	1555	54425	2003	8	1580	71100

На рисунке 5.11 приведено распределение смертельных случаев в период 1994–2003 гг.

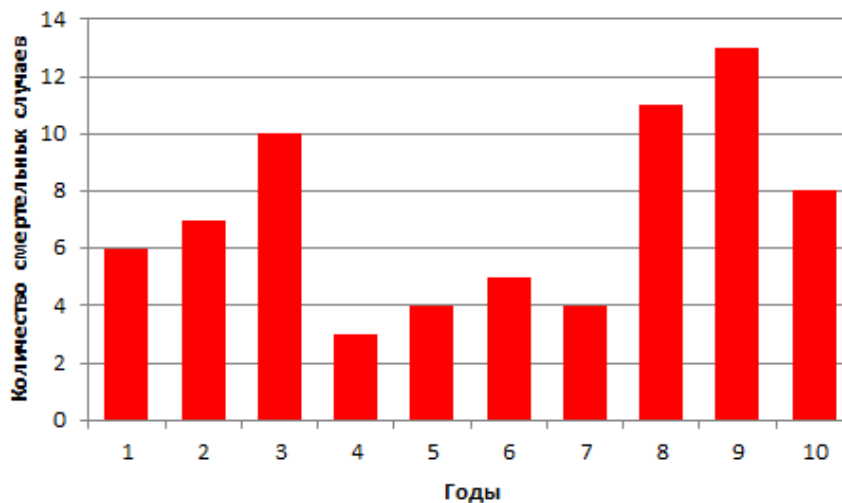


Рисунок 5.11. Распределение смертельных случаев при разработке рудных металлических месторождений в период 1994–2003 гг.
Примечание: числа 1–10 соответствуют периоду времени 1994–2003 гг.

Из рисунка видно, что в рассматриваемый период количество смертельных случаев практически не меняется.

На рисунке 5.12 представлено распределение количества травм в период 1994–2003 гг.

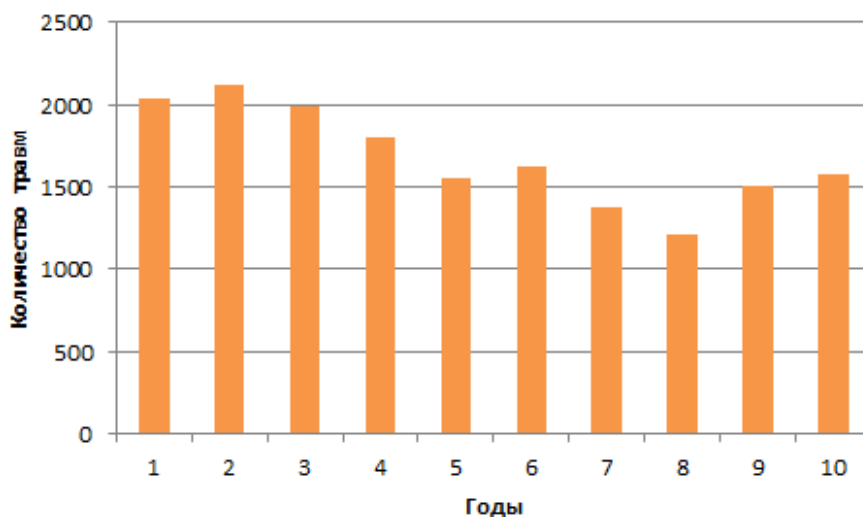


Рисунок 5.12. Распределение количества травм при разработке рудных металлических месторождений в период 1994–2003 гг.
Примечание: числа 1–10 соответствуют периоду времени 1994–2003 гг.

Из рисунка 5.12 видно, что в последние годы наблюдается некоторое снижение травматизма. Это связано с ужесточением требований к соблюдению правил техники безопасности.

На рисунках 5.13–5.16 приведена зависимость смертельных случаев и травм от объема перевозок горной массы и численности работников предприятий.

На рисунке 5.13 показана зависимость смертельных случаев от объема перевозок горной массы с металлической рудой в период 1994–2003 гг.

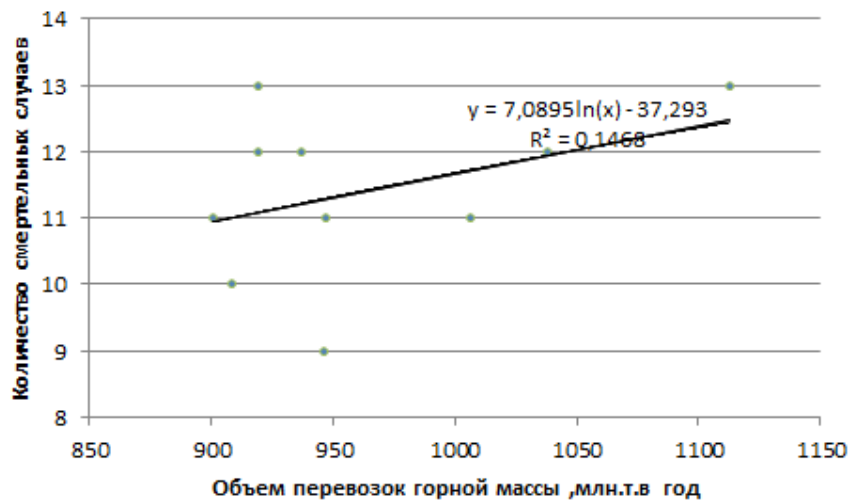


Рисунок 5.13. Зависимость смертельных случаев от объема перевозки горной массы с металлической рудой в период 1994–2003 гг.

Из рисунка видно, что смертельные случаи практически не зависят от объема перевозок горной массы.

На рисунке 5.14 приведена зависимость количества травм от объема перевозки горной массы с металлической рудой в период 1994–2003 гг.

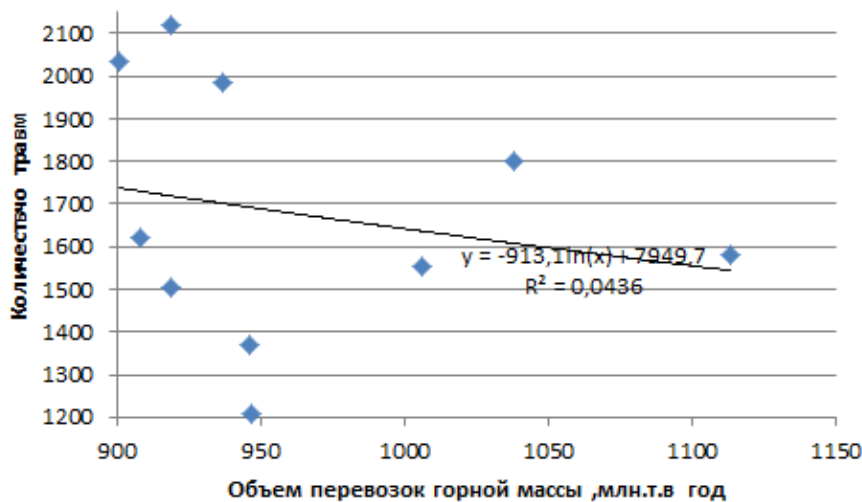


Рисунок 5.14. Зависимость количества травм от объема перевозок горной массы с металлической рудой в период 1994–2003 гг.

Из рисунка видно, что на количество травм также не связано с объемом перевозок горной массы.

Зависимость случаев травматизма от численности трудящихся на предприятии показана на рисунке 5.15.

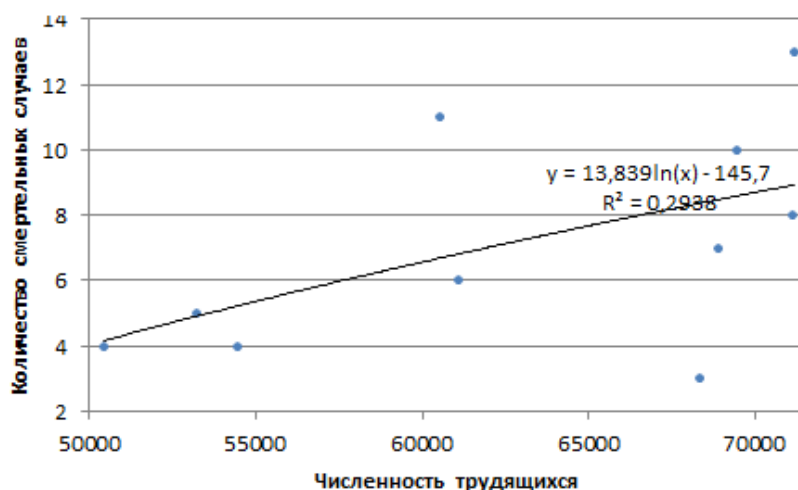


Рисунок 5.15. Зависимость смертельных случаев от численности трудящихся в период 1994–2003 гг.

Из рисунка 5.15 видно, что количество смертельных случаев находится в слабой зависимости от численности трудящихся. Аналогичная зависимость наблюдается и в случае с травмами (рисунок 5.16).

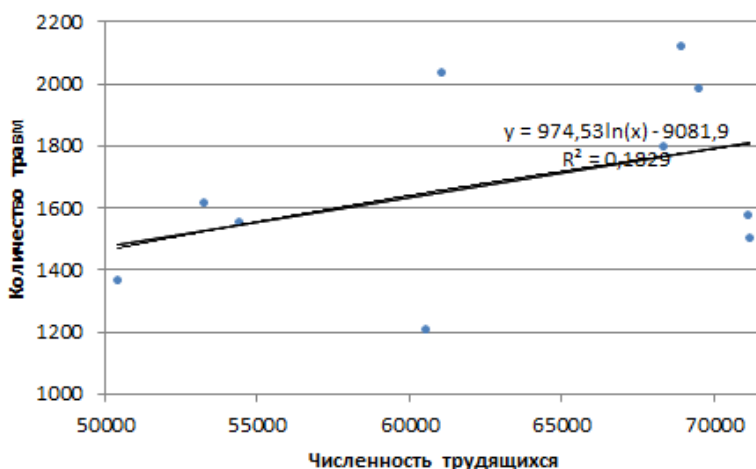


Рисунок 5.16. Зависимость количества травм от численности трудящихся в период 1994–2003 гг.

5.2.2. Разработка рудных неметаллических месторождений [3].

Объем добычи неметаллических руд в КНР, по данным из различных источников, крайне мал. Поскольку эти руды добываются, как правило, открытым способом, то количество смертельных случаев и травм также незначительно (таблица 5.5).

В таблице 5.5 представлен объем добычи неметаллических руд в период 1990–2014 гг.

Таблица 5.5. Объем добычи неметаллических руд в период 1990–2014 гг. (млн т в год) [8]

Годы	Магнезит	Вскрыша	Гипс	Вскрыша	Барит	Вскрыша	Графит	Вскрыша	Фосфаты	Вскрыша	Тальк	Вскрыша	Полевой шпат	Вскрыша	Всего
1990	4	8	10	3	2	8	1	2	6	30	3	6	2	6	91
1991	5	10	10	3	2	8	-	-	7	35	3	6	2	6	97
1992	5	10	11	33	2	8	-	-	7	35	3	6	2	6	128
1993	6	12	11	33	2	8	-	-	7	35	2	4	2	6	128
1994	6	12	11	33	2	8	-	-	7	35	2	4	2	6	128
1995	2	4	7	21	2	8	-	-	8	40	2	4	2	6	106
1996	2	4	8	24	3	9	-	-	6	30	4	8	2	6	106
1997	2	4	9	27	4	16	-	-	8	40	4	8	2	6	128
1998	2	4	9	27	3	9	-	-	8	40	4	8	2	6	120
1999	2	4	9	27	3	9	-	-	8	40	4	8	2	6	120
2000	1	2	7	21	4	16	-	-	6	30	4	8	2	6	107
2001	1	2	7	21	4	16	-	-	6	30	4	8	2	6	107
2002	1	2	7	21	3	9	1	2	7	35	3	6	2	6	105
2003	1	2	7	21	4	16	1	2	8	40	3	6	3	9	123
2004	1	2	7	21	4	16	1	2	8	40	3	6	3	9	123
2005	7	14	3	9	3	9	1	2	9	45	2	4	5	15	128
2006	7	14	4	12	3	9	1	2	12	60	2	4	5	15	150
2007	14	28	5	15	3	9	1	2	15	75	2	4	5	15	193
2008	16	32	5	15	3	9	1	2	15	75	2	4	5	15	201
2009	15	30	5	15	3	9	1	2	18	90	2	4	5	15	214
2010	14	28	13	39	4	16	1	2	20	100	2	4	7	21	271
2011	19	38	13	39	4	16	1	2	24	120	2	4	6	18	306
2012	16	32	13	39	4	16	1	2	29	145	2	4	7	21	331
2013	17	34	13	39	3	9	1	2	34	170	2	4	7	21	356
2014	16	32	13	39	4	16	1	2	36	180	2	4	6	18	369
2015	18	36	16	48	4	16	1	2	43	215	2	4	6	18	429
2016	18	36	12	36	3	9	1	2	43	215	2	4	6	18	405
2017	18	36	12	36	3	9	1	2	37	185	1	2	6	18	366
2018	18	36	12	36	3	9	1	2	29	145	2	4	7	21	325
2019	19	38	13	39	3	9	1	2	28	140	1	2	8	24	327
2020	19	38	13	39	3	9	1	2	28	140	1	2	8	24	327

Распределение добычи неметаллических руд в период 1990–2014 гг. приведено на рисунке 5.17.

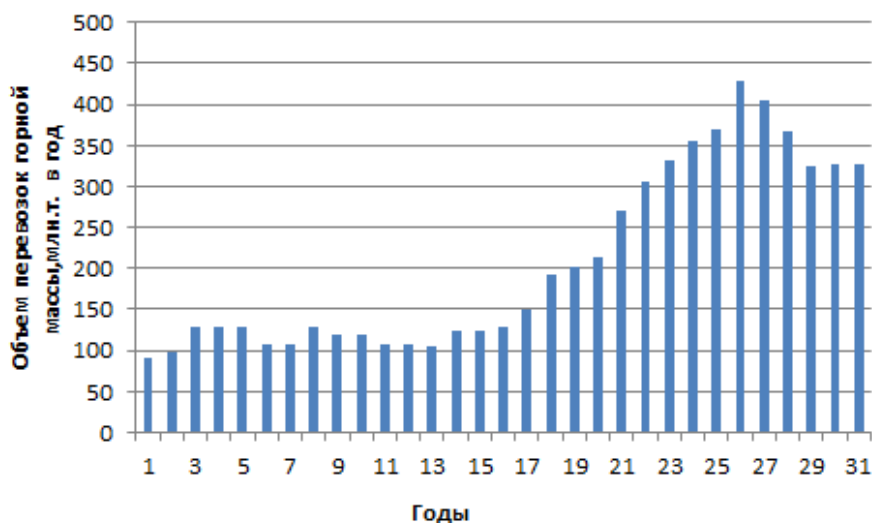


Рисунок 5.17. Распределение объема перевозок горной массы неметаллической руды в период 1990–2020 гг.

Примечание: числа 1–31 соответствуют периоду времени 1990–2020 гг.

Объем перевозки горной массы с неметаллической рудой стабилизировался на уровне немногим более 300 млн т в год.

Данные о смертельных случаях, травмах и численности рабочих при разработке неметаллических руд в период 1994–2003 гг. представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. Данные о смертельных случаях, травмах и численности рабочих при разработке неметаллических руд в период 1994–2003 гг. [9]

Годы	Смертельные случаи	Травмы	Численность рабочих		Годы	Смертельные случаи	Травмы	Численность рабочих
1994	2	3987	35300		1999	1	1897	29700
1995	2	4032	34800		2000	1	1449	30200
1996	3	3726	31700		2001	2	1351	28750
1997	2	3088	32100		2002	2	1340	27340
1998	4	2456	30700		2003	3	1320	27100

Распределение смертельных случаев в период 1994–2003 гг. представлено рисунке 5.18.

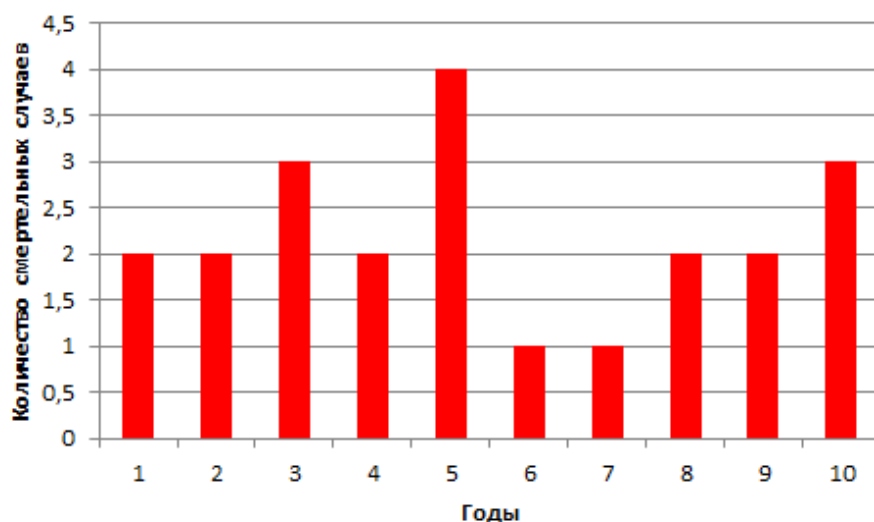


Рисунок 5.18. Распределение смертельных случаев в период 1994–2003 гг.
Примечание: числа 1–10 соответствуют периоду времени 1994–2003 гг.

Представленная выборка данных за этот период не является характерной для предприятий открытых горных работ. По данным литературных источников, при добыче неметаллических руд открытым способом наблюдается стабильное снижение смертельных случаев.

Тем не менее, на основании полученных данных можно, в первом приближении, получить характер зависимости смертельных случаев от объема перевозок горной массы и численности трудящихся на предприятиях.

Распределение травм в период 1994–2003 гг. представлено рисунке 5.19.

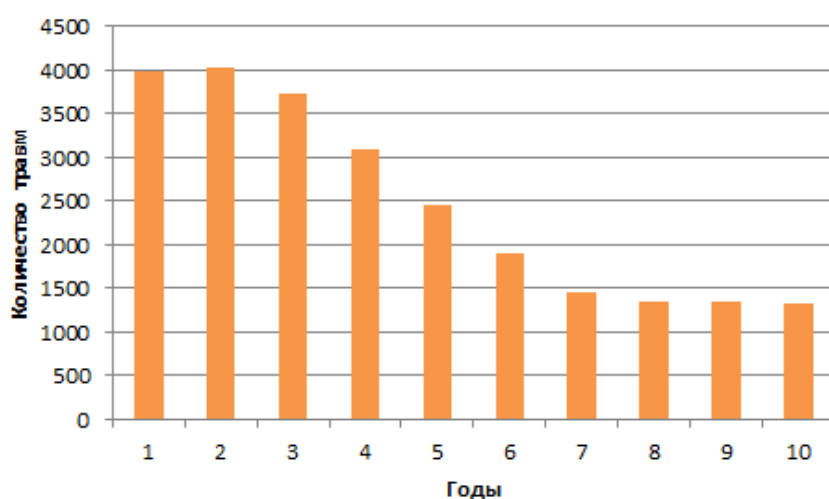


Рисунок 5.19. Распределение количества травм в период 1994–2003 гг.
Примечание: числа 1–10 соответствуют периоду времени 1994–2003 гг.

Из рисунка видно, что наблюдается неуклонное снижение травматизма в этот период. По данным литературных источников такая тенденция сохраняется и в последние годы.

На рисунке 5.20 представлена зависимость смертельных случаев от объема перевозок горной массы.

