

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет"

На правах рукописи

ГРИШИНА АНАСТАСИЯ МИХАЙЛОВНА

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА В
УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ НА ОСНОВЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
ПРОЦЕДУР ОБУЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ**

Специальность 05.26.01 – Охрана труда (в горной промышленности)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель –
доктор технических наук,
профессор С.Г. Гендлер

Санкт-Петербург - 2018

Оглавление

Введение.....	4
ГЛАВА 1 АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА И АВАРИЙНОСТИ НА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.....	11
1.1 Динамика травматизма и аварийности в угольной отрасли России.....	11
1.2 Результаты контрольно-надзорной деятельности органов Ростехнадзора по профилактике производственного травматизма в 2017 году.....	16
1.3 Оценка мероприятий по повышению уровня промышленной безопасности в угольных шахтах (на примере АО "СУЭК").....	23
1.4 Постановка задач исследования.....	32
ГЛАВА 2 МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПЕРСОНАЛА УГОЛЬНЫХ ШАХТ НОРМАМ И ПРАВИЛАМ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И КОНТРОЛЯ ЗА ИХ ВЫПОЛНЕНИЕМ.....	33
2.1 Анализ системы обучения нормам и правилам охраны труда и контроля за их выполнением в процессе производственной деятельности горнорабочих.....	33
2.2 Обзор особенностей обучения персонала горнодобывающих предприятий правилам безопасности труда.....	38
2.3 Системы контроля безопасности на угледобывающих предприятиях.....	40
2.4 Моделирование кинематики движения человека - как способ формирования устойчивых навыков выполнения технологических операций, способствующих предотвращению нарушений правил безопасности.....	44
2.4.1 Система видеоанализа движений Raptor-12 ("MotionAnalysis").....	45
2.4.2 Система Xsens.....	46
2.4.3 Система Vicon.....	47
2.4.4 Система AnyBody.....	49

2.4.5 Биомеханика "ТРАСТ-М".....	51
2.5 Выводы по главе 2.....	58
ГЛАВА 3 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАРУШЕНИЙ ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ В УГОЛЬНЫЙ ШАХТАХ.....	59
3.1 Анализ причин травматизма в АО "СУЭК".....	59
3.2 Определение причин отклонений от требований безопасности.....	67
3.3 Изучение влияния нарушений требований безопасности на риск травматизма.....	72
3.4 Выводы по главе 3.....	81
ГЛАВА 4 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПЕРСОНАЛА УСТОЙЧИВЫМ НАВЫКАМ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНИКИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ.....	82
4.1 Оценка целесообразности и продолжительности обучения горнорабочих устойчивым навыкам осуществления технологических операций на основе техники визуализации кинематики движения.....	82
4.2 Анализ последовательности выполнения технологических операций при креплении кровли горной выработки.....	84
4.3 Методика проведения исследований процесса обучения проходчиков устойчивым навыкам выполнения технологических операций на основе техники визуализации движения.....	86
4.4 Анализ результатов экспериментального исследования.....	94
4.5 Выводы по главе 4.....	106
Заключение.....	107
Список литературы.....	109

Введение

Актуальность темы исследований. Снижение травматизма и аварийности при разработке угольных месторождений должно быть реализовано за счет превентивного предупреждения возникновения опасных производственных факторов. Между тем установлено, что одной из причин травмирования работников на угольных шахтах являются нарушения при осуществлении технологических процессов. Эти нарушения, частично, связаны и с недостаточной эффективностью методов обучения безопасному ведению горных работ, не в полной мере учитывающих влияние нарушений правил безопасности на динамику рисков травматизма, и несовершенством используемых в настоящее время средств для оперативного контроля трудовой деятельности горнорабочих на всех стадиях производственного процесса.

Вопросами снижения травматизма на угледобывающих предприятиях посвящены исследования многих отечественных и зарубежных ученых, рассматривающих и технико-технологические, и организационные аспекты сокращения количества травм: В.П. Баскакова, В.Ф. Бухтоярова, С.Г. Гендлера, И.Л. Кравчука, Н.О. Калединой, В.А. Галкина, Е.М. Неволиной, С.Н. Подображина, А.Ф. Павлова, В.Е. Родина, К.З. Ушакова, А.И. Сидорова, Ю.В. Шувалова, А.А. Дружинина, М.Г. Голубева, В.Ю. Сковородкина, Г.З. Файнбурга, В.А. Ширяева. Вместе с тем вопросы предотвращения нарушений требований безопасности или уменьшения их количества, также исключения появления повторных нарушений изучены недостаточно. Отсутствует анализ тесноты связи риска производственного травматизма с частотой нарушений правил безопасности и технических регламентов. Оперативный контроль за их соблюдением, в большинстве случаев, осуществляется на основе морально устаревших методов.

В связи с вышеизложенным, актуальность темы исследования, определяется необходимостью разработки методов предупреждения производственного травматизма, основанных на использовании риск-ориентированного подхода, и инновационных средств обучения горнорабочих и контроля производственных процессов.

Цель работы. Снижение производственного травматизма на основе совершенствования процедур обучения и контроля за их выполнением персонала угольных шахт нормам и требованиям безопасного труда.

Идея работы. Обучение и контроль подземного персонала угольных шахт нормам и требованиям безопасного труда рассматривается как непрерывный в течение всего периода их трудовой деятельности процесс, основанный на адресном подходе к подземному персоналу конкретной шахты в зависимости от риска травматизма и нарушений правил безопасности.

Основные задачи исследований:

1. Анализ рисков травматизма и аварийности при подземной добыче угля и установление основных факторов, влияющих на производственный травматизм.

2. Установление особенностей функционирования системы обеспечения безопасности труда подземного персонала при выполнении работ с повышенными значениями риска травматизма.

3. Исследование корреляционной связи риска производственного травматизма с частотой нарушения правил безопасности

4. Анализ влияния количества устраненных нарушений правил безопасности на риск производственного травматизма.

5. Обзор современных методов визуализации кинематики движений для тренировочных действий и производственной деятельности.

6. Разработка экспериментального стенда для изучения кинематики движения горнорабочих при выполнении основных технологических операций.

7. Проведение экспериментальных исследований и оценка величины среднеквадратического отклонения, характеризующего кинематику движений для двух групп персонала: имеющей опыт работы в подземных условиях и не обладающей таким опытом.

8. Разработка предложений по совершенствованию обучения персонала угольных шахт нормам и требованиям безопасного труда и контроля за соблюдением этих норм.

Научная новизна:

- Выявлены корреляционные зависимости, определяющие статистическую связь между количеством выявленных нарушений правил безопасности и числом легких, тяжелых и смертельных несчастных случаев.

- Установлено критическое значение показателя частоты нарушений правил безопасности, определяющее тенденцию к повышению риска производственного травматизма.

- Предложена система обучения персонала устойчивым навыкам профессиональной деятельности, основанная на визуализации кинематики движений при тестировании процесса осуществления горнорабочими технологических операций, и последующим достижением в ходе тренировочного процесса минимальной величины отклонения показателя, характеризующего последовательность выполнения ими данной технологической операции, от показателя, установленного при тестировании горнорабочих с большим стажем и опытом работы и выбранного в качестве «эталонного».

Основные защищаемые положения.

1. Показателем для определения периодичности проведения внеплановых инструктажей по обучению нормам и правилам безопасности при ведении работ

в подземных условиях может являться соотношение между риском производственного травматизма и коэффициента частоты нарушений правил безопасности, приведенных(ого) к длительности рассматриваемого периода, после достижения которым критического значения, составляющего 0,5-0,6, характерна тенденция к росту риска травматизма.