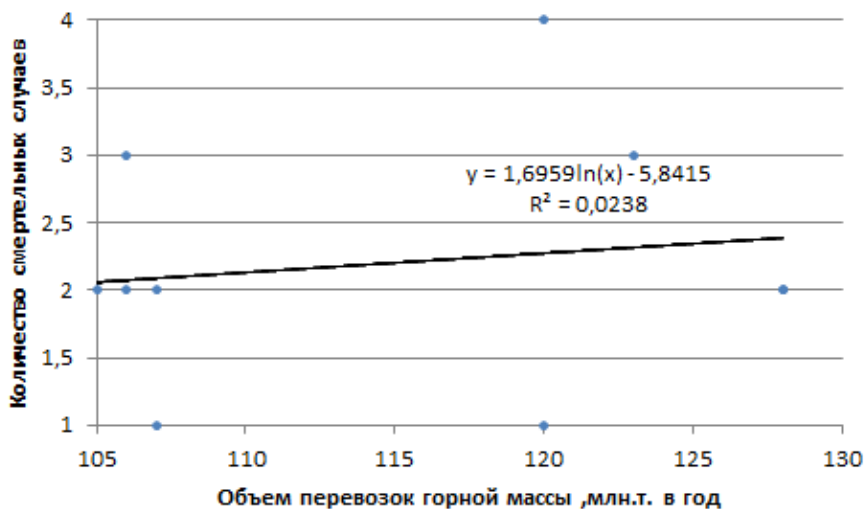


Рисунок 5.20. Зависимость количества смертельных случаев от объема перевозок горной массы в период 1994–2003 гг.

На рисунке 5.21 представлена зависимость количества травм от объема перевозок горной массы.

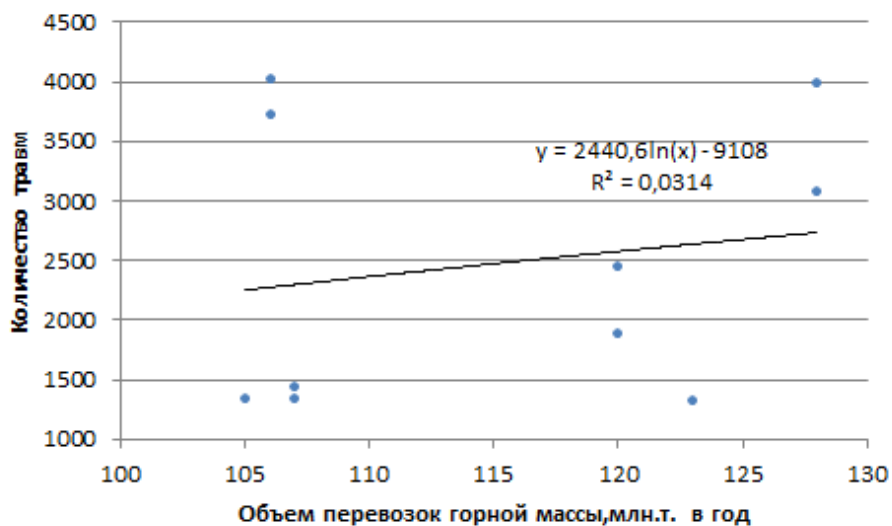


Рисунок 5.21. Зависимость количества травм от объема перевозок горной массы в период 1994–2003 гг.

Анализ данных, приведенных на рисунках 5.20 и 5.21 показывает отсутствие связи между числом смертельных случаев и травм и объемом перевозок горной массы.

Зависимость количества смертельных случаев и травм от численности трудящихся в период 1994–2003 гг. представлена на рисунках 5.22 и 5.23.

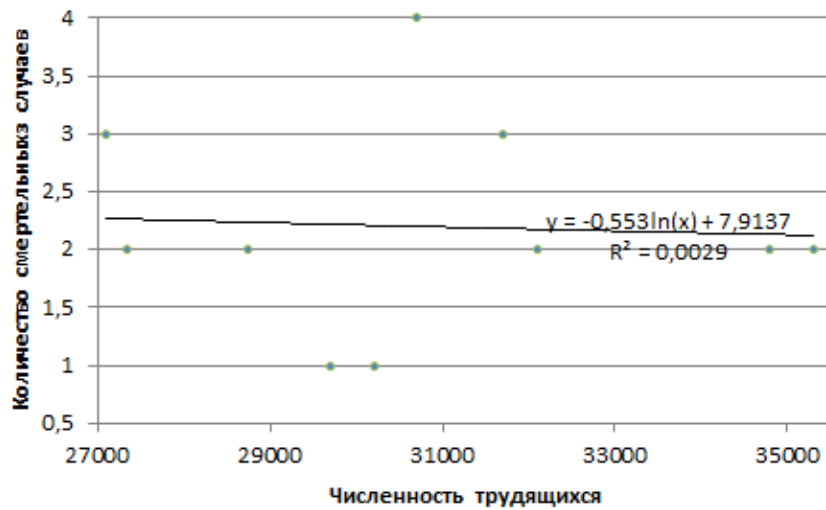


Рисунок 5.22. Зависимость количества смертельных случаев от численности рабочих при добыче неметаллических руд в период 1994–2003 гг.

Из рисунка 5.22 видно, что связь смертельных случаев с численностью трудящихся отсутствует. По всей видимости, это объясняется незначительным количеством смертельных случаев и объемом разработки полезных ископаемых.

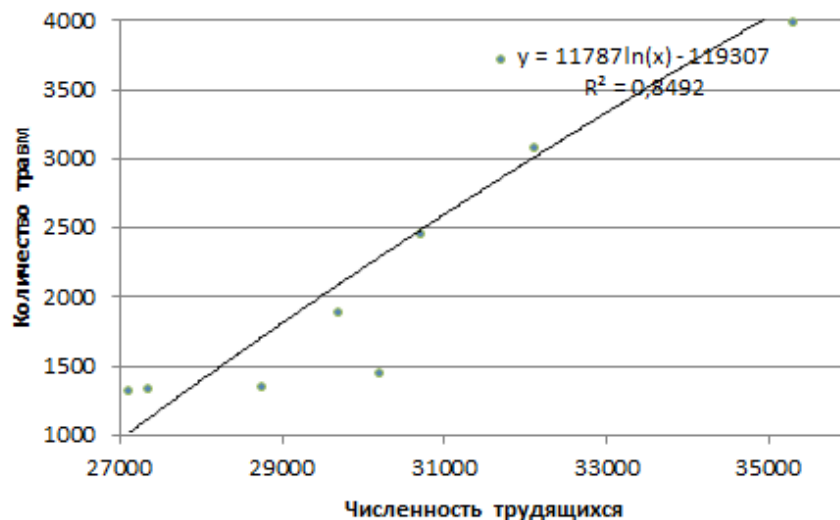


Рисунок 5.23. Зависимость количества травм от численности трудящихся в период 1994–2003 гг.

Из рисунков 5.22 и 5.23 видно, что имеется тесная связь между числом травм и численностью трудящихся, что вполне закономерно.

5.3. Разработка нерудных месторождений

В настоящее время в Китае действуют около 180 тысяч предприятий по добыче и производству нерудных материалов: песка, щебня, песчано-гравийных смесей и т. п. Объем производства инертных материалов составляет немногим

более 20 млрд т, в т. ч. песок около 6 млрд т, щебень и другие каменные материалы около 14 млрд т.

Большая часть песка добывается из прибрежных зон рек, озер, морей, что оказывает негативное влияние на окружающую среду. В связи с этим в последнее время наметилась тенденция получения песка попутно при дроблении горных пород. На открытых горных карьерах песок добывается менее 10%. В основном на предприятии работают 50–60 человек с объемом добычи в среднем около 100 тыс. т в год. Для транспортировки горной массы и готового материала используют самосвалы, имеющие право выхода на дороги общего пользования.

Производство щебня, как правило, осуществляется попутно с добычей основных полезных ископаемых путем дробления вскрышных пород и гравия. Незначительное количество щебня производится из вторичных материалов (бетонные конструкции, кирпичный бой). Предприятия также мелкомасштабные с небольшим объемом производства. Транспортировка песка, щебня и горной массы осуществляется, как правило, стандартными автомобилями.

5.4. Охрана труда и здоровья на предприятиях открытых горных работ

Несчастные случаи на предприятиях горнодобывающей промышленности Китая в основном связаны с работой под землей (обвалы, пожары, затопления, удушье и т. п.). Однако на открытых горных разработках по ряду причин возникают предсказуемые несчастные случаи. Количество несчастных случаев, как правило, возрастает при переходе от карьеров федерального значения к карьерам областного и уездного подчинения. Соблюдение правил безопасности горных работ и техники безопасности и, соответственно, количество несчастных случаев самое низкое на карьерах федерального значения. Самое тяжелое положение складывается на карьерах уездного подчинения.

Слабое техническое оснащение, ненормативная продолжительность рабочей смены, отсутствие необходимых средств техники безопасности, устаревшие самосвалы и погрузочное оборудование, требующее постоянных ремонтов, отсутствие должного контроля за состоянием мобильного оборудования и дорог и т.п. являются причиной высокого количества несчастных случаев, в т. ч. со смертельным исходом [10].

Наибольшее количество исследований по вопросу безопасности труда было выполнено в угледобывающей промышленности. Это связано не только с большим количеством несчастных случаев в этой отрасли, но и с повышенной опасностью работы для здоровья. Только в угольной промышленности результаты ежегодного обследования и отчетов бывшего SAWS (Государственного управления по охране труда) (с 2018 г. EMD) выявили 495 крупных аварий и

10 546 погибших в угольной промышленности с 2001 по 2018 годы, включая и подземную добычу угля.

В своей деятельности по снижению производственного травматизма горнодобывающие предприятия руководствуются Законом КНР о безопасности труда 2021 г., а также «Руководящими принципами по системам управления охраной труда и здоровья». В соответствии с этими документами работники горнодобывающих предприятий имеют следующие права:

- сообщать о несчастных случаях, опасных происшествиях и опасностях работодателю и вышестоящему органу;

- запрашивать и добиваться, если есть основания для беспокойства по поводу безопасности и здоровья, инспекций и расследований, проводимых работодателем и вышестоящим органом;

- знать и быть проинформированным об опасностях на рабочем месте, которые могут повлиять на их безопасность или здоровье;

- получать информацию, относящуюся к их безопасности или здоровью, которой владеет работодатель или вышестоящий орган;

- уйти из любого места на карьере или руднике при возникновении обстоятельств, которые, по разумным причинам, представляют серьезную опасность для их безопасности или здоровья;

- коллективно выбирать представителей по безопасности и гигиене труда.

Лица, ответственные за безопасность и гигиену труда, имеют следующие права:

- представлять работников по всем аспектам безопасности и гигиены труда на рабочем месте;

- участвовать в проверках и расследованиях, проводимых работодателем и вышестоящим органом на рабочем месте;

- отслеживать и расследовать вопросы безопасности и гигиены труда;

- прибегать к услугам консультантов и независимых экспертов;

- своевременно консультироваться с работодателем по вопросам безопасности и гигиены труда;

- консультироваться с вышестоящим органом;

- получать, относящиеся к району, в котором они были выбраны, уведомления об авариях и опасных происшествиях.

Несчастный случай является следствием взаимодействия различных факторов, которые могут вызвать инцидент. Для предотвращения несчастных случаев или снижения тяжести их последствия необходимо выполнить анализ причин смертельных случаев и травм на предприятии за прошедший период. Это позволяет определить основные причины возникновения несчастных случаев.

Как правило, большинство несчастных случаев происходят из-за того, что предприятия не извлекают уроки из прошлогодних инцидентов. Это свидетельствует о недостатках в системе управления безопасностью и в первую очередь – о недостатках в культуре безопасности.

Культура безопасности в Китае была признана решающим фактором, влияющим на состояние безопасности на предприятиях, что обеспечивает глобальную характеристику некоторых общих поведенческих предпосылок несчастных случаев [11]. Культура безопасности возникла из концепции организационной культуры и имеет основополагающее значение для способности организации управлять аспектами своей деятельности, связанными с безопасностью. Культура безопасности – это руководство к правильному образу мыслей, чувств и действий в отношении безопасности.

Культура безопасности предполагает рассмотрение индивидуального и организационного подходов.

Индивидуальный уровень – это небезопасные действия, привычное поведение; организационный уровень – это система управления безопасностью, культура безопасности.

Недостатки культуры безопасности проявляются в следующем:

- игнорирование законов и правил безопасности;
- нереализованный приоритет безопасности;
- ограниченная роль функциональных подразделений;
- недостаточное внимание обучению технике безопасности для специального оперативного персонала и горняков.

Причины несчастных случаев включают 4 типа: небезопасное поведение человека, небезопасное состояние оборудования, небезопасная работа, недостатки окружающей среды и управления.

Поэтому для снижения вероятности несчастных случаев радикальной мерой является реализация внутренней безопасности системы, которая включает в себя безопасность людей, оборудования, окружающей среды и управления. Ниже приведены способы повышения безопасности на открытых горных работах [12].

Повышение надежности оборудования (компрессор, буровая установка, экскаватор, бульдозер, дробилка, самосвал, погрузчик, автоцистерна) позволит уменьшить вероятность этих несчастных случаев. Надежность оборудования в значительной степени зависит от надежности узлов и деталей.

Таким образом, важно повысить надежность всех узлов и деталей. Для того, чтобы иметь хорошее качество узлов и деталей, надо гарантировать, что все они приобретаются у обычного поставщика с полными данными, такими как сертификат качества. Кроме того, в правилах технического обслуживания должны

быть предусмотрены регулярные проверки всех узлов и деталей в соответствии с техническими требованиями. Если обнаружен брак или повреждение, его необходимо своевременно исправить.

Рабочее место на открытом карьере имеет неблагоприятную внешнюю среду, включающую ветер, дождь, снег, туман, солнечные лучи, пыль и геологическую опасность. Для предотвращения аварий оборудования, вызванных этими факторами внешней среды, необходимо принять меры по его защите.

Шины колесных погрузчиков и самосвалов рекомендуется оснастить цепями, которые позволяют повышать ресурс шин и устойчивость в зимний период и при работе на скальных грунтах (особенно на участках с большим продольным уклоном). Для обозначения направления движения вдоль дороги от места загрузки до отвала устраивается ориентирующий вал высотой, равной половине диаметра колеса наибольшего по габаритам самосвала, который эксплуатируется на данной дороге. Перед проведением взрывных работ все горно-шахтное оборудование перемещается в безопасное место, чтобы предотвратить его повреждение из-за взрыва. Систематическое профилирование проезжей части дорог способствует повышению работоспособности оборудования и снижению неблагоприятного воздействия на водителя.

Профилактическое техническое обслуживание является важным способом устранения основных опасностей оборудования. Поэтому в карьере должна быть автономная система технического обслуживания, и в соответствии с ней должен проводиться профилактический ремонт.

Своевременное устранение небезопасных неисправностей позволяет предотвратить аварию или уменьшить тяжесть последствий. Необходимо, чтобы высота уступов соответствовала горному оборудованию и не превышала 1,5-кратной высоты подъема экскаватора. Ширина транспортной бермы и уклон дороги должны отвечать проектным требованиям. Ширина призмы обрушения и угол откоса должны учитывать характеристики породы и ее состояние в опасный период года.

Технология взрывных работ должна предусматривать обоснованное назначение диаметра и глубины скважины, длины линии сопротивления, расстояния, между взрывными скважинами, а также тип взрывчатого вещества и режим детонации. Необходимо, чтобы минимальное расстояние бурового станка от края обрыва было не меньше 1 м.

Загрузка самосвала горной массой должна предусматривать равномерное распределение в кузове самосвала и не допускать негабаритных включений (более 1 м). Самосвал во время погрузки не должен находиться ближе 1 м от экскаватора. Площадка в месте разгрузки горной массы (отвал) должна иметь уклон в

сторону въезда на площадку и временный вал ограждения (передвижной) высотой не менее половины диаметра колеса. Временный вал ограждения должен располагаться на площадке вне призмы обрушения.

С целью снижения человеческих ошибок на предприятиях горнодобывающей промышленности необходимо проводить систематическое обучение всего персонала правилам техники безопасности. Обучение должно основываться на Законе Китайской Народной Республики о безопасности в шахтах (2009) и нормативных документах, регламентирующих безопасность труда на этом предприятии. Полученные знания позволяют персоналу формировать сознание безопасности, поведение и привычки посредством культивирования ценности безопасности.

Хорошие условия труда могут повысить эффективность труда и снизить вероятность профессиональных заболеваний и человеческих ошибок.

Хорошие условия труда включают:

- снижение пылимости на дорогах, а также в местах погрузки и разгрузки горной массы;

- улучшение освещенности дороги и в местах погрузки и разгрузки горной массы;

- усовершенствование режима работы персонала;

- использование современных средств техники безопасности;

- установку кондиционеров в кабинах операторов;

- снижение вибронагруженности оператора путем регулярного выравнивания проезжей части дорог и установки виброзащитных устройств в кабинах [13,14,15];

- применение сигнальных столбиков на направляющем валу вдоль дороги;

- применение современных средств и приборов для ремонтных работ.

Контроль соблюдения правил техники безопасности включает:

- проверку оборудования горных работ и выполнения правил техники безопасности операторами и поведения людей в соответствии с этими правилами;

- обнаружение и устранение скрытой опасности;

- анализ безопасности на предприятии и разработка предложений по предупреждению несчастных случаев;

- разработку предложений по совершенствованию работы предприятия на ближайший период.

Список использованных источников

1. Xinjie L. Development status of coal mining in China / L. Xinjie, L. Lianghui, Y. Yingming. – DOI: [10.21203/rs.3.rs-154477/v1](https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-154477/v1). – Текст: электронный // Research Square. – 2021. – URL: <https://www.researchsquare.com/article/rs-154477/v1> (дата обращения: 03.08.2023).
2. Bao H. Study on Optimization of Coal Truck Flow in Open-Pit Mine / H. Bao, R. Zhang. – DOI:10.1155/2020/8848140. – Текст: электронный // Hindawi. – 2020(1):1–13. – URL: <https://www.hindawi.com/journals/ace/> (дата обращения: 03.08.2023).
3. Root causes of coal mine accidents: Characteristics of safety culture deficiencies based on accident statistics / J. Zhang, J. Fu, H. Hao [et al.]. – Текст: электронный // Process Safety and Environmental Protection. – 2020. – Vol.136 – P. 78–91. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.01.024> (дата обращения: 03.08.2023).
4. China Labour Bulletin. 1995-2014. – Текст: электронный // Ritimo: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.ritimo.org/China-labour-bulletin> (дата обращения: 03.08.2023).
5. Bingnan H. China's safe and high efficiency coal mines. H. Bingnan, Z. Peng, Z. Fengda. – Текст: непосредственный // Meitan jingji yanjiu. – 2019. – № 39(4). – P. 4–9.
6. Zhao H. Open-cast coalmining in China / H. Zhao, X. Zhen, M. Li. – Текст: непосредственный // Zhongguo kuangye. – 2016. – № 25(6). – P. 12–15.
7. China Work Safety Yearbook). Various years. Beijing: Meitan gongye chubanshe. – Coal Industry Press, 1991. – ISBN-10: 7502021752. – URL: <https://www.amazon.com/Chinas-Work-Safety-Yearbook-CHANG/dp/7502021752?ysclid=lrp9kg3nua968730103> (дата обращения: 03.08.2023). – Текст: электронный.
8. Minerals Yearbook – Metals and Minerals. – Текст: электронный // USGS.gov: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.usgs.gov › centers> (дата обращения: 03.08.2023).
9. State Administration of Work Safety. – Текст: электронный // Wikipedia: [сайт]. – 2023. – URL: <https://en.wikipedia.org › wiki> (дата обращения: 03.08.2023).
10. Reform and development of coal mine safety in China: An analysis from government supervision, technical equipment, and miner education / Y. Wang, G. Qian, L. Yali [et al.]. – DOI:10.2139/ssrn.4067209. – Текст: электронный // Electronic Journal. – 2022. – Jan. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/359554898> (дата обращения: 03.08.2023).