2. Снижение рисков легкого и тяжелого травматизма достигается в результате устранения выявленных нарушений правил безопасности, а динамика его сокращения определяется соотношением между количествами устранённых и выявленных нарушений, составляя при изменении этого соотношения на 1% для рисков легкого и тяжелого травматизма соответственно 2,2% и 0,4%.

3. Формирование у подземного персонала угольных шахт устойчивых навыков выполнения сложных технологических операций в очистных и подготовительных забоях и последующий их контроль может осуществляться на основе техники визуализации кинематики движения, позволяющей отобразить траектории перемещения рабочих органов горнорабочих, занятых в конкретных производственных операциях, и во время тренировочного процесса сократить разницу между показателями, характеризующими поэлементную последовательность этой операции у обучаемых горнорабочих и у горнорабочих, имеющих значительный опыт работы по данной специальности, до минимально возможного значения.

Методы исследований: В работе использован комплекс методов, включающий обобщение исследований ученых и специалистов в области обеспечения безопасности на горнодобывающих предприятиях и обобщение производственной практики. Применялись в качестве основных методов исследования вероятностно-статистические методы анализа причин отклонений производственного процесса от требований безопасности, экспериментальный

метод визуализации кинематики движений при помощи комплекса «Траст-М» Биомеханика.

Достоверность и обоснованность научных положений и результатов подтверждается значительным объемом изученной информации о производственном травматизме, нарушениях требований промышленной безопасности на предприятиях АО «СУЭК»; значительным объемом аналитической информации о состоянии безопасности производства и методах ее обеспечения в рамках работы системы управления охраной труда и промышленной безопасностью на угледобывающих предприятиях АО «СУЭК», актами расследования несчастных случаев и сведениями из «Единой книги предписаний»; применением методик исследования, базирующихся на современных программных продуктах; удовлетворительным совпадением полученных корреляционных зависимостей с обрабатываемым массивами статистических данных; апробацией полученных результатов в периодической печати.

Практическая значимость.

Разработаны методические рекомендации по обучению и контролю процедур выполнения безопасных приемов труда подземного персонала угольных шахт в течении их трудовой деятельности, применение которых обеспечит снижение риска производственного травматизма.

Реализация результатов работы.

Научные и практические результаты работы могут использоваться в учебном процессе при реализации основных образовательных программ по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности», а также программ дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет».

Апробация работы. Результаты исследований и основные положения диссертационной работы обсуждались и были одобрены научной общественностью на международных научно-практических конференциях: VII Санкт-Петербургском конгрессе «Профессиональное образование, наука, инновации в XXI веке» (СПб., Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2014г.); 55 Konferencija Studenckich Kol Naukowych Pionu Gorniczego (Польша, г. Краков, AGH, 2014); Актуальные проблемы патофизиологии XXI Всероссийская конференция молодых ученых с международным участием (СПб., Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, 2015г.); Научно-практической конференции, посвященной 110-летию Горного факультета (СПб., Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015г.); 66-ом Международном форуме горняков и металлургов (Германия, г. Фрайберг, ТУ «Фрайбергская горная академия», 2015г.); III Международной научно-практической конференции «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке» (СПб., Горный университет, 2016г.); Кафедральном отборочном этапе ежегодной научной конференции студентов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение» (СПб., Горный университет, 2017г., 2018г.); 2-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Молодежь и системная модернизация страны» (г. Курск, Юго-Западный государственный университет, 2017г.); Международной научно-практической конференции, посвященной 185-летию кафедры "Горное искусство" Горное дело в XXI веке: Технологии, наука, образование (СПб., Горный университет, 2017г.); Международном форуме-конкурсе молодых ученых «Проблемы недропользования» (СПб., Горный университет, 2018г.).

Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач исследования; анализе факторов, определяющих производственный травматизм в управляемых обществах компании АО «СУЭК»; определение динамики рисков производственного травматизма для компании АО «СУЭК» и ее управляемых обществ; выявление корреляционных связей между рисками производственного травматизма; обоснование принципов организации адресного обучения подземного персонала угольных шахт нормам и требованиям безопасного труда в течение периода его трудовой деятельности; разработка рекомендаций по организации и осуществлению на угледобывающем предприятии различных видов обучения и контроля подземного персонала, реализация которых обеспечит снижение уровня производственного риска.

Публикации. Основные результаты диссертационной работы содержатся в 18 печатных работах, в том числе 5 из них в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 1– в издании, индексируемом международной базой данных SCOPUS, 1– в издании, индексируемом международной базой данных Web of Science.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав и заключения, изложенных на 123 страницах машинописного текста, содержит 60 рисунков, 10 таблиц и список литературы из 120 наименований.

ГЛАВА 1 АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА И АВАРИЙНОСТИ НА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

1.1 Динамика травматизма и аварийности в угольной отрасли России

В реестре опасных производственных объектов Федерального государственного надзора в области промышленной безопасности на предприятиях угольной промышленности по состоянию на 1 января 2018 г. зарегистрировано:

шахт угольных – 96, из них 59 осуществляют добычу;
разрезов угольных – 279, из них 245 осуществляют добычу;
объектов обогащения угля – 107.

Распределение опасных производственных объектов угольной промышленности по классам опасности:

I класс: шахт угольных – 96;
II класс: разрезов угольных – 199, объектов обогащения угля – 101;
III класс: разрезов угольных – 61; объектов обогащения угля – 6;
IV класс: разрезов угольных – 19.

За 2017 год добыча угля по сравнению с 2016 годом увеличилась на 5,6 % и составила 408,9 млн. тонн.

Количество инспекторов, осуществляющих надзор в угольной промышленности – 125 (в 2016 году – 140 человека).

В 2017 году аварийность снижена на 62,5 % (рисунок 1.1, 1.2). На опасных производственных объектах угольной промышленности произошло 3 аварии (в 2016 году – 8). Аварии произошли на шахтах «Анжерская – Южная» (внезапный выброс угля и газа, последний раз внезапные выбросы фиксировались в 2008 году), «Новокашпирская» (прорыв воды в горные выработки), «Есаульская» (обрушение пород кровли).

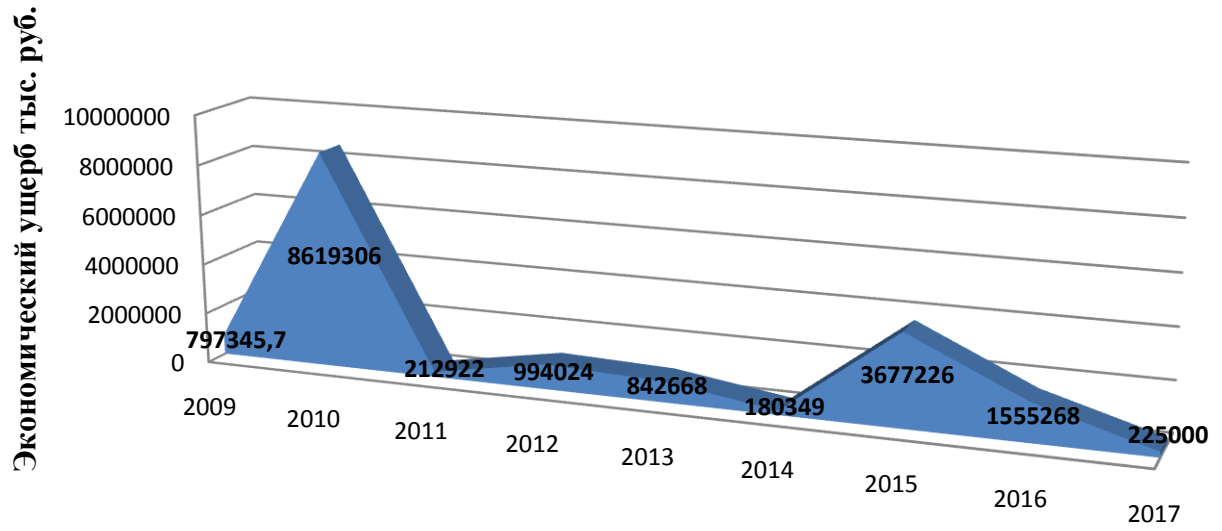


Рисунок 1.1 - Экономический ущерб от аварий на объектах угольной промышленности, тыс. руб.

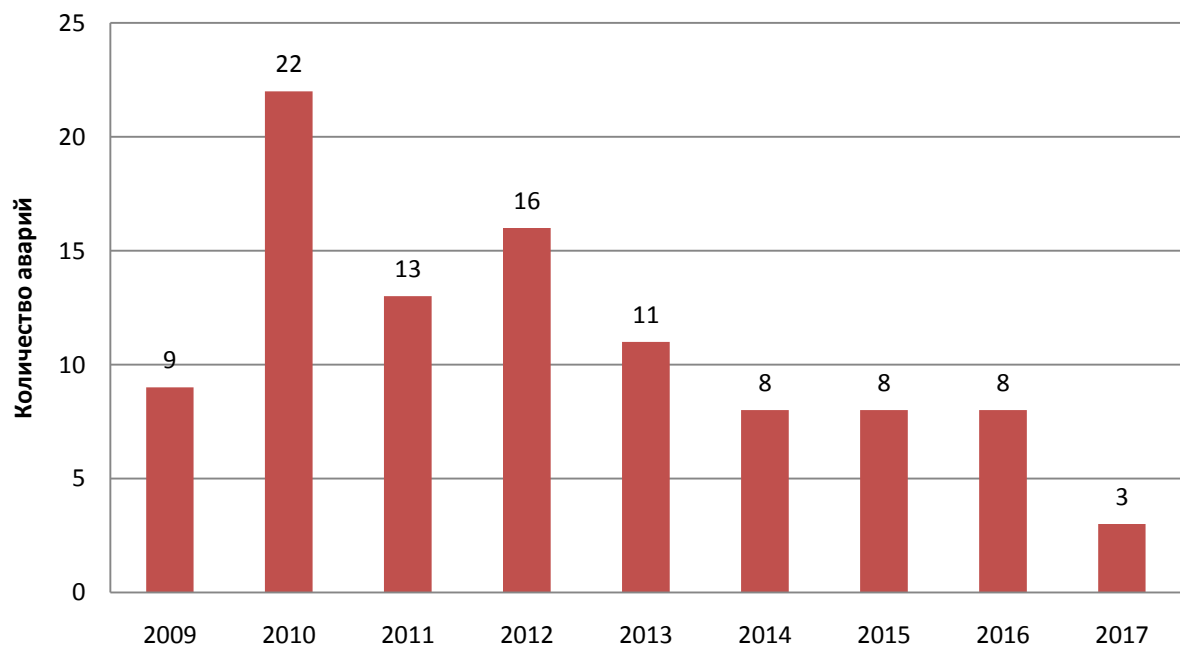


Рисунок 1.2 - Число аварий на объектах угольной промышленности за период 2009-2017 г.г.

Количество несчастных случаев со смертельным исходом снижено на 67,8 %. Смертельный травматизм в 2017 году составил 18 несчастных случаев (2016 году – 56) (рисунок 1.3).

В 2017 году удельный показатель смертельного травматизма составил – 0,044 чел/млн.т.

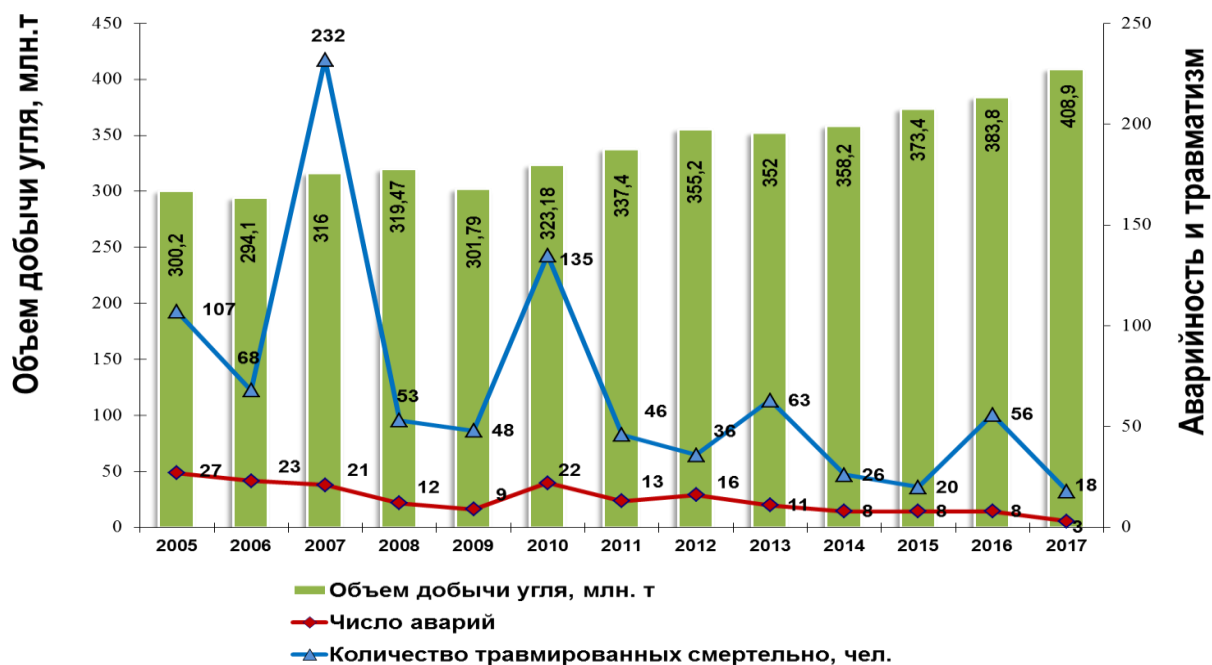


Рисунок 1.3 - Динамика добычи, аварийности и травматизма со смертельным исходом в угольной промышленности

Таким образом, за 2017 год количество несчастных случаев со смертельным исходом снизилось в 3,1 раза по сравнению с 2016 годом (56 случаев), общий травматизм уменьшился с 304 случаев за 2016 год до 188 случаев за 2017 год.

Причинами смертельного травматизма являются неудовлетворительная организация производства работ и ослабление контроля за соблюдением требований промышленной безопасности работниками организаций.

Снижение показателей аварийности и травматизма связано, прежде всего, с проводимыми Правительством Российской Федерации мероприятиями по реструктуризации угольной промышленности, в результате которой были закрыты около 200 убыточных угольных шахт.