11. Mine Safety Law of the People's Republic of China. – Текст: электронный // Wikisource: [сайт]. – 2023. – URL: [https://en.wikisource.org/wiki/Law_of_the_People%27s_Republic_of_China_on_Safety_in_Mines\(1992\)](https://en.wikisource.org/wiki/Law_of_the_People%27s_Republic_of_China_on_Safety_in_Mines(1992)) (дата обращения: 03.08.2023).

12. Kaihuan Z. Research on Intrinsic Safety Method for Open-pit Mining / Z. Kaihuan, J. Fuchua. – DOI:[10.1016/j.proeng.2012.08.078](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.08.078). – Текст: электронный // Procedia Engineering. – 2012. – December. – 43: 453–458. – URL: https://www.researchgate.net/publication/257725309_Research_on_Intrinsic_Safety_Method_for_Open-pit_Mining (дата обращения: 03.08.2023).

13. Assessment of whole-body vibration exposure in mining earth-moving equipment and other vehicles used in surface mining / LS Marin, AC Rodriguez, E Rey-Becerra [et al.] – DOI:[10.1093/annweh/wxx043](https://doi.org/10.1093/annweh/wxx043). – Текст: электронный // Annals of work exposures and health. – 2017. – № 61(6). – P. 669–80. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/317848159> (дата обращения: 03.08.2023).

14. Wolfgang R. Whole-body vibration exposure of haul truck drivers at a surface coal mine / R. Wolfgang, R. Burgess-Limerick – DOI:[10.1016/j.apergo.2014.05.020](https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.05.020). – Текст: электронный // Applied Ergonomics. – 2014. – № 45(6): 1700–4. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/263355338> (дата обращения: 03.08.2023).

15. Smets M. P. Whole-body vibration experienced by haulage truck operators in surface mining operations: a comparison of various analysis methods utilized in the prediction of health risks / M. P. Smets, T. R. Eger, S. G. Grenier. – DOI:[10.1016/j.apergo.2010.01.002](https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.01.002). – Текст: электронный // Applied Ergonomics. – 2010. – № 41(6): 763–70. URL: <https://www.researchgate.net/publication/41577824> (дата обращения: 03.08.2023).

6. Охрана труда и безопасность движения на открытых горных разработках Латинской Америки

На Латинскую Америку приходится примерно 48 процентов мировых запасов меди, 50 процентов мировых запасов серебра, более 60 процентов мировых запасов лития, 20 процентов мировых запасов золота и неопределенный процент мировых запасов калия.

Объем добычи полезных ископаемых (млн т) составляет:

- железной руды в Бразилии 252;
- меди 5,8;
- цинка в Перу 1,2;
- марганца в Бразилии 1,2;
- свинца в Перу 0,25;
- молибдена в Чили 0,06;
- лития в Чили 0,02;
- серебра в Мексике 0,006;
- сурьмы в Боливии 0,003;
- вольфрама в Боливии 0,001;
- золота в Перу 0,0012.

Наиболее крупные карьеры по добыче полезных ископаемых открытым способом:

– карьер Эскондида по добыче меди в Антофагасте (Чили) – должен работать до 2078 года. В 2020 году было перевезено около 150 млн т горной массы и получено более 1 млн т меди;

– карьер Серро-Верде – расположен в Арекипе (Перу). Объем горной массы в 2020 году составил около 120 млн тонн и около 0,4 млн т меди. Ожидаемая дата закрытия карьера – 2051 год;

– карьер Serra Norte, расположенный в городе Пара (Бразилия) – является наиболее крупным предприятием по добыче железной руды. Объем горной массы в 2020 году составил 110 млн т и 107 млн т железной руды. Ожидается, что карьер будет работать до 2037 года;

– карьер Carajas Serra Sul S11D по добыче железной руды – расположен в Пара (Бразилия). Объем горной массы в 2020 году составил 83 млн т. Ожидается, что карьер будет работать до 2058 года;

– карьер Коллауаси – расположен в Тарапаке (Чили). В 2020 году производство меди составило 0,6 млн т, что соответствует объему горной массы более 100 млн т. Ожидается, что карьер будет работать до 2088 года;

– карьер MVC по добыче медной руды расположен в Качапоале (Чили). Объем горной массы в 2020 году составил 71 млн т и меди 25 тыс. т;

– карьер Буэнависта-дель-Кобре по добыче медной руды – расположен в Соноре (Мексика). Объем горной массы в 2020 году составил 70 млн т и меди около 0,5 млн т;

– карьер Радомиро Томик по добыче медной руды – расположен в Антофагасте (Чили). В 2020 году объем горной массы составил 61 млн т и около 0,3 млн т меди;

– карьер Cobre Panama Project – расположен в Колоне (Панама). Объем горной массы в 2020 году составил 60 млн т и 0,2 млн т меди. Предполагается, что карьер будет работать до 2055 года;

– карьер Лос-Пеламбрес по добыче медной руды – расположен в Эльки (Чили). Объем горной массы в 2020 году составил около 60 млн т и меди 0,4 млн т. Предполагается, что карьер будет работать до 2034 года.

Большие объемы транспортировки горной массы наблюдаются в процессе добычи цветных металлов.

Наибольшие объемы добычи золота наблюдаются в Мексике, Перу, Бразилии и Чили.

Наиболее крупные карьеры по добыче драгоценных металлов:

– Пенаскито, расположенный в Сакатекасе (Мексика) с объемом горной массы при добыче золота и серебра около 100 млн т в год;

– Эррадура, расположенный в Соноре (Мексика) с объемом горной массы около 40 млн т в год;

– Паракату, расположенный в штате Минас-Жерайс (Бразилия) с объемом горной массы более 50 млн т в год;

– Эскондида, расположенный в Антофагасте (Чили) с объемом горной массы 15 млн т в год;

– Янакоча, расположенный в Кахамарке (Перу) с объемом горной массы более 30 млн т в год;

– карьер Сан-Кристоваль по добыче серебра, свинца и цинка – расположен в Боливии. Объем горной массы превышает 4 млрд т в год;

– карьер Питаррилья, расположенный в штате Дуранго (Мексика) с объемом горной массы более 150 млн т в год и др.

Таким образом, континент по объему горной массы занимает лидирующее место в мире.

**Таблица 6.1. Количество смертельных случаев и их причины
на открытых горных разработках в Перу в период 2007–2012 гг. [1]**

Характерные типы смертельных случаев	Количество	Основные причины
Погрузка горной массы и транспортировка	50	Перегруз, неравномерное распределение груза в кузове
ДТП	17	Несоблюдение скоростного режима, превышение предельного значения продольного уклона, неровности, отказ тормозной системы и т. п.
Маневрирование колесной техники	21	Несоблюдение ПДД
Падение рабочих	26	Несоблюдение правил ТБ
Поражение током	14	Несоблюдение правил ТБ
Ремонтные работы	16	Несоблюдение правил ТБ
Прочие	30	Человеческая ошибка
Всего	174	
Среднее количество в год	29	

**Таблица 6.2. Количество смертельных случаев и их причины
на открытых горных разработках в Чили в период 2010–2019 гг.**

Характерные типы смертельных случаев	Количество	Основные причины
Погрузка горной массы и транспортировка	41	Перегруз, неравномерное распределение груза в кузове
ДТП	17	Несоблюдение скоростного режима, превышение предельного значения продольного уклона, неровности, отказ тормозной системы и т. п.
Маневрирование колесной техники	6	Несоблюдение ПДД
Падение рабочих	9	Несоблюдение правил ТБ
Поражение током	5	Несоблюдение правил ТБ
Ремонтные работы	4	Несоблюдение правил ТБ
Прочие	7	Человеческая ошибка
Всего	89	
Среднее количество в год	9	

**Таблица 6.3. Количество смертельных случаев и их причины
на открытых горных разработках в Аргентине в период 2019–2021 гг.**

Характерные типы смертельных случаев	Количество	Основные причины
Погрузка горной массы и транспортировка	1	Перегруз, неравномерное распределение груза в кузове
ДТП	1	Несоблюдение скоростного режима, превышение предельного значения продольного уклона, неровности, отказ тормозной системы и т. п.
Маневрирование колесной техники	-	Несоблюдение ПДД
Падение рабочих	1	Несоблюдение правил ТБ
Поражение током	1	Несоблюдение правил ТБ
Ремонтные работы	1	Несоблюдение правил ТБ
Прочие	2	Человеческая ошибка
Всего	7	
Среднее количество в год	2	

**Таблица 6.4. Количество смертельных случаев и их причины
на открытых горных разработках в Колумбии в 2005–2017 гг. [2]**

Характерные типы смертельных случаев	Количество	Основные причины
ДТП	2	Несоблюдение скоростного режима
Маневрирование колесной техники	3	Несоблюдение ПДД
Падение рабочих	46	Несоблюдение правил ТБ
Поражение током	7	Несоблюдение правил ТБ
Ремонтные работы	22	Несоблюдение правил ТБ
Прочие	15	Человеческая ошибка
Всего	95	
Среднее количество в год	7	

Помимо перечисленных причин, способствующих смерти человека, сообщается о недостаточной высоте грунтового ограждения вдоль дороги на отвал и на самом отвале, плохой освещенности, утомляемости и человеческой ошибке.

Кроме того, в ряде публикаций указывается влияние на несчастный случай со смертельным исходом таких факторов, как возраст и стаж работы, психоэмоциональное состояние и т. п.

Производственная нагрузка является ключевым фактором, влияющим на мотивацию работников в области безопасности, а знания о безопасности способствовали их соблюдению.

Утомление негативно влияет на показатели безопасности операторов мобильных машин, которые чаще ошибаются при выполнении производственных операций. При выполнении большого количества операций в течение смены отмечается необратимые деформации кистей рук, что вызывает усталость и снижение внимания в процессе работы.

Чередование рабочих смен сказывается на качестве сна, что также способствует снижению безопасного поведения операторов.

Факторы организационного влияния на небезопасное поведение работников в основном включают климат безопасности, культуру безопасности и общение. Внедрение организационной культуры, повышение внимания к безопасности, политики поощрения безопасности, а также обучения и подготовки по вопросам безопасности может эффективно улучшить безопасность производства и безопасное поведение работников.

С целью повышения безопасности на каждом предприятии открытых горных работ должны быть разработаны правила безопасного поведения сотрудников на предприятии и выполнения производственных процессов. Такая работа должна проводиться регулярно, в т. ч. с появлением на карьерах новой техники.

Персонал предприятия должен не только контролировать выполнение правил по безопасности, но и показывать пример их соблюдения [3].

За последние десятилетия горнодобывающая промышленность столкнулась со сложным сценарием своей работы. Повышение производительности в условиях снижения содержания руды, более глубоких залеганий полезного ископаемого, повышения прочности горной массы, увеличения коэффициента вскрыши, в сочетании с повышением социальных требований и требований к охране окружающей среды побуждают отрасль постоянно совершенствовать все составляющие конечной продукции. Решающую роль при этом играет инновационный подход, который должен способствовать решению проблем, связанных с повышением конкурентной способности продукции и безопасности.

Основное направление в рамках четвертой промышленной революции уделяется внедрению автоматизированного или дистанционно управляемого оборудования, а также передовых систем мониторинга для сбора и анализа больших объемов данных [4].

В настоящее время в мире происходит новая трансформация киберфизических систем и ряда новых технологических разработок, например, автоматизация, интернет вещей и аналитика, которая основана на передовой оцифровке производственных процессов и сочетании интернет-технологий, обеспечивающих связь между интеллектуальными датчиками, машинами и ИТ-системами по всей цепочке создания продукции. Внедрение этих киберфизических систем повышает производительность труда за счет автоматизации процессов производства и принятия решений, сокращения отходов, улучшения использования оборудования и снижения затрат на техническое обслуживание, а также повышает безопасность. Однако цифровая технология касается не только внедрения новых технологий, но также требует существенных организационных изменений, специальных знаний и опыта.

В настоящее время горнодобывающая промышленность в странах Латинской Америки развивается по следующим направлениям.

Автоматизация, робототехника и дистанционное управление.

Эти технологии получают широкое распространение на карьерах Латинской Америки (Чили, Перу и др. стран), Австралии, США, Канады и др. стран. В настоящее время в мире в автономном режиме работают свыше 500 карьерных самосвалов. Основным преимуществом такой технологии является повышение производительности за счет сокращения количества операторов, увеличения продолжительности работы, возможности управления процессом погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки на значительном расстоянии от места работ (в Австралии диспетчер контролирует работу погрузочно-разгрузочных машин и транспортировку горной массы на расстоянии до 1300 км) и повышения безопасности (в Чили за 10 лет эксплуатации автономных самосвалов не зарегистрировано ни одного инцидента с несчастным случаем).

Кроме того, сокращаются затраты на доставку рабочей силы (особенно при вахтовом методе) и на строительство инфраструктурных объектов.

Интернет вещей, интеллектуальные датчики / сбор данных в реальном времени.

Под интернетом вещей подразумевается сеть физических объектов, таких как датчики, оборудование, машины и другие источники данных. Затем элементы, подключенные к этой сети, могут взаимодействовать, обмениваться информацией и действовать координировано. Оборудование самосвалов датчиками позволяет обеспечить видимость в любой точке по периметру самосвала. Это особенно важно при управлении самосвалом оператором. Кроме того, раз-

работка интеллектуальных датчиков позволяет в режиме реального времени собирать данные с машин и оборудования в процессе эксплуатации. Эта генерация данных является основой для проведения интегрированного планирования и контроля с учетом различных подразделений в рамках операции и поддержки процесса принятия решений [4].

Обеспечение безопасности в зонах отсутствия видимости.

Значительное количество ДТП в карьерах связано с отсутствием видимости в зонах, непосредственно прилегающих к мобильному оборудованию (так называемые слепые зоны). Размер этих зон зависит от габаритов автомобилей и может достигать в некоторых зонах 50 м и более (если речь идет о человеке или небольшом транспортном средстве). Чаще всего такие ДТП возникают на площадках ограниченных размеров (погрузочно-разгрузочные работы, ремонтные мастерские и т.п), а также при смешанном составе транспортного потока (рисунок 6.1). Снижению видимости способствуют тяжелые условия труда в карьерах (загазованность, особенно в глубоких карьерах, запыленность, туманы, метели и другие погодные условия).



Рисунок 6.1. ДТП вследствие отсутствия видимости с правой стороны оператора

С целью обеспечения видимости в слепых зонах карьерных самосвалов в настоящее время используются лазерные датчики. Их действие основано на измерении времени излучения инфракрасных световых лучей к объекту и обратно к датчику.

Лазерные датчики отправляют несколько эхо-сигналов для преодоления ограничений, вызванных плохой погодой, ярким светом, пылью, дымом или туманом. Датчик автоматически отфильтровывает ненужные отражения, например, от капель воды или частиц пыли, и надежно идентифицирует фактические сигналы измерений. В результате исключается риск ложных срабатываний.

Датчики 2D-лидара сканируют в форме веера вокруг датчика, создавая плоскость, которую можно разделить на несколько зон обнаружения. Такие датчики, как правило, устанавливаются на автомобиле с четырех сторон с широким углом обзора и дальностью действия до 100 м и более. С помощью этих датчиков можно получать информацию о длине и ширине объекта.

Для контроля присутствия людей и малогабаритных транспортных средств в проблемных зонах нужно настраивать датчики на вертикальные зоны наблюдения. Контроль объектов в горизонтальной и вертикальной плоскостях можно осуществлять с помощью датчиков 3D-лидара.

Наиболее эффективными датчиками в условиях карьера признаны радары.

Радарные датчики работают по тому же принципу, что и лидар, но они излучают электромагнитные радиоволны вместо инфракрасного света. Радиоволны не подвержены влиянию условий окружающей среды так, как световые технологии, поэтому радарные датчики могут стать окончательным и сверхнадежным выбором для суровых условий и работы в темное время суток.

Ключевое отличие состоит в том, что лидар сканирует в двухмерной плоскости, а радар излучает свои радиоволны в форме конуса, который расширяется с расстоянием. Таким образом, радар менее подходит для обнаружения небольших объектов на большом расстоянии из-за большей длины волны, особенно на больших расстояниях. Такие датчики очень хорошо работают, например, для идентификации человека на расстоянии до 50 м, но не так хорошо для более мелких объектов. Однако радарная технология может сканировать более широкую среду на больших расстояниях, чем эквивалентный лидарный сканер, но с меньшей точностью.

Мероприятия по предотвращению столкновений.

В силу разных причин (техническая неисправность, нарушения ПДД, невнимательность оператора и т. п.) в карьерах имеют случаи столкновения (рисунок 6.2) самосвалов между собой, а также с другими типами транспортных средств. Ущерб от таких ДТП может достигать значительных размеров.



Рисунок 6.2. Столкновение карьерных самосвалов между собой

Для предупреждения столкновений в Испании разработали высокоточную систему TORSA, которая в Латинской Америке получил широкое распространение [5]. Система информирует оператора машины о типе, положении и расстоянии до различных транспортных средств, препятствий и людей вокруг с высокой точностью и четкостью (до 1 см). Система TORSA включает в себя технологию LIDAR 3D, которая способна анализировать окружающую среду с очень высоким уровнем точности и четкости. Благодаря слиянию технологий и точности анализа окружающей среды система адаптирует свои уровни безопасности в соответствии с ситуацией, в которой она находится (перевозка, погрузка, положительный уклон, высокая скорость и т. д.). Система предназначена для постоянной информации водителя транспортного средства, заблаговременно и прогнозно оценивает и предупреждает о потенциально опасных ситуациях.

Эта система обнаруживает препятствия, независимо от природы объекта, и способна обнаруживать людей, камни, фронты добычи, уступы или любые другие препятствия, которые могут таковыми считаться. Система предотвращения столкновения генерирует различные данные, которые могут быть использованы структурными подразделениями карьеров (например: список транспортных средств, которые создавали опасные ситуации или были неправильно расположены при загрузке, что позволяет определить тех операторов, которым, скорее всего, потребуется переподготовка; участки, на которых зафиксировано превышение скорости движения автомобилей; высота грунтовых ограждений и т. п.). Систему отличает отсутствие ложных сообщений.

Контроль равномерности загрузки самосвала.

Равномерность загрузки кузова самосвала является чрезвычайно важной характеристикой процесса добычи полезного ископаемого. Равномерная загрузка самосвала влияет не только на безопасность движения, но и на эксплуатационные затраты (износ узлов автомобиля, шин, расход горючего и т. п.).

В настоящее время контроль загрузки самосвала в большинстве случаев осуществляется визуально. Однако в условиях недостаточной видимости (погодные условия, недостаточная освещенность площадки для погрузки горной массы и т. п.) при загрузке могут быть допущены серьезные ошибки (рисунок 6.3).



Рисунок 6.3. Перегрузка передней оси самосвала

С целью повышения правильности загрузки в Канаде разработана информационная система связи экскаватора и самосвала.

Система помощи оператору экскаватора состоит из системы сбора данных для сбора показаний давления в стойках самосвала, беспроводной системы для передачи данных от самосвалов к экскаватору, алгоритма для определения центра тяжести полезной нагрузки, а также моделирования и предложения по рациональной укладке горной массы в кузов самосвала.

Схематическое изображение системы представлено на рисунке 6.4.

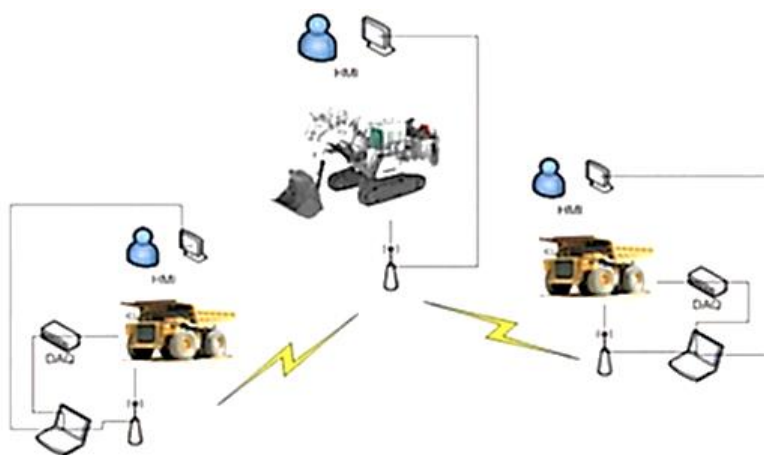


Рисунок 6.4. Схема связи самосвала и экскаватора

Предлагаемая система пригодна для самосвалов с различной конструкцией кузова и погружаемого материала.

В данном исследовании рассматривается только один тип кузова грузовика с двумя плоскими наклонными плоскостями внизу и вертикальными боковыми плоскостями. Тем не менее, существует множество различных типов кузовов грузовиков, в основном костюмов, изготовленных, в зависимости от типа материала, а также климата. Например, есть кузова с резиновым полом и тремя наклонными плоскостями пола, а не двумя и так далее. Несмотря на то, что в данном исследовании рассматривается только один тип кузова грузовика, подход и алгоритм могут быть применены ко всем типам кузовов грузовиков.

При установке системы давления в стойках системы должны соответствовать паспортным данным. Кроме того, рекомендуется уточнять угол естественного откоса горной массы. Неровности площадки в месте погрузки несущественно влияют на конечный результат [6].

Влияние усталости операторов самосвалов на безопасность движения [7].

Усталость операторов мобильных транспортных средств на открытых горных разработках может быть вызвана многочисленными факторами: недостаточная продолжительность и качество сна, плохое самочувствие, семейные проблемы и т.п. В конечном счете усталость сказывается на безопасности движения, производительности труда и других показателях.

С целью мониторинга усталости компания Caterpillar разработала систему предупреждения усталости, которая начинает распространяться в некоторых странах Латинской Америки (Чили и других). Система позволяет непрерывно отслеживать выражение глаз и лица с помощью комбинации датчиков и сигналов

тревоги и направлена на предотвращение несчастных случаев, вызванных усталостью. Технология DSS (Driver Safety Solution), использующая алгоритмы слежения за глазами для обнаружения сонливости и отвлечения внимания позволяет отслеживать и управлять предупреждениями в режиме реального времени. DSS использует камеру, установленную на консоли, для обнаружения состояния сонливости.

Дистанционный датчик на приборной панели наблюдает за глазами оператора во время движения. Кабины грузовиков оснащены инфракрасной лампой, свет которой невидим для человека, но позволяет камере видеть в темноте и через защитные очки водителя. Акселерометр и GPS-чип подтверждают, что в это время грузовик движется, а компьютер за сиденьем водителя обрабатывает данные. Система может сказать, есть ли начало «микросна». Это, когда утомленный человек теряет сознание на долю секунды или полминуты, прежде чем проснуться, и не осознавая, что такой микросон имел место.

Как только компьютерное программное обеспечение распознает микросон, оно может включить звуковую сигнализацию, а также в сиденье водителя встроен мотор, который вибрирует и пробуждает водителя. Диспетчеры также получают эту информацию, а персонал службы поддержки может просматривать видеопоток глаз водителя и получать данные о поведении. Проведенные исследования показали, что разработанная технология на 90% сократила количество инцидентов.

Преимущества DSS включают простоту использования, поскольку он не требует калибровки; водителю не нужно никакого специального оборудования, он просто беспрепятственно садится за руль. Система DSS работает, если оператор носит затемненные защитные очки или очки, отпускаемые по рецепту.

Меры по повышению уровня виброзащитности оператора мобильного оборудования.

В процессе погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки горной массы оператор мобильного оборудования испытывает действие вибрации на все тело как от отдельных узлов машины, так и от воздействия неровностей дороги. Кроме того, в момент погрузки горной массы оператор испытывает значительные виброускорения, получаемые от удара ковша экскаватора о кузов, особенно в начале погрузки.

Исследованиями, проведенными в нашей стране и за рубежом, было установлено, что воздействие вибрации на водителя не только повышает его утомляемость, но и при длительном воздействии вызывает так называемую вибрационную болезнь. Вибрационная болезнь проявляется в значительных изменениях вегетативной нервной и сосудистой систем, вызывает значительное расстройство

нервно-мышечного аппарата, центральной нервной системы, желудочно-кишечного тракта и т. п.

Для снижения вибронагруженности оператора мобильного оборудования в различных странах были разработаны конструктивные усовершенствования водительского кресла, пола кабины и самой кабины.

С этой целью были проведены исследования по определению типа и количества виброизоляторов/демпфирующих прокладок для интерфейса кузова самосвала/шасси, улучшению характеристик демпфирования и изоляции усовершенствованной системы дополнительной подвески транспортного средства, и намечены пути по дальнейшему усовершенствованию конструкции сиденья. Значительная работа была проведена по снижению ударной нагрузки от ковша экскаватора.

Каркас сиденья и конструкция были усилены таким образом, чтобы выровнять позвоночник и поддержать нижнюю и среднюю часть спины, тем самым обеспечить оптимальное положение центра тяжести (сиденье + оператор) вокруг тазобедренной области, а также введен дополнительный стабилизатор спины взамен проволочной сетки, что позволило создать более жесткую заднюю область, которая поддерживается по четырем точкам на краях добавленной пластины, снижает уровень вибрации.

Другое направление было ориентировано на сиденье оператора совместно с полом. В результате, добавление резинового изолятора между полом кабины и основанием сиденья позволило существенно снизить вибрационное воздействие, что дало возможность дополнительного снижения общего вертикального среднеквадратичного значения на 8,85%.

Кроме того, боковые изгибы сиденья были увеличены по контуру вокруг нижней части спины оператора, что позволило исключить боковые перемещения.

Результаты исследований показали, что уровень вибрации оператора самосвала в процессе загрузки был снижен на 50%, а в процессе перевозки достигнут предельный допустимый уровень $0,54 \text{ м/с}^2$ [8].

Автономная работа карьерных самосвалов.

Автономное движение карьерных самосвалов начинает получать широкое распространение в Чили, Перу и других странах Латинской Америки, особенно после разработки глобального стандарта безопасности ISO/NP 17757 «Землеройные машины. В стандарте изложены требования к технологии автоматизации и безопасности для автономного или полуавтономного движения самосвалов на открытых горных работах, инфраструктуру, аппаратное и программное обеспечение [9].

При внедрении роботизированных самосвалов могут найти применение три подхода:

- медленная реализация – такой подход является менее рискованным, но более дорогим, при котором реализация растянута на длительный период с возможностью поэтапного контроля, анализа и корректировки процесса;

- поэтапное внедрение со средним риском и средними затратами, при котором реализация осуществляется в два-три этапа – этот подход часто включает в себя сочетание проверенных на практике надежных и гибких решений;

- быстрое внедрение связано с большим риском, но менее затратно, при котором новый автономный автосамосвал полностью заменяет старый – этот подход часто предполагает внедрение отработанных коммерческих решений.

Для того, чтобы принять решение о соответствующем подходе к реализации автономных самосвалов в карьере, необходимо оценить, адекватна ли инфраструктура для этой новой технологии, если риски контролируются, и если заинтересованные стороны в этой автоматизации готовы к этому изменению.

Внедрение автономного мобильного оборудования начинается с определения зоны работы этого оборудования.

Зона для движения автономных самосвалов должна быть четко определена и ограничена, чтобы предотвратить несанкционированный доступ, который контролируется с помощью системы управления авторизацией.

Цель системы контроля доступа состоит в том, чтобы:

- не допускать людей в автономную зону;

- предотвратить выезд автономных грузовиков из зоны.

Системы контроля доступа должны быть подключены к центральной системе управления для защиты и предотвращения проникновения людей в зону, где работает автономный самосвал.

В случае необходимости присутствия людей в автономной зоне (аварийные работы, оползень откосов и др. случаи) в системе доступа в зону должны быть предусмотрены соответствующие индентификаторы для этих людей. Как только в автономной зоне появляется человек, включается звуковая сигнализация с одновременным оповещением диспетчера. Аналогичные действия совершаются и с транспортным средством или с другим типом мобильного оборудования, попадающим в автономную зону.

Индентификация постороннего мобильного оборудования в автономной зоне возможна при наличии о нем следующих данных:

- положение мобильного оборудования;

- скорость мобильного оборудования;

- минимальное и максимальное расстояния между посторонним мобильным оборудованием и автономным самосвалом;

- цель нахождения его в автономной зоне;
- продолжительность его нахождения в автономной зоне.

Получение таких данных возможно с помощью связи с GPS. Система управления предусматривает возникновения аварийных ситуаций и прерывает движение самосвала, когда другое оборудование входит в автономную зону.

Если местоположение автономного самосвала и постороннего мобильного оборудования полностью потеряно (потеря сигнала GPS), самосвал автоматически остановится, пока его местоположение не будет восстановлено. Если постороннее оборудование движется рядом с автономным самосвалом, система идентифицирует его местоположение, и, если оно окажется в опасной зоне самосвала, скорость самосвала снижается или самосвал останавливается.

Обеспечение эффективной работы автономного самосвала требует совершенствования инфраструктуры карьера.

Все геометрические элементы карьерных дорог должны обеспечить безопасное и эффективное движение автономного самосвала при расчетной скорости (видимость, особенно в проблемных зонах самосвала, тормозной путь с учетом погодных-климатических условий, состояние проезжей части, принятых продольных уклонов и др. показателей). Эффективность торможения должна измеряться с момента включения тормозной подсистемой машины, пока машина не остановится.

Расстояние видимости автономного самосвала можно вычислить, как расстояние, определяемое всеми датчиками восприятия автомобиля. Расстояние видимости должно быть равно или больше, чем расстояние до остановки автономного самосвала.

Максимальный продольный уклон дорог для автономных самосвалов должен определяться характеристиками тормозной системы автономного самосвала, погодными-климатическими условиями и состоянием проезжей части дорог. Кроме того, необходимо учитывать требования к вертикальной линии датчиков таким образом, чтобы вертикальный профиль дороги не квалифицировался как препятствие, а реальные препятствия не смогли быть обнаружены.

Радиус горизонтальных кривых должен обеспечивать движение автомобиля с расчетной скоростью и видимостью с учетом реальных условий (состояние проезжей части, поперечный уклон, отсутствие посторонних предметов на проезжей части). Поперечный уклон на вираже не рекомендуется превышать 4–5%. Ширина проезжей части должна соответствовать принятым стандартам в ведущих горнодобывающих странах.

При проектировании карьерных дорог для автономного движения большое значение имеет правильное сочетание вертикальных и горизонтальных кривых.

Не рекомендуется располагать горизонтальные кривые малого радиуса на вершине вертикальных кривых, т. к. датчики на самосвале могут неправильно идентифицировать (или совсем не улавливать) продольный уклон дороги. Продольный уклон дороги в месте пересечения не должен превышать 4%. Горизонтальные кривые рекомендуется приподнимать на 5–10% по отношению к предыдущему участку. Радиус горизонтальных кривых должен быть больше минимального значения.

Автономный грузовик должен всегда иметь возможность воспринимать всю окружающую среду перед ним на расстоянии не менее тормозного пути грузовика.

Список использованных источников

1. Poniewierski J. Guidelines and considerations for open pit designers / J. Poniewierski. – DOI:10.13140/RG.2.2.24925.46563. – Текст: электронный // Research. – 2018. – March. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/330495905> (дата обращения: 03.08.2023).

2. Gheorghe G. C. Injuries and fatalities in Colombian mining emergencies (2005–2018) / Gloria C. Gheorghe, A. J. Idrovo. – DOI: 10.47626/1679-4435-2022-799. – Текст: электронный // Pub-Med. – 2023. – № 20(4). – P.591-598. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37101435/> (дата обращения: 03.08.2023).

3. Influencing Factors, Formation Mechanism, and Pre-control Methods of Coal Miners' Unsafe Behavior: A Systematic Literature Review / L. Yang, X. Wang, J. Zhu, Z. Qin. – DOI:10.3389/fpubh.2022.792015. – Текст: электронный // Research. – 2022. – March. – 10:792015. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/359058023> (дата обращения: 03.08.2023).

4. Промышленный интернет вещей в России. Обзор TAdviser 2022. – Текст: электронный // TAdviser: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения: 03.08.2023).

5. Sánchez F. Innovación en la minería: tendencias Tecnológicas y un estudio de caso de los desafíos de la minería innovadora Disruptiva / F. Sánchez, P. Hartlib. – Текст: непосредственный // metalurgia y exploración geológica. – 2020. – Vol. 37. – P. 1385–1399.

6. Chamanara A. Enhancing mine haul truck KPIs via payload balance / A. Chamanara. – Текст: электронный // ERA. – 2013. – URL: <https://era.library.ualberta.ca/items/76d36fb0-bd6d-40ca-b7db-0573206379f3> (дата обращения: 03.08.2023).

7. Owano N. Caterpillar will install no-doze system for mining trucks / N. Owano. – Текст: электронный // phys.org: [сайт]. – 2023. – URL:

<https://phys.org/news/2013-05-caterpillar-no-doze-trucks.html> (дата обращения: 03.08.2023).

8. Frimpong S. Safety and health engineering solutions to HISLO vibrations in surface mining / S. Frimpong. – Текст: непосредственный // *Material Science & Engineering International Journal*. – 2018.

9. Benlaajili S. Infrastructural requirements for the implementation of autonomous trucks in openpit mines // S. Benlaajili, F. Moutaouakkil, A. Chebak. – Текст: электронный // *VIth International Innovative Mining Symposium: E3S Web of Conferences* 315, 03009 (2021). – URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131503009> (дата обращения: 03.08.2023).

7. Охрана труда и безопасность движения на открытых горных разработках в странах Африки

Африка является крупным производителем многих основных полезных ископаемых с большими запасами металлов и полезных ископаемых, таких как золото, алмазы, кобальт, бокситы, железная руда, уголь и медь по всему континенту. Ведущее место в горнодобывающей промышленности занимают Демократическая Республика Конго (ДРК), Южная Африка, Намибия и Зимбабве.

Добыча драгоценных металлов составляет:

- платины 150 т;
- палладия 100 т;
- золота 680 т;

Добыча металлов составляет:

- меди около 2 млн т;
- никеля более 100 тыс. т;
- бокситов 90 млн т;
- марганца 10 млн т;
- кобальта более 100 тыс. т;
- лития более 1 тыс. т.

Добыча алмазов составляет 66 млн каратов. Добыча угля составляет около 300 млн т.

Объем транспортировки горной массы составляет при добыче открытым способом [1]:

- алмазов 165 млн т;
- золота 1,2 млрд т;
- бокситов 600 млн т;
- меди 310 млн т;
- марганца 200 млн т;
- угля 6 млрд т.

С учетом добычи других полезных ископаемых объем перевозок горной массы составит около 10 млрд т.

По ориентировочным данным в странах Африки на предприятиях открытых горных разработок работают более 5000 самосвалов различной грузоподъемностью от 30 до 360 т. Наибольшее распространение получили самосвалы Caterpillar, Komatsu, БелАЗ и другие.

Ниже приведен обзор охраны труда и здоровья в ряде стран Африки.

Южно-Африканская республика

Нормативно-правовая база безопасности и охраны здоровья в горнодобывающей промышленности большинства стран Африки основана на ключевых документах международной организации труда (МОТ) при ООН [1].

В соответствии с основными документами МОТ, нормативно-правовая база ЮАР в области охраны труда и здоровья базируется на:

- законе о гигиене труда и технике безопасности (OHSА) – является ведущим законодательством в области безопасности и гигиены труда;
- законе о разработке минеральных и нефтяных ресурсов (Закон № 28 от 2002 г.);
- законе о безопасности и здоровье в шахтах (карьерах) № 29 1996 г. (MHSA);
- законе о квалификационном управлении Южной Африки (SAQA) № 58 от 1995 г;
- конвенции о безопасности и гигиене труда в шахтах 2018.

Основная цель OHSА состоит в том, чтобы обеспечить здоровье и безопасность людей, занятых непосредственно в производственном процессе, а также безопасность и здоровье окружающего персонала. Кроме того, этот закон учреждает консультативный совет по охране труда и технике безопасности, который призван решать все вопросы, связанные с безопасностью труда и охраной здоровья [2].

В основе работы MHSA лежат три основополагающих принципа:

- работодатель обязан защищать здоровье и безопасность сотрудников, подвергшихся воздействию опасностям и рискам для здоровья и безопасности на рабочем месте;
- государство обязано и несет ответственность за санитарно-гигиенические условия на рабочих местах на шахте (карьере);
- работники имеют право отказаться от работы, если окружающая среда может представлять опасность для их здоровья.

Цели MHSA:

- воспитывать культуру здоровья и безопасности на рабочем месте;
- содействовать обучению в области охраны труда и техники безопасности в горнодобывающей промышленности;
- соблюдение мер безопасности и охраны здоровья;
- требование от работодателей и работников выявления опасностей и их устранения, контроля или сведения к минимуму рисков для здоровья и безопасности.

Для обеспечения эффективного регулирования здравоохранения и безопасности со стороны государства созданы следующие структурные подразделения:

- шахтная инспекция по охране труда и технике безопасности;
- совет (MHSC) и горный квалификационный орган – создан для обеспечения согласованной работы правительства, бизнеса и труда. Его мандат включает:
 - консультирование министра минеральных ресурсов по вопросам охраны труда;
 - рассмотрение и разработка законодательства, рекомендации министру в части охраны труда и техники безопасности;
 - поддерживать связь с другими организациями в области охраны труда и надзором за исследованиями в области охраны труда.

Горный квалификационный орган предназначен для разработки и регулирования нормативно-правовых вопросов в сфере добычи полезных ископаемых.

Работодатель обязан:

- определить риски;
- определить опасности и связанными с ними задачи;
- оценить вероятность реализации каждой опасности;
- оценить потенциальную опасность, которая может причинить вред людям, имуществу или более широкому кругу лиц;
- создать комиссию, в составе которой должны быть представители охраны труда и техники безопасности.

Работник имеет право:

- участвовать в работе комиссии по расследованию несчастных случаев;
- сообщать о рисках на рабочем месте;
- предлагать меры по предупреждению несчастных случаев.

Для повышения эффективности работы в области охраны труда и здоровья был создан Учебный центр по безопасности и гигиене труда в горнодобывающей промышленности (MOSH).

Основные вопросы, которые должен решать MOSH:

- объективное исследование имеющихся передовых практик;
- намечать меры по устранению рисков, связанных с пылью, шумом, мобильным транспортом и ремонтом оборудования;
- составлять план мероприятий по внедрению намеченных работ;
- обучение, техническая поддержка и финансовые ресурсы.

Несмотря на совершенствование нормативно-правовой базы в сфере регулирования безопасности на открытых горных разработках республики и принятые меры по реализации, смертельные случаи и травмы в несколько раз превышают европейские показатели [3].

По различным источникам смертельные случаи в период 2014–2020 гг. в среднем составляют 76 человек, а травмы – 2316, включая подземные и открытые работы.

На рисунке 7.1 приведено распределение травм по типу оборудования. Среди прочих причин значительное количество травм (более 15%) связано с мобильным оборудованием в период погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки горной массы.



Рисунок 7.1. Распределение травм на открытых горных разработках ЮАР в 2020 г.

На рисунке 7.2 приведено распределение количества смертельных случаев на предприятиях открытых горных разработок.



Рисунок 7.2. Распределение смертельных случаев на открытых горных разработках в ЮАР 2020 г.