Зависимость количества аварий, смертельных несчастных случаев и удельному травматизму к добыче угля с 2004 по 2017 годы представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Зависимость количества аварий, смертельных несчастных случаев и удельному травматизму к добыче угля с 2004 по 2017 годы

Год	Добыча угля, млн. т.			Аварии				Смертельно травмированных, чел.				Удельный смертельный травматизм, чел. / млн. т.		
	Общ.	ПГР	ОГР	Общ.	ПГР	ОГР	ОФ+ТКП	Общ.	ПГР	ОГР	ОФ+ТКП	Общ.	ПГР	ОГР
2004	284,5	103,2	181,3	33	28	3	4	148	132	9	7	0,52	1,279	0,050
2005	300,2	108,5	191,7	27	15	6	6	107	81	17	9	0,36	0,747	0,089
2006	294,1	111,1	183,0	23	20	1	2	68	53	10	5	0,23	0,477	0,055
2007	316,0	111,5	204,1	21	18	1	2	232	216	12	4	0,73	1,937	0,059
2008	319,47	105,28	214,19	12	9	1	2	53	41	8	4	0,16	0,389	0,037
2009	301,79	108,41	193,38	9	8	-	1	48	36	9	3	0,15	0,332	0,047
2010	323,18	102,72	220,45	22	17	1	4	135	122	12	1	0,41	1,188	0,054
2011	337,4	100,99	234,41	13	9	1	3	46	33	10	3	0,13	0,327	0,043
2012	355,2	112,91	242,26	16	11	2	3	36	28	5	3	0,10	0,247	0,021
2013	352,01	101,0	251,0	11	11	0	0	63	57	4	2	0,17	0,554	0,016
2014	358,2	105,3	252,9	8	7	1	0	26	18	5	3	0,07	0,17	0,019
2015	373,4	103,7	269,7	8	6	2	0	20	11	7	2	0,05	0,1	0,02
2016	385,7	104,6	281,1	8	7	0	1	56	53	2	1	0,14	0,5	0,007
2017	408,9	104,5	304,4	3	3	0	0	18	12	5	1	0,04	0,11	0,016
Примечание: ПГР – подземные горные работы; ОГР – открытые горные работы; ОФ+ТКП – обогатительные фабрики и технологические комплексы поверхности.														

Распределение аварий по видам и смертельных несчастных случаев по травмирующим факторам в сравнении с 2016 и 2017 годами приведено в

таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Распределение аварий по видам и смертельных несчастных случаев по травмирующим факторам в сравнении с 2016 и 2017 годами

№ п/п	Вид аварии ис смертельного травматизма	Аварии		+/-	Смертельный травматизм		+/-
		2016 г.	2017 г.		2016 г.	2017 г.	
1	Взрыв (горение, вспышки) газа и угольной пыли	4/-/-	-	-4/-/-	36/-/-	-	-36/-/-
2	Пожар	-/-/1	-	-/-/-1	-	-	-
3	Горный удар	-	-	-	-	-	-
4	Внезапный выброс угля, породы, газа	-	1/-/-	+1/-/-	-	1/-/-	+1/-/-
5	Разрушение зданий, сооружений, технических устройств	-	-	-	-	-	-
6	Транспорт	-	-	-	3/-/-	3/1/-	-/+1/-
7	Электроток	-	-	-	-	-/2/-	-/+2/-
8	Воздействие машин и механизмов	-	-	-	7/-/-	5/1/1	-2/+1/+1
9	Падения	-	-	-	-/1/-	-	-
10	Затопления горных выработок, прорыв воды	1/-/-	-/-/1	-1/-/+1	-	1/-/-	+1/-/-
11	Обрушение горной массы и крепи	1/-/-	1/-/-	±0/-/-	7/-/-	2/1/-	-5/+1/-
12	Отравления и удушье	-	-	-	-	-	-
13	Другие виды аварий и травм	1/-/-	-	-1/-/-	1/1/-	-	-1/-1/-
14	ИТОГО	<u>7/-/1</u> 8	<u>2/-/1</u> 3	<u>-5/-/-</u> -5	<u>54/2/-</u> 56	<u>12/5/1</u> 18	<u>42/+3/+1</u> -38

Распределение аварийности и смертельного травматизма по территориальным органам Ростехнадзора в сравнении с 2016 и 2017 годами приведено в таблице 1.3.

Таблица 1. 3 - Распределение аварийности и смертельного травматизма по территориальным органам Ростехнадзора в сравнении с 2016 и 2017 годами

№ п/п	Территориальное управление Ростехнадзора	Число аварий			Число смертельных несчастных случаев		
		2016 г.	2017 г.	+/-	2016 г.	2017 г.	+/-
1	Сибирское	6	2	-4	13	11	-2
2	Забайкальское	-	-	-	-	1	+1
3	Енисейское	-	-	-	1	2	+1
4	Северо-Кавказское	-	-	-	2	-	-2
5	Сахалинское	-	-	-	1	1	-
6	Дальневосточное	-	-	-	-	1	+1
7	Ленское	-	-	-	-	1	+1
8	Уральское	-	-	-	-	-	-
9	Печорское	2	-	-2	38	1	-37
10	Приокское	-	-	-	-	-	-
11	Северо-Восточное	-	-	-	-	-	-
12	МТУ	-	-	-	-	-	-
13	Средне-Поволжское	-	1	+1	1	-	-1
14	ИТОГО	8	3	-5	56	18	-38

В 2017 году рост смертельного травматизма произошел на объектах, подконтрольных Забайкальскому, Енисейскому, Дальневосточному и Ленскому управлениям Ростехнадзора.

1.2 Результаты контрольно-надзорной деятельности органов Ростехнадзора по профилактике производственного травматизма в 2017 году

В 2017 году следующие показатели надзорной и контрольной деятельности:

количество инспекторов (фактически) – 125 человек;

число проведенных обследований – 7218;

число выявленных нарушений– 51473;

административное приостановление деятельности–655;

административный штраф – 7357;

дисквалификация – 5;

общая сумма взысканных штрафов – 282732тыс. руб.

Результаты контрольно-надзорная деятельность за 2017 год в сравнении с 2016 годом приведены ниже на рисунке 1.4.