Количество смертельных случаев, связанных с мобильным оборудованием, также составляет более 15%. Отчасти это объясняется неудовлетворительными дорожными условиями.

С целью повышения безопасности труда и охраны здоровья в горнодобывающей отрасли страны предусматривается [4]:

- разработка простых и конкретных инструкций с учетом специфики производства по процедурам и обращению с оборудованием;
- обучение безопасным приемам при выполнении работ;
- выявление факторов риска и способов их предотвращения;
- обязательное использование ограждений машин, масок, перчаток и других средств защиты при работе или обращении с оборудованием;
- тренировки по ликвидации возможных чрезвычайных ситуаций;
- обучение при использовании современных средств индивидуальной защиты (СИЗ), таких как шлемы, защитные очки, респираторы, лицевые щитки, беруши и т. д. во время работы;
- надлежащий уход, техническое обслуживание и утилизация СИЗ.

Правительство Южной Африки учредило Инспекцию по охране труда и технике безопасности на шахтах в соответствии с Законом № 29 от 1996 года об охране здоровья и безопасности шахт (с поправками). Основными целями этого закона были: защита здоровья и безопасности работников шахты путем обеспечения ответственности владельца за проведение обучения по охране труда и технике безопасности; выявление опасных факторов, их расследование и устранение; контроль и минимизация риска для сотрудников; наем гигиенистов; оказание медицинской помощи и т. д.

Благодаря постановлениям Закона о здоровье и безопасности на шахтах и созданию Инспекции по охране труда и технике безопасности на шахтах в деятельности горнодобывающей промышленности Южной Африки наблюдалось улучшение при разработке угольных и платиновых месторождений.

Однако уровень смертности остается высоким при разработке месторождений золота и других полезных ископаемых. Это потребовало улучшения предотвращения профессиональных рисков и привлечения большего количества ресурсов для решения этой проблемы. В 1997 году были созданы постоянные комитеты Шахтного здравоохранения и Государственного совета, в обязанности которых входило консультирование министра минеральных ресурсов по вопросам здоровья и безопасности горных работ, координация деятельности комитетов и посредничество с Горно-квалификационным органом, в состав которого входят государственные работодатели, а также организации горнодобывающей отрасли.

Результаты исследований [5] показали, что из-за характера операций в горнодобывающей промышленности в Южной Африке обычные нарушения являются основными небезопасными действиями, ведущими к несчастным случаям, хотя другие небезопасные действия также имеют большое значение. Физическая среда является наиболее распространенным фактором на рабочем месте, а также лидерским и системным фактором, определяемым в большинстве несчастных случаев. Некоторые факторы на рабочем месте чаще связаны с конкретными опасными действиями, чем другие, а некоторые системные факторы чаще связаны с одними факторами на рабочем месте, чем с другими. Это исследование показывает, что причины несчастных случаев сложны, и при расследовании несчастных случаев необходимо учитывать несколько факторов.

Список использованных источников

1. International Labour Organization [https: официальный сайт](https://www.ilo.org). – 2023. – URL: <https://www.ilo.org> (дата обращения: 03.08.2023). – Текст: электронный.
2. ILO code of practice Safety and health in opencast mines. International labour office. Geneva Second (revised) edition. 2018.
3. Mine Health and Safety Inspectorate. Annual report 2020/2021. – Текст: электронный // Mineral Resources and Energy Department: republic of south Africa: [сайт]. – 2023. – URL: https://static.pmg.org.za/MHSI_Annual_Report_2020–2021.pdf (дата обращения: 03.08.2023).
4. Livhuwani M. Strategies to Enhance Compliance to Health and Safety Protocols within the South African Mining Environment / M. Livhuwani, M. M. Tebogo, N. M. Rambelani. – DOI:10.5772/intechopen.100264. – Текст: электронный // Research. – 2022. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/363132171> (дата обращения: 03.08.2023).
5. A systemic study of mining accident causality: an analysis of 91 mining accidents from a platinum mine in South Africa / J. Bonsu I, W. van Dyk II, J. P. Franzidis I [и др.]. – Текст: непосредственный // Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. – 2017. – Vol 117, № 1.
6. Transfer Pricing in Mining with a Focus on Africa 2017 / S. Guj, S. Martin, A. Readhead [et al.]. – Текст: электронный // Open Knowledge Repository: [сайт]. – 2023. – URL: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/7dccc128-79ad-5fd3-84f4-9380e083ca1e> (дата обращения: 03.08.2023).

Замбия

Основным законом, регулирующим горнодобывающий сектор в Замбии, является Закон № 11 от 2015 года о разработке месторождений полезных ископаемых (ММДА), включающим: права, лицензии, права на крупномасштабную добычу полезных ископаемых, добычу драгоценных камней, здоровье и безопасность, охрану окружающей среды и геологические услуги, лицензионные платежи и сборы.

В соответствии с законом горнодобывающая промышленность Замбии находится в ведении Министерства горнодобывающей промышленности и разработки полезных ископаемых.

Министерство горнодобывающей промышленности и разработки полезных ископаемых осуществляет надзор в отношении работы подведомственных предприятий, включающий:

- осмотр района добычи полезных ископаемых, помещений или выработок;
- ознакомление с данными геологической разведки, добыче, переработке полезных ископаемых;
- проверку соблюдения основных положений Министерства, в т. ч. в области охраны труда и здоровья;
- установление недостатков, препятствующих нормальной работе предприятий, в т. ч. в области охраны труда и здоровья, а также охраны окружающей среды;
- применение административных и других мер по устранению нарушений;
- проверку почвы или образцов горных пород, рудных концентратов, хвостов, полезных ископаемых, а также воздуха на предмет их соответствия нормативным значениям;
- проверку документации ведения горных работ на соответствие проекту;
- проверку правильности расследования несчастных случаев и принимаемых мер.

Кроме этого Закона действует Закон о гигиене и безопасности труда № 36 от 2010 г. и «Руководство по правилам добычи полезных ископаемых».

В соответствии с законом № 36:

- работодатель должен обеспечить нормативное состояние воздушной среды на рабочем месте, освещение, необходимыми средствами техники безопасности и пожарной безопасности, а также принять меры к оказанию необходимой медицинской помощи;
- работа, которая предоставлена рабочему, должна быть безопасной и не причинять вред здоровью;
- должен быть осуществлен контроль за безопасным ведением горных работ и состоянием техники безопасности и пожарной безопасности;

– работодатель обязан расследовать несчастные случаи и акты направлять в государственные органы;

– предусмотреть создание института охраны труда и техники безопасности, в функции которого входит организация мониторинга за безопасным ведением горных работ и охраной здоровья;

– работник обязан проявлять заботу о собственном здоровье и сообщать о недостатках в организации безопасности рабочего места.

Система управления охраной труда и промышленной безопасностью (OHSMS) в Замбии представляет собой структуру, которая позволяет организации и отраслям последовательно идентифицировать и контролировать свои риски для здоровья и безопасности, снижать вероятность инцидентов, помогать добиваться соблюдения законодательства в области безопасности и постоянно улучшать свои показатели.

Внедрение OHSMS позволяет:

– гарантировать более безопасное рабочее место;

– оптимизировать затраты на охрану труда и здоровья;

– обеспечить участие сотрудников в идентификации, предотвращении опасностей и контроль над ними, а также в разработке программ по совершенствованию работы в области охраны труда и здоровья.

Система OHSMS адаптирована с международным стандартом ISO45001.

Несмотря на принятые законы и другие меры по повышению безопасности в горнодобывающей промышленности, уровень соблюдения требований охраны труда и техники безопасности в Замбии остается чрезвычайно низким.

По данным ООН, в 2016 г. в Замбии незнание существующих законов в области безопасности и охраны труда среди работодателей и работников было определено одной из основных причин низкого уровня соблюдения требований, что способствовало большому количеству несчастных случаев и отсутствию мер безопасности на рабочем месте. Кроме того, большинство работодателей рассматривают охрану труда и обеспечение безопасности как затраты, а не инвестиции.

С целью популяризации основных законов и правил в горнодобывающей промышленности Замбии на предприятиях организовано обучение по охране труда и технике безопасности. Внедрение учебных и образовательных программ в Замбии находится в начальной стадии.

Отрывочные данные о несчастных случаях показывают, что в период 2011–2015 гг. на открытых и подземных работах в среднем было зафиксировано 17 смертельных случаев и 183 травм [3].

Основными причинами, отрицательно влияющими на безопасность в горнодобывающей промышленности страны, по мнению различных специалистов, являются [4]:

- недостаточная ровность проезжей части автомобильных дорог и отсутствие условий движения автомобилей и погрузочной техники в местах загрузки и разгрузки;

- повышенная усталость и низкая мотивация операторов мобильного оборудования;

- недостаточная квалификация операторов мобильного оборудования;

- недостаточная вентиляция и освещение при выполнении подземных работ;

- отсутствие современных средств индивидуальной защиты.

Основные сведения о несчастных случаях в горнодобывающей промышленности изложены в [1,2] и приведены на рисунках 7.3 и 7.4.

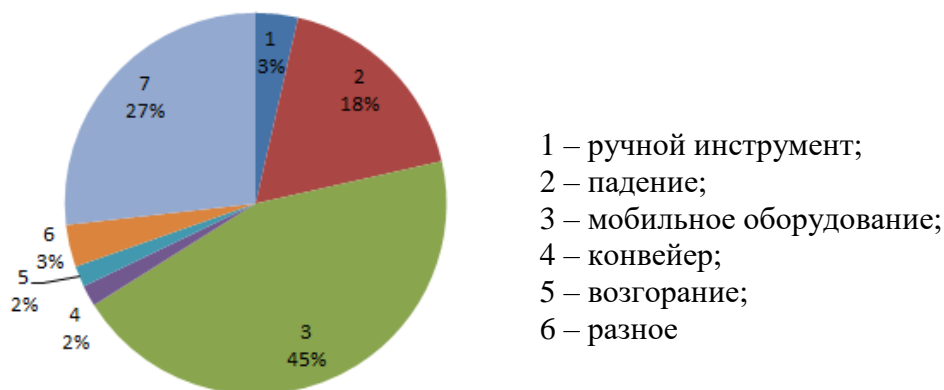


Рисунок 7.3. Распределение количества смертельных случаев в период 2003–2007 гг.

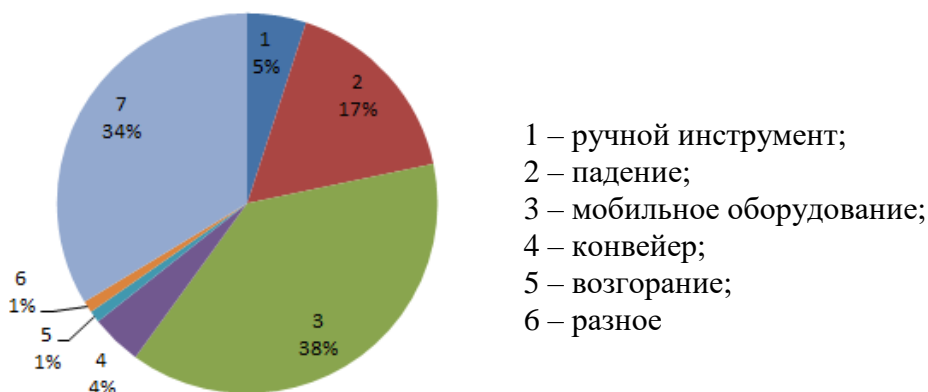


Рисунок 7.4. Распределение количества травм на открытой добыче медной руды в период 2003–2007 гг.

Список использованных источников

1. Zambia country profile on occupational safety and health 2012 Country Office for Zambia, Malawi and Mozambique in Lusaka. – Текст: электронный // ILO: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.ilo.org/safework/countries/africa/zambia/lang--en/index.htm> (дата обращения: 03.08.20230).

2. Michelo P. Occupational injuries and fatalities in copper mining in Zambia / P. Michelo, M. Bratveit, B. Moen. – DOI:10.1093/ocmed/kqp009. – Текст: электронный // Pub-Med. – 2009. – № 59(3): 191–4. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/24201531> (дата обращения: 03.08.2023).

3. National Study on Recording and notification of Occupational Accidents and Diseases in Zambia. ILO Country Office for Zambia, Malawi and Mozambique in Lusaka. – Текст: электронный // ILO: [сайт]. – 2023. – URL: https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/resources-library/publications/WCMS_208202/lang--en/index.htm (дата обращения: 03.08.2023).

4. Galatia D. The cause of numerous equipment accidents in open pits: the case of the X Mining company / Текст: непосредственный // International Journal of Science and Research (IJSR). – 2021. – Vol. 10, issue 2.

5. Sikana C. Examination of occupational health and safety systems in selected mining companies on the copperbelt province of Zambia / C. Sikana. – The university of Zambia, 2020. – Текст: электронный. – URL: <https://dspace.unza.zm/items/39597403-aebb-4ede-979f-2cf299a23dec> (дата обращения: 03.08.2023).

Гана

Основными законодательными актами, регулирующими добычу полезных ископаемых, являются:

- конституция Ганы 1992 г.;
- закон о полезных ископаемых и добыче полезных ископаемых 2006 г. (№ 703);
- Закон о Комиссии по полезным ископаемым 1993 г. (№ 450);
- положение о полезных ископаемых и добыче полезных ископаемых в части охраны здоровья и обеспечения безопасности 2012 г.

Положение регулирует транспортировку, хранение, владение, производство и использование взрывчатых веществ для добычи полезных ископаемых.

Кроме того, закон о труде 2003 г. и его подзаконные акты, а также закон об охране окружающей среды 1992 г. и его подзаконные акты содержат общие положения об охране здоровья и безопасности, которые применимы к горнодобывающей промышленности.

Меры по охране труда и технике безопасности включают в себя:

- положения по обеспечению стандартов здоровья и безопасности для добычи всех полезных ископаемых в стране;
- оценку рисков для выявления различных инцидентов;
- принятие мер по предотвращению опасных инцидентов и обеспечению эффективного контроля;
- обучение и переподготовку сотрудников по вопросам безопасности и охраны труда;
- соблюдение стандартов охраны труда и техники безопасности;
- участие всех сотрудников в решении вопросов по повышению охраны труда и техники безопасности;
- недопущение использования детского труда к горным работам;
- проведение образовательной кампании на всех предприятиях горных разработок страны.

С целью установления причин несчастных случаев в горнодобывающей промышленности страны был проведен анализ несчастных случаев по данным в период 2008–2017 гг.

В Гане по закону отчеты о происшествиях на добыче полезных ископаемых должны представляться в Инспекционный отдел Комиссии по полезным ископаемым. Однако получить полноценный доступ о несчастных случаях в горнодобывающей отрасли практически невозможно. Тем не менее, по имеющимся отрывочным данным можно составить представление о состоянии производственного травматизма в исследуемой сфере [1]. На рисунке 7.5 приведено распределение смертельных случаев в горнодобывающей промышленности Ганы в период 2004–2015 гг., а на рисунке 7.6 распределение травм в этот период.

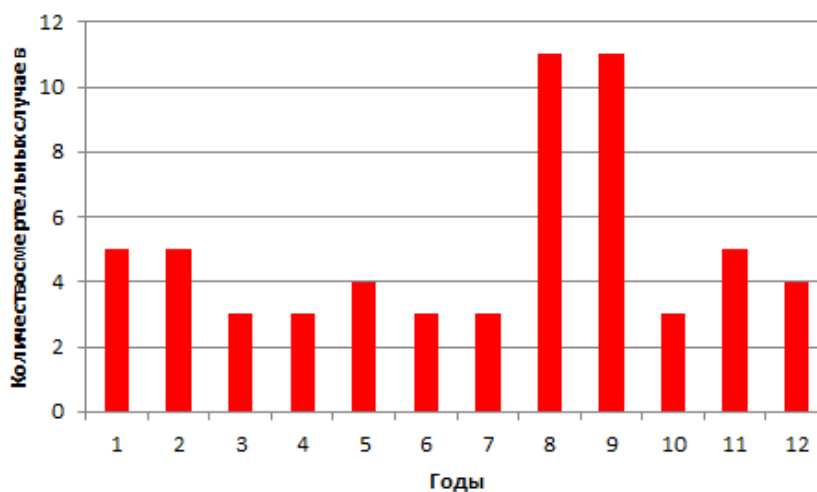


Рисунок 7.5. Распределение смертельных случаев в горнодобывающей промышленности в период 2004–2015 гг. (представительная выборка)

Примечание: числа 1–12 соответствуют периоду времени 2004–2015 гг.

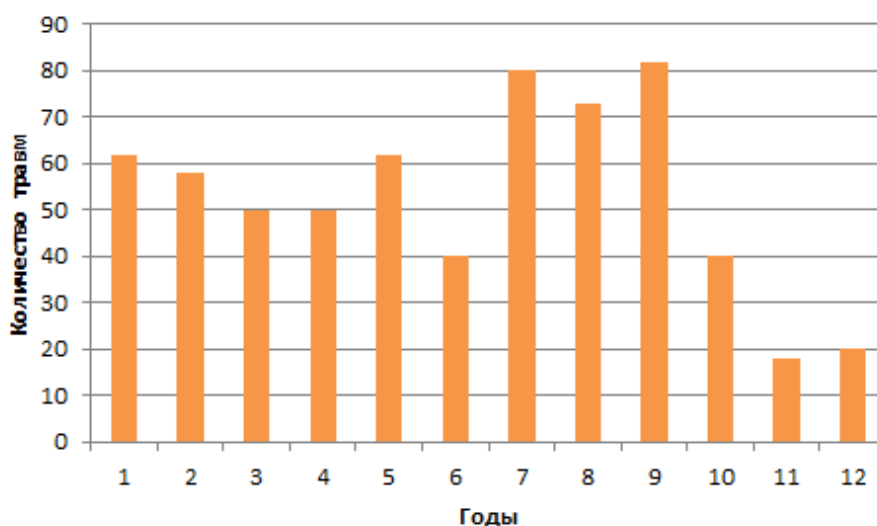


Рисунок 7.6. Распределение количества травм в горнодобывающей промышленности в период 2004–2015 гг. (представительная выборка)

Примечание: числа 1–12 соответствуют периоду времени 2004–2015 гг.

В процессе анализа принималось во внимание: возраст, опыт работы, вид занятости и должность пострадавшего, а также время инцидента и день недели, пораженная часть тела и механизм травмы.

Анализ показал, что на открытых горных разработках количество смертельных случаев составило 15% и 85% травм.

По специальности на открытых горных работах подразделяются пострадавшие:

- механики – 22,5%;
- сварщики – 10,6%;
- операторы самосвалов – 18,3%.

Перечисленные специальности составляют более половины всех травмированных на открытых работах.

Инциденты на открытых горных работах в большинстве случаев были:

- при техническом обслуживании и ремонте машин и оборудования – 19,7%;
- при эксплуатации мобильного оборудования – 16,9%;
- уборке и очистке производственных зон – 10,6%;
- подъеме и спуску оборудования вручную – 7,7%;
- управлении вспомогательным транспортом – 7,7%.

В подавляющем большинстве случаев (96%) травмирование связано с горнодобывающим оборудованием.

На рисунке 7.7 приведено распределение травм на открытых горных работах, в зависимости от типа оборудования.

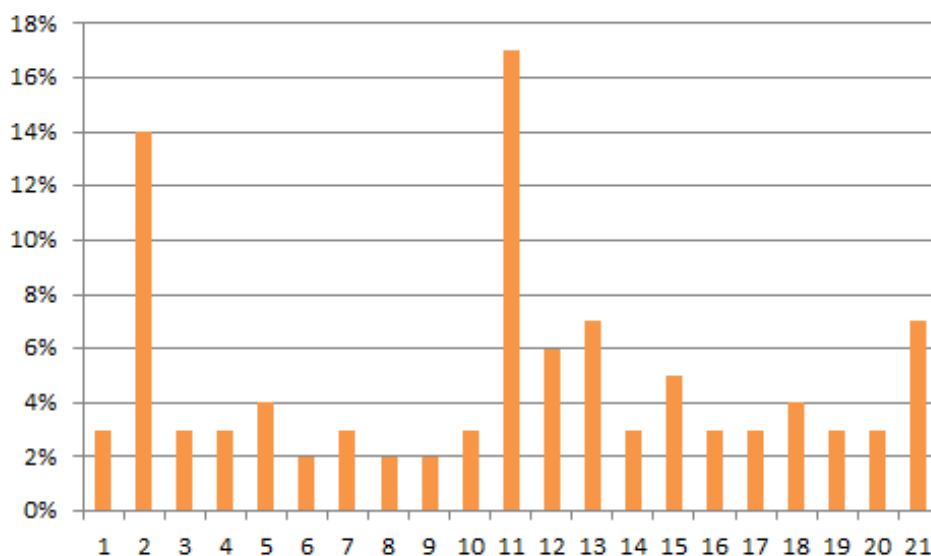


Рисунок 7.7. Распределение травм, в зависимости от типа оборудования

Примечание: 1 – ленточный конвейер; 2 – дробилки; 3 – мобильный кран;
 4 – колесный бульдозер; 5 – буровой станок; 6 – подъемник; 7 – экскаватор;
 8 – вилочный погрузчик; 9 – фронтальный погрузчик на пневмоходу; 10 – грейдер;
 11 – самосвалы; 12 – легкие грузовые автомобили; 13 – механический ручной инструмент;
 14 – стационарная установка; 15 – различное ручное оборудование; 16 – трубопровод;
 17 – портативный электроинструмент; 18 – насос; 19 – сварочное оборудование;
 20 – колеса автомобилей; 21 – разное

Смертельные случаи в общей статистике несчастных случаев на открытых горных работах составляют 13%.

Основные виды повреждений в результате несчастного случая на открытых горных работах составляют от общего количества повреждений:

- ожоги – 10%;
- переломы – 18%;
- множественные травмы – 15%;
- рваные раны – 23%;
- травматическая ампутация – 5%.

Наиболее подвержены травмам:

- большой палец руки – 30%;
- множественные ранения – 16%.

Наиболее распространенным видом несчастного случая является:

- удары о металлические предметы – 25%;
- сжатие движущимся оборудованием к стационару – 9%;
- повреждение автомобилем, который начал самопроизвольное движение – 7%.

По мнению ряда специалистов, для повышения производственной безопасности в горнодобывающей промышленности (а также в других отраслях) необходимо осуществить структурную перестройку в области охраны труда, в т. ч [2]:

– В области национальной политики. Политика должна быть направлена на решение вопросов безопасности и охраны здоровья во всех проектах и операциях, начиная с этапа проектирования и заканчивая закупками, строительством, эксплуатацией и выводом из эксплуатации. Цель этой политики должна заключаться в том, чтобы в первую очередь защитить работника от травм и профессиональных заболеваний, а также обеспечить внедрение стандартов для предотвращения ущерба имуществу в результате несчастных случаев. Для достижения этой цели необходимо объединить все разрозненные подразделения в области охраны труда в один орган, наделенный полномочиями и ресурсами. Такой орган должен иметь статус государственной организации.

– В области организации. Для эффективной работы этого органа должны быть привлечены все организации, имеющие опыт работы в этой области, а также Национальная комиссия по средствам массовой информации и связанные с ней сотрудники частных и государственных средств массовой информации. Лица, осуществляющие мониторинг в области охраны труда, должны иметь лицензию на осуществление этой деятельности. Регулярно обновлять нормативные документы в области охраны труда и техники безопасности.

– В области планирования и реализации. Паспорт этого органа должен содержать: цели и задачи в области охраны труда и здоровья в различных отраслях экономики, конкретные направления работ и сроки их выполнения, представление отчетной документации о несчастных случаях, разработку нормативных документов.

– В области мониторинга. Внедрение разработанных нормативных документов и разработка рекомендаций по предотвращению несчастных случаев.

– В области реализации мероприятий. Со стороны государства должен быть установлен контроль квалифицированными специалистами с применением современных приборов и оборудования в соответствии со стандартами.

Список использованных источников

1. Stemn E. Analysis of Injuries in the Ghanaian Mining Industry and Priority Areas for Research / E. Stemn. – Текст: непосредственный // Safety and Health at Work. – 2019. – Vol. 10, Issue 2. – P.151–165.

2. Annan J. S. Occupational and industrial safety and health in Ghana / J. S. Annan. – Текст: электронный // Ghana Web: [сайт]. – 2023. – URL: <http://www.ghanaweb.com/GhanaHomePage/NewsArchive/artikel.php?ID=197916>. (дата обращения: 03.08.2023).

Намибия

Основными документами, регулирующими вопросы безопасности и охраны труда в горнодобывающей отрасли, являются:

- Закон о труде № 11 от 2007 г.;
- международная Конвенция о безопасности и гигиене труда в шахтах 1995 г. № 176;
- свод правил по безопасности и гигиене труда на карьерах 1995 г.;
- рекомендации по безопасности и гигиене труда в шахтах 1995 г.

Основной объем добычи полезных ископаемых связан с разработкой месторождений золота и урана.

Распределение смертельных случаев и травм в горнодобывающей промышленности в период 1981–2002 гг. приведено на рисунках 7.8 и 7.9.

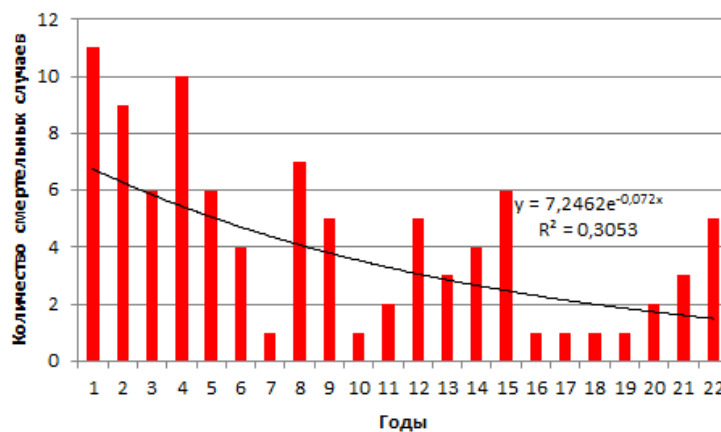


Рисунок 7.8. Распределение количества смертельных случаев в горнодобывающей промышленности страны в период 1981–2002 гг.
Примечание: числа 1–21 соответствуют периоду времени 1981–2002 гг.

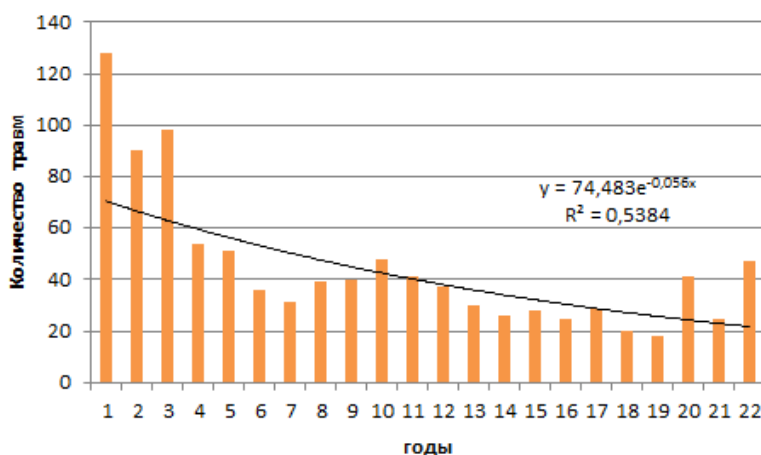


Рисунок 7.9. Распределение количества травм в горнодобывающей промышленности страны в период 1981–2002 гг.
Примечание: числа 1–21 соответствуют периоду времени 1981–2002 гг.

Из рисунков 7.8 и 7.9 видно, что наблюдается неуклонное снижение травм и смертельных случаев в горнодобывающей промышленности страны.

Результаты исследований показали, что причиной несчастных случаев являются не отдельные человеческие ошибки и нарушения, а системные факторы [1].

Характерной особенностью работы в горнодобывающей промышленности страны является проявление небрежного отношения к правилам безопасного ведения горных работ и технике безопасности. Например, эксплуатация оборудования без надлежащего разрешения, несоблюдение безопасных рабочих процедур, незакрепление защитного снаряжения при работе на высоте, непристегнутый ремень в самосвалах, не установлены колодки под колеса автомобилей во время стоянки на дорогах с уклоном, и т. п. [2].

Основные требования для обеспечения безопасности в горнодобывающей промышленности:

- должна быть разработана система, основанная на оценке риска, для обеспечения эффективного контроля и безопасного выполнения работ;
- должна быть разработана система, гарантирующая профессиональную подготовку и оснащённость сотрудников для выполнения своих обязанностей;
- работа должна выполняться в соответствии с утвержденными безопасными рабочими процедурами, которые проверены на практике и сертифицированы;
- выполнение работ, требующих технической сертификации, должно осуществляться работниками, имеющими соответствующую лицензию;
- регулярно должен проводиться аудит по проверке профессиональной подготовки и оснащённости средствами индивидуальной защиты, безопасному выполнению производственных операций.

Список использованных источников

1. Bonsu J. A systemic study of mining accident causality: an analysis of 91 mining accidents from a platinum mine in South Africa / J. Bonsu. – Текст: электронный / Journal of the South African Institute of Mining. – 2017. – Vol. 117, №.1. – P. 59–66. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/314652238> (дата обращения: 03.08.2023).

2. Mines strive for zero fatalities. – Текст: электронный // The New Era: [сайт]. – 2023. – URL: <https://neweralive.na/posts/mines-strive-fatalities> (дата обращения: 03.08.2023).

Ботсвана

Охрана труда и техника безопасности в Ботсване регулируются следующими законодательными актами:

- закон о фабриках;
- закон об агрохимикатах;
- закон о шахтах, карьерах и машинном оборудовании;
- закон о радиационной защите;
- закон о занятости;
- закон о компенсации работникам.

Эти законы обеспечивают безопасность, здоровье и благополучие лиц, работающих на фабриках и в других местах, регистрацию и лицензирование агрохимикатов, контроль или регулирование их ввоза, производства, распределения, использования и утилизации с целью предотвращения загрязнения окружающей среды или нанесения вреда людям, растениям или животным, безопасность, здоровье и благополучие лиц, занимающихся разведкой, добычей полезных ископаемых и разработкой карьеров, включая любые работы, которые являются частью и вспомогательными работами по добыче полезных ископаемых и разработке карьеров, компенсацию работникам за травмы или профессиональные заболевания, полученные в ходе их работы, или за смерть в результате таких травм или болезней. Другие положения, касающиеся безопасности, здоровья и благополучия работников, содержатся в Законе о занятости [1].

Горнодобывающая промышленность Ботсваны доминирует в национальной экономике страны с 1970-х годов. Алмазы являются основным полезным ископаемым с объемом добычи до 30 млн карат. Кроме того, в относительно небольших количествах добывается золото, уран и другие полезные ископаемые.

Общий объем горной массы, транспортируемой самосвалами, составляет около 100 млн т в год.

Общее количество несчастных случаев в период 2010–2018 гг. представлено на рисунке 7.10.

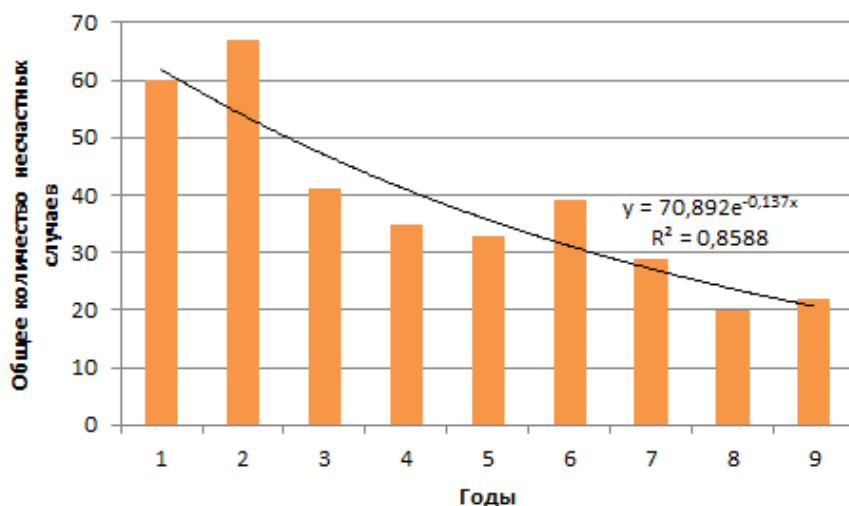


Рисунок 7.10. Распределение несчастных случаев в горнодобывающей промышленности страны в период 2010–2018 гг. Примечание: числа 1–9 соответствуют периоду времени 2010–2018 гг.

Из рисунка видно, что наблюдается устойчивое снижение несчастных случаев в этот период.

Число смертельных случаев не имеет характерного выражения (рисунок 7.11).

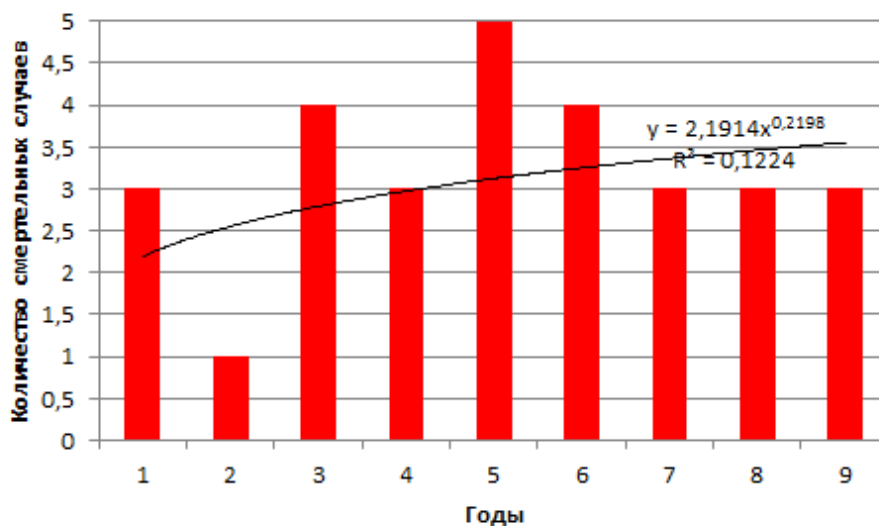


Рисунок 7.11. Распределение смертельных случаев в горнодобывающей промышленности страны в период 2010–2018 гг. Примечание: числа 1–9 соответствуют периоду времени 2010–2018 гг.

На рисунке 7.12 представлено распределение несчастных случаев, в зависимости от различных факторов.

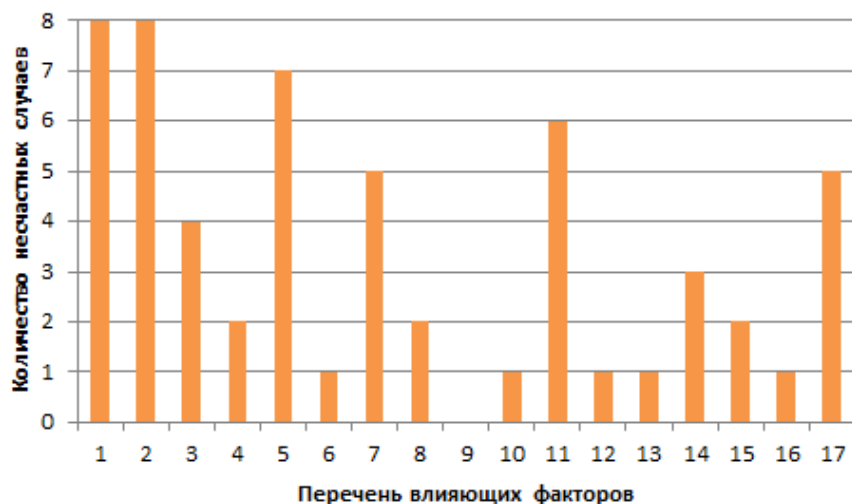


Рисунок 7.12. Распределение несчастных случаев в горнодобывающей промышленности страны в период 2010–2018 гг., в зависимости от различных факторов

Примечание: 1 – механизмы; 2 – ручной инструмент; 3 – транспортировка; 4 – падение камней; 5 – падение людей; 6 – электрооборудование; 7 – падение материалов; 8 – обрушение откосов; 9 – взрывчатые вещества; 10 – буровые работы; 11 – ручной материал; 12 – строительство зданий; 13 – удар осколками; 14 – ожоги; 15 – падение скатывающихся камней; 16 – пожар; 17 – прочее

Из рисунка 7.12 видно, что наибольшее количество несчастных случаев происходит при работе с механизмами, ручным инструментом и падением людей. Существенное количество несчастных случаев происходит и в процессе транспортировки горной массы.

Основными причинами несчастных случаев, по данным исследований, принято считать [4,5]:

- неадекватное руководство и ответственность;
- неграмотность;
- стресс;
- болезнь;
- недостаточное обучение технике безопасности;
- ненормированный рабочий день (сверхурочные), ночная смена, плохие условия труда;
- окружающая среда (температура воздуха, запыленность, загазованность и т. п.);
- индивидуальные факторы (возраст, пол, опыт работы);
- наркотическое и алкогольное опьянение.

Группа Всемирного банка в ходе проверки состояния охраны труда и здоровья на горных предприятиях считает, что:

- учреждения горнодобывающей отрасли в большинстве своем укомплектованы подготовленными квалифицированными кадрами;

- законодательство об охране окружающей среды является действующим и соответствует передовой международной практике, за исключением доступа к оценке воздействия на окружающую среду;
- вопросы землепользования, включая переселение и компенсацию, требуют более инклюзивного процесса и более сильной законодательной базы;
- политика местного содержания должна разрабатываться с участием горнодобывающего сектора.

Список использованных источников

1. Occupational Safety and Health (OSH). – Текст: электронный // HSSE-WORLD: [сайт]. – 2023. – URL: https://hsseworld.com/wp-content/uploads/2021/02/Occupational-Safety-and-Health_-fundamental-principles-and-philosophies-2017-CRC-PRESS.pdf (дата обращения: 03.08.2023).
2. Botswana Environment Statistics: Natural & Technological Disasters Digest 2019. – Copyright Reserved, 2020. – ISBN: 978-99968-482-2-3. – Текст: электронный. – URL: <https://clck.ru/37y4id> (дата обращения: 03.08.2023).
3. Republic of Botswana. Department of mines 2009 annual report. – Текст: электронный // The Hotwire Xchange: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.xchange.co.bw/policy/annual-reports-botswana/annual-reports-botswana-2009> (дата обращения: 03.08.2023).
4. Smallwood J. Construction health and safety in South Africa. Construction Industry Development Board report / J. Smallwood, T. Haupt, W. Shakantu. – 2008. – Текст: электронный. – URL: <http://www.cidb.org.za/documents/kc/cidb> (дата обращения: 03.08.2023).
5. Taswell K. Occupational injuries statistics from household surveys and establishment surveys: An ILO manual on methods. Geneva: International Labour Office / K. Taswell. – Текст: электронный // Wingfield Digby, P., & Ebrary Academic Complete. – 2008. – URL: <https://archive.org/details/occupationalinju0000tasw> (дата обращения: 03.08.2023).

Гвинейская республика

Национальным органом, осуществляющим регулирование по вопросам безопасности и гигиене труда, является Министерство труда (Закон от 10 января 2014 г.) [1]. Основным документом Министерства в этой области является Конвенция о безопасности и гигиены труда 2006 г. (№ 187).