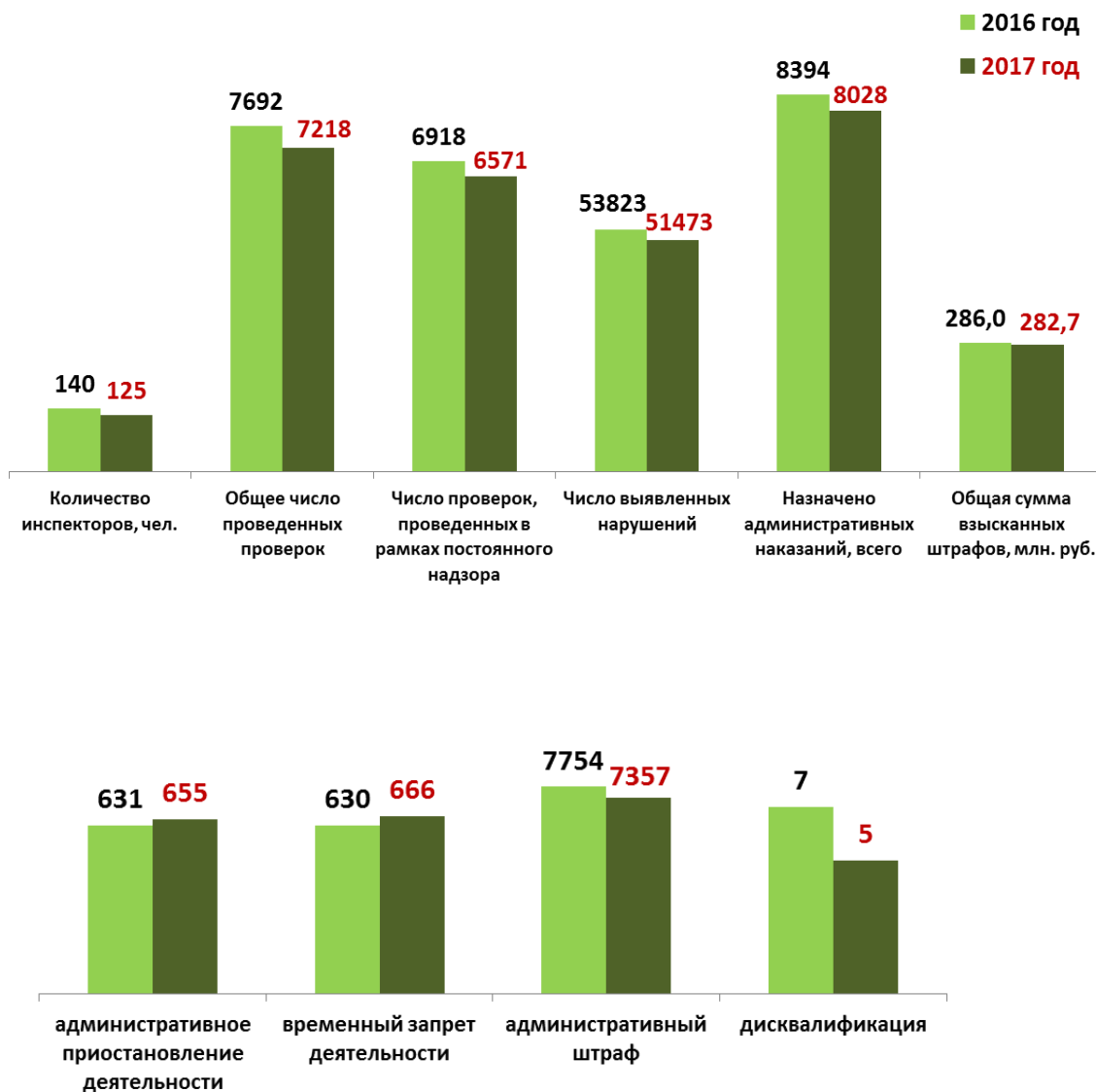


Рисунок 1.4 - Результаты контрольно-надзорная деятельность за 2017 год в сравнении с 2016 годом

Показатели постоянного государственного надзора по территориальным управлениям Ростехнадзора на угольных шахтах за 2017 год приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Показатели постоянного государственного надзора по территориальным управлениям Ростехнадзора на угольных шахтах за 2017 год

№ п/п	Показатели	Территориальные управления Ростехнадзора								
		Сибирское	Печорское	Северо-Кавказское	Дальневосточное	Ленское	Сахалинское	Енисейское	МТУ	ИТОГО
1	Количество шахт угольных Р/Д	68/42	6/5	12/4(2)	3/2	4/4	1/К	2/2	1/1	96
2	Количество инспекторов в постоянном надзоре	64	6	11	3	2	2	2	1	91
3	Количество проверок в рамках постоянного надзора	6448	285	654	39	30	11	27	100	7594
4	Количество выявленных нарушений в рамках постоянного надзора	46533	1873	1364	97	56	18	174	112	50227
5	Административные приостановки в рамках постоянного надзора	481	71	10	0	0	0	0	0	562
6	Штрафы на юридических лиц в рамках постоянного надзора	336	52	44	3	1	2	1	0	439

Продолжение таблицы 1.4

№ п/п	Показатели	Территориальные управления Ростехнадзора								
		Сибирское	Печорское	Северо-Кавказское	Дальневосточное	Ленское	Сахалинское	Енисейское	МТУ	ИТОГО
7	Штрафы на должностных лиц рамках в постоянного надзора	6278	258	95	13	2	1	19	6	6672
8	Смертельный травматизм	11	1	0	0	0	0	1	0	13
9	Аварийность	2	0	0	0	0	0	0	0	2

Оценка результативности и эффективности постоянного надзора в территориальных управлениях за 2017 год приведена в таблице 1.5.

Таблица 1.5 - Оценка результативности и эффективности постоянного надзора в территориальных управлениях за 2017 год

№ п/п	Показатели	Территориальные управления Ростехнадзора								
		Сибирское	Печорское	Северо-Кавказское	Дальневосточное	Ленское	Сахалинское	Енисейское	МТУ	Среднее значение
1	Количество угольных шахт на 1 инспектора	1,0	1,0	1,1	1,0	2,0	0,5	1,0	1,0	1,0
2	Количество проверок на 1 инспектора за год при постоянном надзоре	94,8	47,5	59,4	13,0	15,0	5,5	13,5	100,0	43,58
3	Количество проверок на 1 инспектора в месяц при постоянном надзоре	7,9	3,95	4,95	1,08	1,25	0,45	1,12	8,3	3,62

Продолжение таблицы 1.5

№ п/п	Показатели	Территориальные управления Ростехнадзора								
		Сибирское	Печорское	Северо-Кавказское	Дальневосточное	Ленское	Сахалинское	Енисейское	МТУ	Среднее значение
4	Выявленных нарушений на 1 инспектора за 1 проверку	7,2	6,57	2,1	2,5	1,8	1,6	6,4	1,11	3,66
5	Административные приостановки на 1 инспектора	7,5	9,83	1,0	0	0	0	0	0	2,29
6	Количество проверок на 1 шахту за год	95	47,5	54,5	19,5	7,5	11,0	13,5	100	43,56
7	Количество остановок на 1 шахту за год	7,0	11,8	2,5	0	0	0	0	0	2,6
8	Количество штрафов на 1 шахту за год	97,0	51,6	34,75	8,0	0,75	3,0	10,0	6,0	26,0
9	Смертельный травматизм/аварии	11/2	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1/0	0/0	13/2

Ростехнадзором в течение 2017 года проведено 7218 (за 2016 год - 7692) проверок соблюдения требований промышленной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов в угольной промышленности, в том числе плановых проверок - 119, в рамках режима постоянного государственного надзора - 6571, тогда как за 2016 год проведено плановых проверок - 152, в рамках режима постоянного государственного надзора - 6910 проверок.

В 2017 году проведена одна проверка с привлечением представителей территориальных органов органами прокуратуры.

Количество проверок объектов угольной промышленности за 2017 год, по результатам которых выявлены правонарушения, составило 6727 (за 2016

год - 5399), из них плановых проверок - 96, в рамках режима постоянного государственного надзора - 6530 (за 2016 год - 7099 проверок, из них плановых проверок - 127, в рамках режима постоянного государственного надзора - 6841).

В результате проведенных проверок выявлено 51473 правонарушения (за 2016 год - 53823), из них при плановых проверках - 7017, в рамках режима постоянного государственного надзора - 43950.

Количество административных наказаний, наложенных по итогам проверок, составило 8028 (за 2016 год - 8394).

Общая сумма административных штрафов составила 282732 тыс. рублей (за 2016 год - 286004 тыс. рублей). Общая сумма уплаченных (взысканных) административных штрафов при внеплановых проверках составила 8471 тыс. рублей.

В 2017 году по фактам выявленных нарушений материалы двух проверок переданы в правоохранительные органы для возбуждения уголовного дела (принятия мер прокурорского реагирования).

В результате анализа нарушений обязательных требований промышленной безопасности на угольных шахтах в 2017 году выявлены массовые нарушения в части: мероприятий по противопожарной защите; паспортов крепления очистных и подготовительных выработок; подземного транспорта (конвейерного и доставочного); электромеханического хозяйства (взрывобезопасность не более 3%).

В целях снижения смертельного травматизма в территориальные управления Ростехнадзора 20 января 2017 года направлен материал с анализом смертельного травматизма в угольной промышленности России за 12 лет. В анализе указаны виды нарушений обязательных требований промышленной безопасности, как правило, приводящие к гибели персонала. С материалом

ознакомлены специалисты Ростехнадзора, осуществляющие контроль и надзор за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах угольной отрасли, и учитывают его в рамках своей контрольно-надзорной деятельности.