При Министерстве труда создана Консультативная комиссия по трудовым и социальным законам. Ее задачей является изучение проблем, касающихся работы, занятости, социального обеспечения, гигиены, здоровья и безопасности на

предприятиях, профессионального обучения, улучшения условий труда и основных свобод. С Консультативной комиссией по трудовому и социальному законодательству можно консультироваться в отношении разработки всего законодательства, касающегося следующих областей: труд, занятость, непрерывное образование, социальное обеспечение, гигиена, здоровье и безопасность на рабочем месте. Комиссия готовит заключения и вносит предложения и резолюции по законам и постановлениям, которые должны быть приняты по этим вопросам.

На инспекторов труда возложена информационная миссия, они дают советы работодателям и работникам; они также проводят исследования и опросы по социальным и экономическим вопросам по запросу министра труда. Инспекция труда информируется обо всех несчастных случаях на производстве и профессиональных заболеваниях в случаях и порядке, установленном законом. Инспектор труда проводит расследование причин, обстоятельств и ответственности.

В соответствии с Конвенцией работодатель обязан принимать все необходимые меры, адаптированные к условиям ведения бизнеса. Именно работодатель должен развивать средства и регулировать рабочий процесс, чтобы максимально уберечь работников от несчастных случаев и болезней.

Руководители предприятий, менеджеры или работники, выполняющие работу, сопряженную с особым риском для здоровья работников, обязаны указывать точный характер работы в заявлении, которое они подают инспектору труда и медицинскому работнику. Они несут ответственность за применение к работникам предусмотренных для этого мер защиты.

Машины, механизмы, трансмиссионное оборудование, механическое или ручное оборудование должны устанавливаться и обслуживаться в максимально безопасных условиях. Необходимо, чтобы двигатели и движущиеся части машин были изолированы перегородками или защитными ограждениями.

Работодатель или его представитель должны организовать постоянный контроль техники для обеспечения защиты работников. Инспектор труда может по уведомлению потребовать от директора компании проверить соответствие вышеперечисленных статусов машины.

Движущиеся части машин и трансмиссий, шатуны и маховики колесных двигателей, приводные валы, шестерни, фрикционный конус и цилиндр должны быть снабжены защитными устройствами или отделены от рабочих, если они не находятся вне досягаемости рабочих. То же самое для ремней или тросов, проходящих через пол мастерской или воздействующих на шкивы трансмиссии, расположенные на высоте не менее двух метров от земли. Устройства, адаптированные к машинам или имеющиеся в распоряжении персонала, не должны позволять манипулировать ремнями во время работы машины.

Пострадавший от несчастного случая на производстве должен немедленно, за исключением случаев непреодолимой силы или в случае абсолютной невозможности, или в случае уважительной причины, сообщить об этом работодателю или любому из его представителей. Такую же ответственность должны взять на себя бенефициары потерпевшего в случае смерти. Работодатель обязан сообщать в Национальный фонд социального обеспечения и инспектору труда своей юрисдикции обо всех несчастных случаях на производстве и профессиональных заболеваниях, произошедших с работниками его/ее компании, в течение сорока восьми часов со дня, когда он был проинформирован, кроме воскресенья и праздничных дней. Декларация оформляется на бланках, выдаваемых Национальным фондом социального страхования. Если работодатель не выполняет свои обязательства, упомянутое выше заявление может быть сформировано в течение двух месяцев потерпевшим и в течение года его правопреемниками со дня происшествия. Порядок отчетности о несчастных случаях на производстве и профессиональных заболеваниях устанавливается приказом по представлению соответствующего министра.

По сообщениям ведущих горнодобывающих компаний, благодаря принятым мерам по повышению охраны труда на предприятиях по добыче бокситов и золота, в последнее время не отмечено смертельных случаев и травм с потерей работоспособности [2, 3].

Список использованных источников

1. Occupational Safety and Health (OSH). – Текст: электронный // HSSE-WORLD: [сайт]. – 2023. – URL: https://hsseworld.com/wp-content/uploads/2021/02/Occupational-Safety-and-Health_fundamental-principles-and-philosophies-2017-CRC-PRESS.pdf (дата обращения: 03.08.2023).
2. Guinea Alumina Corporation (GAC): официальный сайт. – 2023. – URL: <https://www.gacguinee.com/en/media-releases/2023/guinea-alumina-corporation-and-electricite-de-guinee-sign-groundbreaking-mou> (дата обращения: 03.08.2023). – Текст: электронный.
3. Occupational Health and Safety – ARM. – Текст: электронный // Home Arm: [сайт]. – 2023. – URL: // <https://www.responsiblemines.org/en/occupational-health-safety/> (дата обращения: 03.08.2023).

Демократическая республика Конго

Страна располагает большим количеством полезных ископаемых: кобальта в количестве 5 млн т, меди 70 млн т, а также кадмия, бокситов, железной руды, каменного угля, алмазов, золота, серебра, нефти, цинка, марганца, олова, урана. На территории республики находится более половины мировых разведанных запасов урана.

Правовая система Демократической Республики Конго основана на гражданском праве.

Безопасность и гигиена труда в основном регулируются Трудовым кодексом, в соответствии с которым издаются постановления и распоряжения, касающиеся охраны труда и техники безопасности. Ответственными национальными органами по безопасности и гигиене труда являются Национальный совет по труду, Министерство здравоохранения и Министерство труда.

Национальная нормативная база по охране труда включает:

- описание национальной нормативно-правовой базы по охране труда;
- сфера охвата и исключения;
- учреждения и программы, связанные с администрированием и/или обеспечением охраны труда;
- обязанности и ответственность работодателей по защите безопасности и здоровья работников и других лиц;
- обязанность работодателей официально организовать профилактику в соответствии с общепринятыми принципами и практикой управления охраной труда;
- обязанность работодателей по обеспечению наличия опыта и компетентности в области охраны труда и техники безопасности;
- права и обязанности работников;
- консультации, сотрудничество с работниками и их представителями;
- конкретные опасности или риски;
- регистрацию, уведомление и расследование несчастных случаев/инцидентов и заболеваний;
- инспектирование охраны труда и обеспечение соблюдения законодательства по охране труда.

Работодатель должен управлять работником и следить за тем, чтобы работа выполнялась в надлежащих условиях как с точки зрения безопасности, здоровья, так и с точки зрения достоинства работника.

Помимо случаев, предусмотренных Трудовым кодексом, по всем проектам законов, декретов-законов, указов и министерских приказов требуется заключение Национального совета по труду, направлены на изменение или создание обязательств, или прав для работников и работодателей в отношении труда или социального обеспечения (статья 225). Когда Национальный совет по труду отвечает за вопросы, связанные со здоровьем или безопасностью работников, он приглашает врачей, техников или экспертов.

Генеральный секретариат занятости и труда состоит из шести отделов: общих служб, управления труда, управления занятости, управления профессионального обучения, управления гигиены труда и управления исследований и планирования.

В состав Генеральной инспекции труда входят шесть отделов: административно-финансовый отдел, управление технического отдела, бригада координации, бригада перекрестной проверки, бригада судебных разбирательств и бригада обучения.

Существует Национальная программа по охране труда, изданная Министерством здравоохранения.

На всех предприятиях должны быть созданы Комитеты по безопасности и гигиены на рабочем месте, которыми руководит сотрудник, исполняющий обязанности руководителя службы. Основная задача Комитета по безопасности и гигиене заключается в разработке, корректировке и реализации политики предотвращения несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также в стимулировании и контроле функционирования служб безопасности и гигиены труда.

Статистика о смертельных случаях и травмах на государственном уровне отсутствует. Имеются отрывочные данные в литературных источниках. Наибольшее количество несчастных случаев наблюдается на рудниках, разрабатываемых кустарным способом. Так, в период 2001–2022 гг. в результате обрушений участков разработки, по неполным данным, погибло 729 человек.

В результате обследования в 19 различных шахтах в 2020 году было зарегистрировано 59 несчастных случаев со смертельным исходом в 851 несчастном случае. Количество травм составило 792.

Причины смертельных случаев подразделяются:

- обрушение – 41 человек;
- падение – 3 человека;
- удушье – 3 человека;
- оползень – 3 человека;
- работа с оборудованием – 3 человека;
- прочие – 6 человек.

Причины травм подразделяются:

- обрушение – 238 человек;
- падение – 103 человек;
- удушье – 16 человек;
- оползень – 55 человек;
- работа с оборудованием – 356 человек;
- ожоги – 8 человек;
- электрооборудование – 8 человек;
- прочие – 8 человек.

Большая часть несчастных случаев и причин возникновения несчастных случаев связана с подземными работами. На 8 предприятиях по разработке полезных ископаемых открытым способом не было ни одного несчастного случая со смертельным исходом.

Обследование состояния охраны труда и техники безопасности показало, что средства индивидуальной защиты были только на одной шахте. На других шахтах средства индивидуальной защиты отсутствуют. Отсутствие средств индивидуальной защиты обычно связано с субъективно воспринимаемой дороговизной такого оборудования, и что такие инвестиции, горнодобывающими кооперативами, считаются ими слишком рискованными.

Ни одно предприятие не обязывает своих шахтеров носить средства защиты. Поэтому покупка остается на усмотрение самих горняков, так что ношение средств индивидуальной защиты является добровольным, а также зависит от личных финансовых средств горняков.

Имеются данные о несчастных случаях в процессе добычи меди, кобальта и цинка в государственной компании Gecamines в период 1957–2008 гг. (рисунок 7.13).

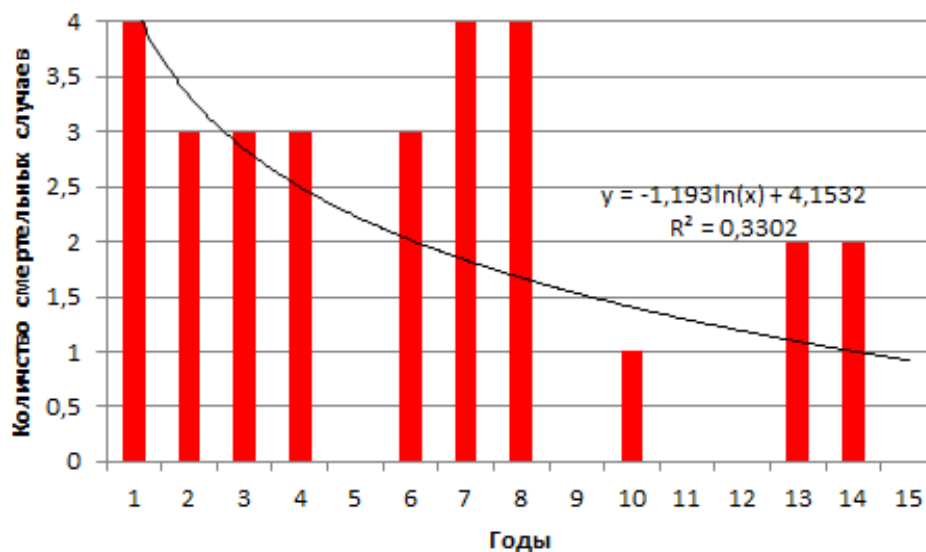


Рисунок 7.13. Распределение смертельных случаев в государственной горнодобывающей компании Gecamines в период 1995–2009 гг.

Примечание: числа 1–15 соответствуют периоду времени 1995–2009 гг.

Одной из стратегий снижения количества несчастных случаев (в том числе смертельных и травмированных случаев) в компании Gecamines было создание в 1975 году отдела рабочей инспекции для регулярной проверки условий труда и напоминание работникам о мерах безопасности, когда они выполняли свои по-

вседневные задачи. Дальнейшее совершенствование работы этого подразделения было направлено на обучение работников безопасным приемам выполнения производственных операций, введение инспекторов, отвечающих за безопасность, а также усилен контроль за устойчивостью откосов карьера.

Результаты этой работы показали резкое снижение частоты несчастных случаев (рисунок 7.13) [3].

Список использованных источников

1. Occupational Safety and Health (OSH). – Текст: электронный // HSSE-WORLD: [сайт]. – 2023. – URL: https://hsseworld.com/wp-content/uploads/2021/02/Occupational-Safety-and-Health_-fundamental-principles-and-philosophies-2017-CRC-PRESS.pdf (дата обращения: 03.08.2023).

2. Mining Conditions and Trading Networks in Artisanal Copper-Cobalt Supply Chains in the Democratic Republic of the Congo. – Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 2021. – ISBN: 978-3-948532-42-0 (PDF). – Текст: электронный. – URL: <https://clck.ru/37yA4x> (дата обращения: 03.08.2023).

3. Kalenga J. Mine safety and Industrial accidents at the Générale des Carrières et des Mines, in Katanga, Democratic Republic of Congo / John Ngoy Kalenga. – Текст: электронный // Research. – 2014. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/340540508> (дата обращения: 03.08.2023).

Приведенные примеры состояния охраны труда и здоровья характерны и для других стран Африки.

Так, например, в Марокко, обладающей громадными запасами фосфатов (более 75% мировых запасов) и других полезных ископаемых, сообщается только об отдельных несчастных случаях, связанных с авариями или нарушениями техники безопасности.

Список использованных источников

1. Moroccan Mining Industry Health and Safety Improvement Programme, 2018.

8. Основные направления в области охраны труда на предприятиях горных разработок в мире

Основные направления в области охраны труда и здоровья для горнодобывающих предприятий изложены в новом Кодексе МОТ [1].

Отраслевой кодекс практики основан на международных нормах труда ИЛО (Конвенции и рекомендации) и других источниках, включая Декларации, принятые и одобренные кодексы поведения и другие директивные указания Международной конференции труда или Правления МОТ.

Новый Кодекс (2018 г.), основанный на принципах Конвенции № 176 от 1995 года «О безопасности и гигиене труда на шахтах» решает следующие вопросы:

- взаимодействие между крупными горными предприятиями и мелкими кустарными предприятиями;
- использование автоматизированного оборудования;
- повышение эффективности и безопасности труда, улучшение условий работы;
- установление правовых, административных и эффективных механизмов предотвращения и снижения опасностей и рисков;
- выявление, устранение, минимизация и контроль опасностей;
- оценку рисков и опасностей для безопасности и здоровья работников и меры, которые необходимо принять;
- мониторинг за рабочей средой и здоровьем рабочих;
- аварийные процедуры и первая помощь;
- предоставление информации и обучение работников;
- создание системы регистрации, отчетности и статистики несчастных случаев и заболеваний на производстве.

Кодекс может быть использован на любых открытых горнодобывающих предприятиях в качестве основы для обеспечения безопасности и охраны труда. Своды правил, в первую очередь разработанные как основа для профилактики, а также защиты и принятия соответствующих мер по устранению недостатков, считаются техническими стандартами МОТ в области охраны труда. Практические рекомендации настоящего Кодекса предназначены для использования всеми организациями и промышленными предприятиями, которые имеют права, обязанности и ответственность в отношении безопасности и здоровья на открытых горных разработках. Целью настоящего Кодекса является предоставление практического руководства в поддержку применения и реализации положения Конвенции о безопасности и гигиене труда в шахтах 1995 г. (№ 176) и рекомен-

даций 1995 г. (№ 183). Кодекс не является юридически обязывающим документом и не предназначен для замены национальных законов, правил и принятых стандартов, в т. ч. новых технологий.

Этот кодекс способствует:

- защите рабочих от опасностей и предотвращению или снижению производственного травматизма и болезней;
- оказанию помощи и содействия в улучшении управления по вопросам охраны труда на каждом рабочем месте;
- содействию консультациям и сотрудничеству между правительствами, работодателями, работниками и их организациями в улучшении охраны труда на карьерах;
- повышению безопасности и здоровья, в т. ч. местных сообществ.

Кодекс может быть использован на любых открытых горнодобывающих предприятиях в качестве основы для обеспечения безопасности и охраны труда.

Общие положения.

Кодекс считает, что эффективная безопасность и здоровье могут быть обеспечены путем решения вопросов с участием всех заинтересованных сторон.

Необходимые меры должны включать следующие пункты:

- работодатели совместно с рабочими должны рассматривать риски для безопасности и здоровья рабочего места;
- работодатели и работники должны соблюдать все предписанные процедуры при выполнении работы;
- работодатели должны предоставлять необходимую информацию при рассмотрении несчастных случаев или возможных рисков для безопасности и угрозы здоровью.

Вышестоящий орган должен:

- разрабатывать, поддерживать и контролировать применение законов и правил по охране труда на карьере;
- разрабатывать и поддерживать национальную политику в области охраны труда, включая внедрение системного подхода к охране труда через систему управления в соответствии с национальными законами и правилами;
- рассматривать вопрос о принятии новых или обновлении существующих законодательных актов по выявлению опасностей и устранению или контролю рисков на карьерах;
- установить порядок консультаций и распространения информации среди работодателей и работников;
- определить критерии опасности веществ для здоровья;

- определить критерии оценки актуальности информации, необходимой для определения опасности вещества;
- установить требования к маркировке веществ;
- установить критерии для выявления угроз безопасности и принять надлежащие меры контроля риска, относящиеся к конструкциям, объектам, машинам, оборудованию, процессам и операциям;
- установить необходимые правила для определения этих критериев и требований;
- обеспечить соблюдение национальных законов и правил;
- разработать систему правоприменения с участием работодателей и представителей рабочих. Система правоприменения должна предусмотреть корректирующие меры и адекватные санкции за нарушения национальных законов и правил, касающихся политики;
- запрещать или ограничивать использование определенных опасных методов, процессов или веществ;
- оказывать помощь в соблюдении юридических обязательств работодателям, работникам.

Инспекторы, назначенные вышестоящим органом, должны в порядке, установленном национальными законами и правилами:

- обеспечить соблюдение всех соответствующих законов и правил на карьере;
- периодически проводить проверки в присутствии представителей работодателей и работников, а также следить за соблюдением всех соответствующих законов и правил;
- оказывать работодателям, работникам и их представителям помощь в отношении их ответственности, обязанностей и прав в области охраны труда;
- следить за соблюдением требований безопасности и гигиены труда, а также за работой сопоставимых национальных или международных карьеров;
- предоставить обратную связь для дальнейшего развития и улучшения мер безопасности;
- участвовать в сотрудничестве с признанными организациями работодателей и работников в разработке и обновлении;
- иметь право расследовать несчастные случаи со смертельным исходом и серьезные несчастные случаи, опасные происшествия и катастрофы на карьерах;
- уведомить работодателя, соответствующих работников и их представителей, а также комитеты по безопасности и гигиене труда о результатах проверок и необходимых мерах по исправлению положения;
- иметь право удалять работников с рабочих мест в случаях, связанных с непосредственной и серьезной опасностью для жизни или здоровья;

- периодически определять адекватность существующей системы управления охраной труда или элементов охраны труда;
- иметь право приостанавливать или ограничивать добычу полезных ископаемых по соображениям безопасности и здоровья;
- иметь доступ ко всем записям об обучении работников.

Полномочия, права, процедуры и обязанности инспекторов должны быть доведены до сведения всех заинтересованных сторон.

Обязанности и права работодателей.

При проведении профилактических и защитных мероприятий работодатель должен идентифицировать опасность, оценить риск и принять меры по его устранению:

- устранить опасность;
- контролировать риск;
- свести риск к минимуму; если риск остается, предусмотреть использование средств индивидуальной защиты (СИЗ);
- принимать все разумные, практические и возможные меры по устранению или минимизации рисков для безопасности и здоровья в карьерах, находящихся под их контролем;
- обеспечить мониторинг, оценку и регулярный осмотр рабочей среды для выявления различных опасностей, которым могут подвергаться работники, и оценить уровень их опасности;
- оказывать работникам, пострадавшим от травмы или выявлять заболевания на рабочем месте оказанием первой медицинской помощи, надлежащей транспортировкой с рабочего места и доступ к соответствующим медицинским учреждениям;
- разработать программы обучения и переподготовки и понятные инструкции по вопросам безопасности и гигиены труда;
- обеспечить надлежащий надзор и контроль.

Права и обязанности работников.

Национальные законы и правила должны предусматривать, что работники имеют следующие права и обязанности:

- сообщать о несчастных случаях, профессиональных заболеваниях, опасных происшествиях, предаварийных событиях и других опасностях работодателю и в компетентный орган;
- запрашивать и получать информацию по вопросам безопасности и здоровья;
- знать и быть проинформированным об опасностях на рабочем месте, которые могут повлиять на их безопасность или здоровье;

- коллективно выбирать представителей по безопасности и гигиене труда;
- соблюдать предписанные меры безопасности и гигиены труда;
- информировать работодателя о состоянии выполнять порученную работу;
- проявлять разумную заботу о собственной безопасности и здоровье;
- немедленно сообщать своему непосредственному руководителю о любых ситуациях, которые могут представлять угрозу их безопасности или здоровью;
- сотрудничать с работодателем по вопросам безопасности и охраны труда.

Дополнительная информация: Кодекс практики МОТ «Безопасность и здоровье в использовании техники» (2013).

Подрядчик должен в полном объеме соблюдать требования по вопросам безопасности и охраны. На каждом карьере должен быть организован комитет по безопасности и охране здоровья для оперативного решения вопросов в этой области. Комитет должен включать представителей компетентного органа, работодателя и работников.

Система управления охраной труда.

Система управления охраной труда должна включать следующие основные элементы:

- политика охраны труда;
- установление ответственности и подотчетности, компетентность и обучение, документирование;
- участие работников;
- идентификация опасностей, оценка и контроль рисков, планирование и реализация мероприятий по охране труда;
- анализ и оценка эффективности охраны труда, включая сбор данных и разработку действий для улучшения.

Выявление опасностей, оценка рисков и контроль.

Работодатель должен иметь систему, позволяющую, в консультации с работниками и их представителями, выявлять опасности и оценивать риски для безопасности и здоровья, а также применять меры контроля в следующем порядке:

- устранить опасность;
- контролировать риск (например, замена шин мобильного оборудования и т. п.);
- свести риск к минимуму;

– если риск остается, предусмотреть использование средств индивидуальной защиты.

При выполнении этих работ работодатель должен установить, внедрить и поддерживать документированные процедуры в части:

- идентификации опасностей;
- оценки риска;
- контроля рисков;
- процесса мониторинга и оценки эффективности этих мероприятий.

Идентификация опасности.

Идентификация опасностей на рабочем месте должна проводиться с учетом:

- ситуации или события, или сочетание обстоятельств, которые могут привести к травмам или заболеваниям;
- характера потенциальной травмы или заболевания, имеющих отношение к профессиональной деятельности;
- предыдущих травм, опасных происшествий и болезни;
- организации работы и управления;
- принятых рабочих процессов, материалов и оборудования;
- изготовления, монтажа и ввода в эксплуатацию и обработки и утилизации материалов, рабочих мест, установок и оборудования;
- проверки технического обслуживания, испытания, ремонта и замены элементов оборудования.

Оценка рисков.

Оценка риска – это процесс, используемый для определения уровня риска травмы или заболевания, связанных с каждой выявленной опасностью, с целью контроля.

Все риски должны быть оценены, и приоритеты управления назначаются на основе оцененного уровня риска. В процессе оценки рисков следует учитывать вероятность и тяжесть травмы или заболевания от выявленной опасности. Контроль рисков осуществляют в случае, если не удастся полностью устранить опасность.

Работодатель должен планировать управление и контроль тех видов деятельности, продуктов и услуг, которые могут или не могут представлять значительный риск для безопасности и здоровья.

Процессы идентификации опасностей, оценки рисков и контроль должны быть предметом документированной оценки эффективности, которые подлежат совершенствованию по мере необходимости.

Виды опасностей.

Особую опасность представляют гидравлические и другие газовые или паровые системы, которые обычно работают при высоком давлении. Особенно это касается работников, занимающихся техническим обслуживанием.

При наличии особых опасностей следует:

- регулярно проверять соединения элементов устройств и оборудования;
- проверять наличие соответствующего ограждения;
- предотвращать любое возможное движение машин;
- проверять исправность используемых инструментов;
- ограничивать доступ в опасную зону;
- обеспечивать средствами индивидуальной защиты;
- машины и оборудование должны иметь возможность блокировки в случае опасных ситуаций;
- определить и внедрить специальные процедуры для контроля опасности.

Вибрация.

Если рабочие часто подвергаются вибрациям всего тела, и принятые меры не устраняют воздействия, работодатель должен оценить опасность, определить риск источников вибрации и принять меры по устранению нарушений.

Измерения вибрации следует использовать для:

- количественного определения уровня и продолжительности воздействия вибрации на рабочих и сравнения с допустимыми значениями;
- определить и охарактеризовать источники вибрации;
- оценить потребность в инженерном контроле за вибрацией и эффективность этой работы;
- оценить эффективность конкретных мер по предотвращению и контролю вибрации.

Работодатели должны:

- проинформировать рабочих об опасностях и рисках длительного использования вибрационных инструментов;
- информировать о мерах, которые минимизируют риск, в частности о надлежащем регулировании сиденья и рабочих мест;
- проинструктировать по правильному обращению и использованию ручных инструментов;
- рекомендовать сообщать о негативных последствиях вибрации.

При покупке оборудования и промышленных транспортных средств работодатели должны удостовериться, что воздействие вибрации на операторов находится в пределах предписанных национальных стандартов и правил. Сиденья в

транспортных средствах и другом мобильном оборудовании, в том числе стационарные установки со встроенными сиденьями, должны быть сконструированы таким образом, чтобы свести к минимуму передачу вибрации на водителя. Если работники прямо или косвенно подвергаются вибрации, передаваемой через пол или другие конструкции, необходимо устанавливать виброизоляторы в соответствии с международными стандартами.

Усталость.

Усталость человека на работе приводит к снижению бдительности и работоспособности.

К причинным факторам относятся:

- физические/умственные требования работы;
- посменная работа, особенно ночная работа;
- продолжительные смены (более восьми часов);
- чрезмерное время, затрачиваемое на поездку на работу;
- условия рабочей среды;
- индивидуальные факторы, например, состояние здоровья, болезнь или личные факторы; среди прочего стресс, беспокойство и другие факторы (качество сна и т. п.).

Риск негативных последствий вследствие усталости, связанной с работой, может быть решен организационным путем (изменением режима труда и отдыха, улучшением условий труда и т. п.) совместно с рабочими. Рабочее время в течение дня и недели должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить адекватные периоды отдыха, которые предписаны национальными законами или одобрены инспекциями или коллективными договорами и должны предусматривать:

- перерывы в рабочее время, достаточные для восстановления требуемой физической формы и приема пищи;
- дневной или ночной отдых;
- еженедельный отдых.

Работа на больших высотах над уровнем моря.

Организм человека при работе на больших высотах испытывает кислородное голодание, которое сопровождается:

- учащенным и глубоким дыханием;
- одышкой;
- изменением характера дыхания в ночное время;
- частым ночным пробуждением;
- учащением мочеиспускания.

Срок, необходимый для акклиматизации, может значительно различаться между отдельными людьми и обычно длится порядка нескольких дней.

Симптомами являются головная боль, а также:

- потеря аппетита, тошнота или рвота;
- усталость или слабость;
- головокружение или предобморочное состояние;
- трудности со сном.

Даже без тяжелых симптомов работа на больших высотах над уровнем моря может снизить эффективность работы, производительность и безопасность из-за дезадаптивного поведения, искаженного сознания и сниженного качества сна. Работодатель должен ознакомить рабочих с негативными последствиями работы на больших высотах.

Стратегии контроля для предотвращения вредных последствий на большой высоте могут включать:

- предварительные и периодические медицинские осмотры, особенно в части сердечно-легочной системы;
- отбор работников, проявивших предыдущие способности работать на большой высоте (например, на высоте 4500 м в течение нескольких недель без заметных проблем);
- в случае необходимости рабочим необходимо предусмотреть время для акклиматизации, которое может занять до семи–десяти дней.
- ознакомление рабочих с симптомами высокогорной болезни;
- обеспечение необходимыми лекарствами, способствующими акклиматизации и улучшению качества сна;
- наличие инструкции, в соответствии с которой в случае необходимости предоставляется отдых и подача кислорода;
- доступность для рабочих средств регидратации.

Падение с высоты и падающие предметы.

Падение с высоты над уровнем земли или платформы чаще всего происходит в случае, когда:

- работающие на высоте над землей или платформой не защищены от падения;
- работа осуществляется непосредственно с лестницы;
- отсутствует на рабочем месте защита от падения;
- страховочный трос неисправен.

Предметы, падающие с высоты и ударяющие человека, также являются частой причиной серьезных травм и смертельных случаев в карьере. Это может произойти при несогласованной работе рабочих на земле и на оборудовании

(например, при запуске оборудования без предупреждения рабочих, находящихся в зоне работы машины и т. п.).

Вышестоящий орган должен внести дополнения в существующую инструкцию по технике безопасности в части сертификации, проверки, испытания и использования оборудования для предотвращения и защиты от падения, а также оснащения необходимыми средствами контроля для предотвращения ударов от падающих предметов на человека.

Работодатель должен определить и оценить задачи, связанные с риском падения человека, включая:

- процесс подготовки, тестирования и реализации аварийно-спасательных процедур для сценариев падения;

- сертификацию, предоставление, проверку использования, тестирование и техническое обслуживание средств предотвращения и защиты от падений;

- оценку возможности незапланированного падения элементов оборудования, материалов и т. п. Во всех случаях должны быть предусмотрены меры для сведения к минимуму необходимости работы на любой высоте не превышать значений, предусмотренных национальным законодательством;

- процедуру определения требований к ограждению, когда существует риск падения через незащищенный край.

При использовании мобильных рабочих платформ (автовышки и т. п.) должен быть предусмотрен процесс обеспечения их соответствия национальному законодательству и утвержденным стандартам в соответствии с требованиями предэксплуатационной проверки производителей.

Воздействие машин и оборудования на операторов.

Для обеспечения безопасности при работе мобильных машин и оборудования необходимо:

- иметь предварительно оценку работы машин и возможные риски со стороны пользователей;

- иметь информацию об основных предельных параметрах;

- иметь информацию о техническом обслуживании на рабочем месте;

- иметь инструкцию по управлению и обслуживанию машины;

- обеспечить доступ к управлению машинами операторов, имеющих необходимую квалификацию.

В целях предупреждения несчастных случаев, связанных с потерей устойчивости мобильного оборудования, необходимо:

- ограничивать скорость движения;

- привести в соответствии с проектом параметры автомобильных дорог, в т. ч. на отвалах;

- обеспечить геометрические параметры направляющего грунтового вала в соответствии с проектом;
- обеспечить нормативное освещение и другие параметры.

Опасность со стороны шин и дисков.

Наибольшую опасность для жизни представляют:

- шины диаметром более 24 дюймов, а также шины с разъемным ободом в сборе;
- давление и объем воздуха, которые они содержат;
- наличие горючих материалов вместе с источником воспламенения в случае возгорания шины.

Опасности, связанные с шинами, включают:

- процесс накачивания и выпуска воздуха;
- воспламенение шин, разрывы и взрывы во время эксплуатации шин;
- потеря управления транспортным средством из-за выхода из строя шины.

Риски, связанные с неправильной эксплуатацией шин, включают:

- отклонение давления в шине от нормативного;
- износ протектора выше рекомендуемого заводом-производителем;
- перегрев шин вследствие движения автомобилей с высокой скоростью в условиях жаркого климата;
- превышение нагрузки на шину;
- наличие в покрытии остроугольных частиц каменных материалов размером более 40 мм и другие факторы.

Мониторинг состояния шин в процессе эксплуатации включает:

- периодический визуальный осмотр шин и дисков перед выходом на линию;
- измерение температуры шины с помощью тепловизора.

Опасности со стороны автоматизированного оборудования.

Автоматизированное оборудование предъявляет более высокие требования к безопасности, поскольку отсутствует оператор, который мог бы принять соответствующие меры в случае необходимости.

Опасности, связанные с использованием автоматизированного оборудования, могут возникнуть в случае, если:

- машина отклоняется от запланированной рабочей траектории;
- персонал попадает в зону действия автоматизированного оборудования;
- персонал находится в непосредственной близости от автоматизированных машин для технического обслуживания или ремонта.

Работодатель должен провести всестороннюю оценку риска в связи с внедрением автоматизированного оборудования, включая:

- адекватность автоматизированного оборудования условиям карьера и плану горных работ;
- адекватность установки оборудования, включая подробное управление взаимодействиями между автоматическим и ручным управлением;
- планирование автоматической работы, настройка конкретных оперативных методов для правильного использования и для необходимой поддержки логистики;
- надлежащее техническое обслуживание, в том числе средства ремонта и практики;
- проверку основных параметров автомобильных дорог, соответствующих безопасной работе мобильного автоматизированного оборудования;
- управление изменениями персонала, методов в работе, включая правила возврата к ручному управлению, если необходимо;
- модификацию оборудования и процессов.

Все автономные машины должны:

- соответствовать национальным стандартам;
- соответствовать уровню защиты и резервирования в национальной системе безопасности;
- обеспечивать защиту от несанкционированного (или непреднамеренного) изменения рабочих параметров;
- обеспечивать отказобезопасность и безопасную деградацию машины;
- обеспечивать целостность управления машиной коммуникации;
- иметь техническую информацию об их использовании;
- учитывать конкретные возможности и ограничения каждой машины в отношении ее функционирования в сложных условиях эксплуатации (пыль, мороз, туман, высокогорье и т. п.).

Взаимодействие между автоматическим и ручным управлением должно свести к минимуму взаимодействие между персоналом и неавтономными машинами, а также с машинами со взрывчатыми веществами.

Операционная и управленческая практика должна быть установлена в отношении:

- управления дорожным движением (включая проектирование дорог, перекрестки, стоянки, места погрузки и разгрузки и скорость движения; пределы);
- рассмотрения и согласования процессов внесения изменений в систему для обеспечения контроля (например, программное обеспечение или прошивку);
- обеспечения существующего состояния горных работ;
- ввода в эксплуатацию, технического обслуживания и ремонта.

Опасность со стороны электрооборудования.

Контроль состояния электрооборудования (устройства управления, распределительные коробки, трансформаторы) и система заземления должны включать:

- осмотр и испытание электрооборудования перед использованием, после установки, переустановки или ремонта;
- систематический осмотр и проверку всего электрооборудования для обеспечения его надлежащего технического обслуживания с учетом предусмотренных интервалов;
- характер обследования и тестирования;
- способ проверки и испытания, проведенные в соответствии с планом контроля, должны быть отражены в акте.

Электроустановки должны быть защищены от непреднамеренного доступа ограждением или запирающимися установками, а также соответствующими предупреждающими знаками.

Все воздушные линии электропередачи должны быть построены и поддерживаться в соответствии с национальным законодательством и стандартами.

Временные воздушные линии электропередач в карьерах соответствовать следующим требованиям:

- расстояние от нижнего фазного провода силовой линии до земли должно соответствовать национальным стандартам на всем протяжении линии электропередачи;
- отсутствие каких-либо машин в зоне линии электропередачи за исключением случаев, когда выдвижная часть машины не заходит в безопасную зону (например, 1 м для линий до 1 кВ; 3 м для линий до 33 кВ; 6 м для линий до 132 кВ или 7 м для линий до 400 кВ);
- висячие тросы должны быть прикреплены к машинам надлежащим образом, чтобы защитить трос от повреждения;
- все воздушные и кабельные линии электропередачи, расположенные в опасной зоне, при проведении взрывных работ должны быть обесточены;
- переносное электрическое оборудование и гибкие кабели должны быть защищены автоматической защитой, способной отключать напряжение в случае обрыва заземляющего кабеля между блоком питания или блоком управления и машиной;
- должны быть предусмотрены средства контроля для предотвращения наезда мобильного оборудования на силовые кабели, если только эти кабели не шунтированы должным образом или не защищены иным образом;
- силовые цепи в период ремонтных работ электрооборудования должны быть обесточены с установкой соответствующих предупреждающих знаков.

Опасность со стороны мобильного транспорта.

Условно все самоходное мобильное оборудование на резиновых колесах или гусеницах, используемое в карьере или около него, делится на две группы:

- тяжелые автомобили (полная масса свыше 4,5 т);
- легкие автомобили (полная масса менее 4,5 т).

К управлению самосвалами должны допускаться лица, прошедшие теоретическую подготовку и практическое вождение, а также, имеющие опыт работы и лицензию на право работы в условиях карьера.

Самосвалы должны соответствовать национальному законодательству и стандартам и обеспечивать безопасность операторов и оборудования.

С этой целью:

- необходимо предусматривать ежедневную проверку технического состояния автомобиля перед выходом его на линию;
- тормозная система, электрооборудование и другие системы должны отвечать требованиям завода-изготовителя;
- кабина оператора должна обеспечивать легкий и быстрый выход, а также обустроена противоударным и виброзащитным материалом;
- стекла кабины должны быть безопасными;
- самосвал должен быть оборудован системой радаров, обеспечивающих видимость вблизи самосвала;
- должен быть обеспечен беспрепятственный доступ к управлению автомобилем;
- мобильное оборудование, используемое при разгрузочно-разгрузочных работах, должно быть оборудовано автоматическим сигнализатором обратного хода;
- очищать по мере необходимости стекла кабины и фары.

Отвалы должны иметь обратный уклон (в сторону карьера).

При парковке мобильного оборудования необходимо:

- включить стояночный тормоз;
- выключить все органы управления для машин с электрическим приводом;
- установить упоры под колеса в случае, если площадка имеет уклон;
- опустить ковш автопогрузчиков.

При пересечении железных дорог настил должен обеспечить фактическую нагрузку от самого тяжелого автомобиля.

Опасности, вызванные дорожными условиями.

Безопасность в процессе транспортировки горной массы зависит от:

- параметров автомобильных дорог;
- эксплуатационного состояния дороги;

- обустройства дороги;
- организации дорожного движения;

К основным параметрам автомобильных дорог относится:

- ширина проезжей части, которая должна быть для двухстороннего движения не менее 3,5 габарита самого большого автомобиля, а для одностороннего – не менее 1,5 габарита;
- радиусы горизонтальных и вертикальных кривых;
- продольные уклоны не более 10%;
- видимость и т. п. параметры.

Эксплуатационное состояние в значительной мере влияет на безопасность и производительность. Проезжая часть должна быть:

- ровной и не вызывать дополнительных вибраций у водителя, что обеспечивается постоянным грейдированием ее поверхности (при переходном типе покрытия);
- непылимой, что поддерживается поливом воды или обработкой пылеподавляющими материалами.

Обустройство дороги включает:

- разгрузочных работ – 30 м;
- устройство направляющего грунтового вала, высота которого должна быть не менее радиуса колеса самого большого автомобиля, который эксплуатируется в карьере;
- установка ориентирующих столбиков над искусственными сооружениями;
- сооружение противоаварийных участков дорог при значительных затяжных продольных уклонах;
- установка опор освещения.

Организация дорожного движения решает следующие задачи:

- запрещает обгон технологических автомобилей; допускается только объезд неисправного автомобиля;
- обеспечивает приоритет движения технологическому автотранспорту;
- вводит ограничение скоростного режима на проблемных участках (участки с затяжным продольным уклоном, серпантины, сложные метеоусловия и т. п.);
- рекомендуемое расстояние между самосвалами в процессе движения составляет 50 м, а в зоне погрузочно-разгрузочных работ – 30 м.

Список использованных источников

1. The ILO Code of Practice on Occupational Safety and Health in Open-pit Mines. – 2nd ed., revised – Geneva: International Labour Office, 2018. – Текст: непосредственный.