В результате анализа нарушений обязательных требований промышленной безопасности на угольных разрезах в 2017 году выявлены повторяющиеся нарушения в части: паспортов горных работ; транспорта; отвалного хозяйства.

В результате анализа нарушений обязательных требований промышленной безопасности на углеобогажительных фабриках и базисных складах взрывчатых материалов массовые нарушения требований промышленной безопасности не выявлены.

Ростехнадзором проводится регулярная работа по разъяснению неоднозначных или неясных для подконтрольных организаций и граждан обязательных требований, в том числе в силу пробелов или коллизий в нормативных правовых актах.

Таким образом, в 2017 году рассмотрено 127 обращений подконтрольных лиц в части разъяснения требований промышленной безопасности.

Новые требования нормативных правовых актов, разработанных Ростехнадзором, направляются в территориальные органы Ростехнадзора для дальнейшего ознакомления подконтрольных лиц, осуществляющий добычу и переработку угля (сланцев).

1.3 Оценка мероприятий по повышению уровня промышленной безопасности в угольных шахтах (на примере АО "СУЭК")

- Повышение надежности многофункциональных систем безопасности и аэрогазового контроля на шахтах

Основными рисками при добыче угля подземным способом являются возможность образования потенциально взрывоопасной концентрации метана и наличие взвешенной взрывоопасной угольной пыли, поэтому компания уделяет особое внимание мерам по повышению аэрологической безопасности.

Шахты компании оборудованы многофункциональной системой, обеспечивающей безопасность ведения горных работ, контроль и управление технологическими и производственными процессами в нормальных и аварийных условиях. В настоящее время на шахтах компании эксплуатируется ряд подсистем общей многофункциональной системы безопасности, в том числе:

- системы аэрологической безопасности, включающей в себя:
 - контроль и управление стационарными вентиляторными установками, вентиляторами местного проветривания и газоотсасывающими установками;
 - контроль и управление дегазационными установками и дегазационной сетью;
 - аэрогазовый контроль;
- системы контроля и прогноза газодинамических явлений;
- системы обнаружения ранних признаков эндогенных и экзогенных пожаров;
- системы контроля и управления пожарным водоснабжением и водоотливами;
- системы связи, оповещения и определения местоположения персонала;

- система определения местоположения персонала в горных выработках шахты;
- система поиска и обнаружения людей, застигнутых аварией;
- система оперативной, громкоговорящей и аварийной подземной связи и аварийного оповещения.

В компании разработан ряд мер, направленных на повышение надежности многофункциональной системы обеспечения безопасности. В головном офисе СУЭК в Москве функционирует ситуационно-аналитический центр, который контролирует параметры промышленной безопасности в режиме реального времени, анализирует результаты и координирует действия с региональными подразделениями и производственными предприятиями во время внештатных ситуаций. В Кузбассе работает единый диспетчерско-аналитический центр промышленной безопасности, куда в автоматическом режиме поступают сведения об аэрогазовой обстановке и безопасности производственных процессов на шахтах региона, что позволяет диспетчерам 24 часа в сутки контролировать безопасность работы шахтеров (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 - Единый диспетчерско-аналитический центр АО «СУЭК-Кузбасс»

На шахте «Комсомолец» в Кузбассе продолжается внедрение пилотного проекта системы дистанционного мониторинга параметров безопасности ведения горных работ.

К ранее реализованным в системе дистанционного контроля объектам аэрологической безопасности в 2017 году добавлены новые подсистемы:

- система контроля динамических явлений;
- система контроля вентиляторов местного проветривания;
- система контроля пожарного водоснабжения;
- система контроля водоотливных установок;
- система контроля за электроснабжением шахты.

- Совершенствование систем дегазации угольных шахт

Для снижения риска образования взрывоопасной концентрации метана проводится комплексная дегазация шахт с метанообильностью более 10 м³ на тонну угля. Дегазация производится с помощью бурения дегазационных скважин, по которым метан выводится из выемочного участка добычи. Внедряются новые способы дегазации и более современное оборудование, позволяющее осуществлять этот процесс максимально эффективно.

Так, в 2017 году на шахте им. С.М. Кирова проведены испытания усовершенствованной технологии дегазации путем гидроразрыва угольного пласта, которая позволила существенно снизить газообильность лавы в месте проведения гидроразрыва и сократить простои производства из-за газового фактора.

Шахтный метан, откачиваемый в результате дегазации, используется для выработки тепловой и электроэнергии для нужд шахт, что помогает повысить энергоэффективность нашего производства и сократить выбросы парниковых газов.

- Повышение эффективности мероприятий по борьбе с угольной пылью

Для снижения риска взрывов угольной пыли на шахтах СУЭК установлены повышенные требования к уровню осланцевания горных выработок с помощью инертной пыли:

- для повышения качества осланцевания горных выработок используются механические осланцеватели, в настоящее время в эксплуатации находится более 300 единиц данного оборудования;

- на шахтах СУЭК в Кузбассе расход инертной пыли для осланцевания горных выработок за шесть лет увеличился почти втрое – с 6 100 до 17 680 тонн в год.

Мы также стремимся сокращать выбросы угольной пыли в атмосферу:

- на обогатительных фабриках и установках СУЭК продолжается внедрение технологии вакуумного сбора, транспортировки и утилизации мелкодисперсной угольной пыли;
- на территории Ванинского балкерного терминала смонтированы установки туманообразования с применением пенных генераторов; функционируют стационарные и мобильные системы пылеподавления; в 2017 году была модернизирована система пылеподавления в зале вагоноопрокидывателей;
- в Мурманском морском торговом порту завершено проектирование пылезащитных экранов с эффективностью пылеподавления свыше 80%, введена в эксплуатацию туманообразующая система пылеподавления (водяные пушки), что позволило снизить пылеобразование на 49%; в 2017 году в порту также построены очистные сооружения ливневых вод.

- Усиление контроля промышленной безопасности

Огромную роль играет предотвращение нарушений в снижении числа травм и аварий. Ведется учет нарушений на угледобывающих и перерабатывающих предприятиях СУЭК. Все нарушения заносятся в единую базу данных. Внедренное специализированное программное обеспечение имеет возможность заблокировать выдачу сменных нарядов без устранения выявленных нарушений.

В настоящий момент оно внедряется на сервисных и вспомогательных предприятиях СУЭК.

- Обучение и повышение квалификации персонала

В Компании уделяется особое внимание тому, чтобы сотрудники обладали необходимыми знаниями, умениями и навыками для безопасного и ответственного выполнения своих обязанностей.

В 2017 году продолжено совершенствование компьютерного обеспечения обучающих комплексов предсменного контроля знаний – терминалов-экзаменаторов.

Специалисты СУЭК разработали дополнительные тесты для работников как основных угледобывающих и углеперерабатывающих, так и вспомогательных и сервисных предприятий компании. Перед началом работы каждый работник предприятия проходит в обучающей форме экспресс-контроль своих знаний по охране труда и промышленной безопасности.

- Пропаганда охраны труда

В 2017 году специалисты компании разработаны 13 видеороликов, информирующих работников о вредных и опасных производственных факторах и рисках на каждом рабочем месте и о методах борьбы с ними с помощью правильного использования средств индивидуальной защиты, в соответствии с требованиями охраны труда и промышленной безопасности.

Также разработаны видеоинструкции, общей продолжительностью по 3-4 минуты, которые учат как правильно применять и обслуживать средства индивидуальной защиты. Эти видеоинструкции размещаются на информационных панелях в помещениях административно-бытовых комбинатов, нарядных, в корпоративных автобусах.

Для сотрудников, чтобы привлечь их внимание к вопросам безопасности и формирования культуры безопасного поведения на производственных предприятиях работает система под названием «Сигнальный листок», в котором

сотрудниками проставляются отметки о наличии опасных факторов на своих рабочих местах. Благодаря системе обратной связи в 2017 году было устранено более 300 недостатков, выявленных работниками компании.

- Выявление сотрудников, склонных к излишнему риску

Всех новых кандидатов на рабочие должности в СУЭК тестируют с целью выявления склонности к рискованному поведению во время работы. Тестирование проводится по таким показателям, как склонность к риску, степень обучаемости и готовность следовать установленным правилам.

- Обеспечение сотрудников современной спецодеждой и средствами индивидуальной защиты

Для минимизации воздействия вредных производственных факторов на персонал в компании разработаны стандартные требования к спецодежде, спецобуви и другим средствам индивидуальной защиты. Работники СУЭК получают самые современные средства индивидуальной защиты в виде специальной одежды и обуви, касок, респираторов и защитных очков.

В СУЭК внедрена автоматизированная система персонального учета потребности и выдачи средств индивидуальной защиты, позволяющая организовать и систематизировать планирование, приобретение, хранение и своевременную и бесперебойную выдачу средств индивидуальной защиты. На предприятиях компании на постоянной основе организован входной контроль качества спецодежды и средств индивидуальной защиты на соответствие корпоративному стандарту.

В 2017 году на предприятиях СУЭК проведено восемь практических семинаров, посвященным вопросам применения средств индивидуальной защиты, основным изменениям законодательства в области охраны труда и

предупредительным мерам по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

- Охрана здоровья

Сохранение жизни и здоровья персонала, минимизация риска появления профессиональных заболеваний – приоритетное направление деятельности компании в вопросах медицины труда.

С 2010 года в рамках программы «Здоровье» реализуются мероприятия по обнаружению предпосылок профессиональных заболеваний на ранних стадиях, проводится систематическая работа по охране здоровья сотрудников и пропаганде здорового образа жизни.

Сотрудникам компании предоставляются медицинское обслуживание, информационное обеспечение, консультации, диагностика и лечение. Пропаганда здорового образа жизни и необходимости соблюдения требований безопасности и охраны труда позволяют донести до всех сотрудников компании важность охраны собственного здоровья.

Основной задачей медицинских служб головного офиса, региональных производственных объединений и предприятий СУЭК является обеспечение условий сохранения, защиты и укрепления здоровья работников с учетом как производственных, так и индивидуальных рисков.

Основные направления деятельности медицинских служб:

- оказание неотложной медицинской помощи;
- медицинский допуск к труду;
- профилактика профзаболеваний;
- лечение и реабилитация;
- гигиена труда и промышленная санитария;
- пропаганда здорового образа жизни;

- разработка практических рекомендаций на основании научных исследований;

- участие в специальной оценке условий труда и разработка мероприятий, направленных на сохранение здоровья.

С 2012 по 2017 год период нетрудоспособности в связи с заболеваемостью персонала уменьшился более чем в два раза, до 6,5 календарных дней на одного сотрудника в год.

Основной задачей медицинских служб головного офиса, региональных производственных объединений и предприятий СУЭК является обеспечение условий сохранения, защиты и укрепления здоровья работников с учетом как производственных, так и индивидуальных рисков.

Основные направления деятельности медицинских служб:

- оказание неотложной медицинской помощи;
- медицинский допуск к труду;
- профилактика профзаболеваний;
- медицинская профилактика;
- лечение и реабилитация;
- гигиена труда и промышленная санитария;
- пропаганда здорового образа жизни;
- разработка практических рекомендаций на основании научных исследований;

- участие в специальной оценке условий труда и разработка мероприятий, направленных на сохранение здоровья.

С 2012 по 2017 год период нетрудоспособности в связи с заболеваемостью персонала уменьшился более чем в два раза, до 6,5 календарных дней на одного сотрудника в год.

1.4 Постановка задач исследования

Несмотря на то, что с течением времени наблюдается общее снижение риска травматизма, его текущее значение варьируется вокруг линии тренда, имеющей устойчивый отрицательный коэффициент регрессии. То есть в конкретный период локальное значение риска травматизма может отклоняться в большую сторону от общей тенденции его снижения.

В настоящее время основной акцент делается на ликвидацию последствий травматизма и аварийности за счет внедрения различных мероприятий. Действующие системы контроля не позволяют достаточно точно оценить вероятность возникновения той или иной травмы или аварии. Это не позволяет в полной мере выявлять и устранять коренные причины травм, возникающих на угольных шахтах и, следовательно, обеспечить достаточный уровень эффективности и безопасности производства.

Следовательно, существует необходимость перехода от ликвидации последствий травматизма и аварийности к их превентивному предупреждению. В качестве одного из критериев при этом может быть выбрано число нарушений правил безопасности, в том числе повторяющихся нарушений.

В связи с этим основными задачами исследования являются:

1. Анализ рисков травматизма и аварийности при подземной добыче угля и установление основных факторов, влияющих на производственный травматизм.
2. Установление особенностей функционирования системы обеспечения безопасности труда подземного персонала при выполнении работ с повышенными значениями риска травматизма.

3. Исследование корреляционной связи риска производственного травматизма с частотой нарушения правил безопасности
4. Анализ влияния количества устраненных нарушений правил безопасности на риск производственного травматизма.
5. Обзор современных методов визуализации кинематики движений для тренировочных действий и производственной деятельности.
6. Разработка экспериментального стенда для изучения кинематики движения горнорабочих при выполнении основных технологических операций.
7. Проведение экспериментальных исследований и оценка величины среднеквадратического отклонения, характеризующего кинематику движений для двух групп персонала: имеющей опыт работы в подземных условиях и не обладающей таким опытом.
8. Разработка предложений по совершенствованию обучения персонала угольных шахт нормам и требованиям безопасного труда и контроля за соблюдением этих норм.

ГЛАВА 2 МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПЕРСОНАЛА УГОЛЬНЫХ ШАХТ НОРМАМ И ПРАВИЛАМ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И КОНТРОЛЯ ЗА ИХ ВЫПОЛНЕНИЕМ

2.1 Анализ системы обучения нормам и правилам охраны труда и контроля за их выполнением в процессе производственной деятельности горнорабочих

Обучение охране труда и проверка знаний требований ее норм и правил проводится в порядке, установленном постановлением Минтруда России и Минобразования от 13 января 2003 г. N 1/29 «Об утверждении порядка

обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций» (с изменениями на 30 ноября 2016 года) [96] и ГОСТ 12.0.004-2015 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения» [35].

Согласно данным документам, определен порядок проведения обучения и виды инструктажа при приеме на работу и в процессе трудовой деятельности работников (рисунок 2.1-2.4).



Рисунок 2.1 - Блок-схема "Обучение и виды инструктажа при приеме на работу"



Рисунок 2.2 - Блок-схема "Обучение и виды инструктажа в процессе трудовой деятельности"

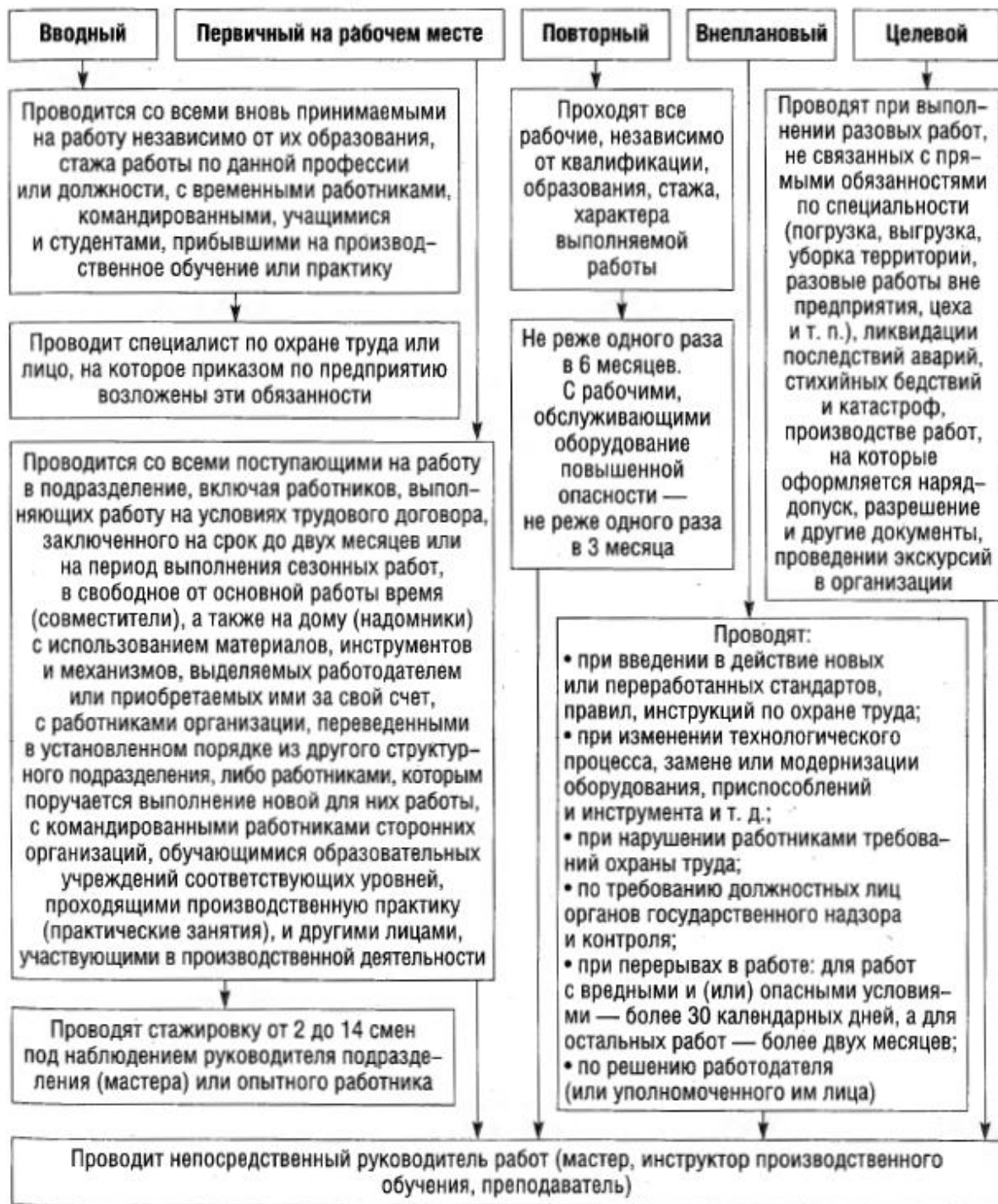


Рисунок 2.3- Блок-схема "Виды и порядок проведения инструктажей"

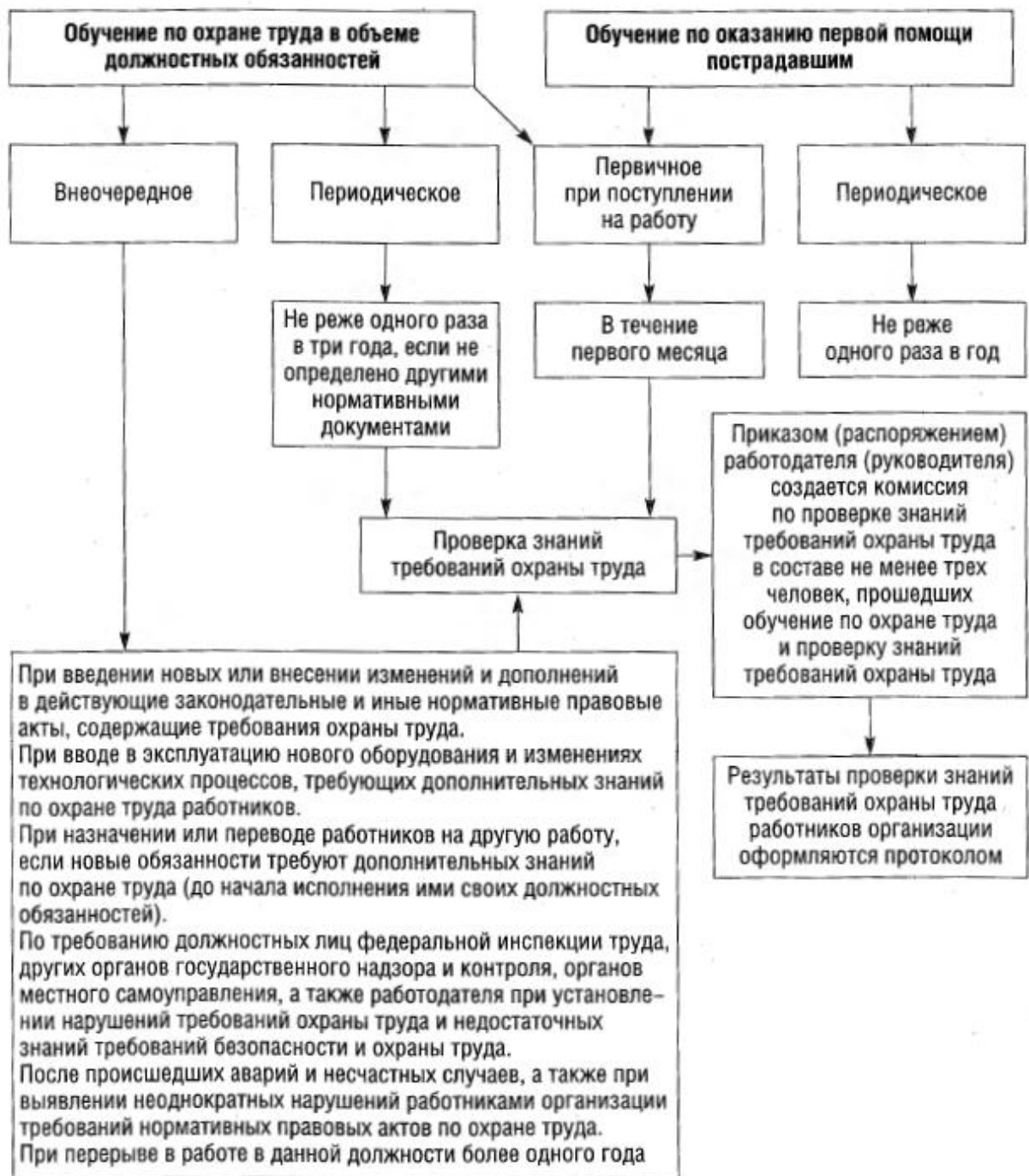


Рисунок 2.4 - Блок-схема "Обучение работников по охране труда"

Делая анализ по нормативной базе и по процессу обучения по вопросам безопасности труда, можно сделать следующие выводы. Общим недостатком

всех видов обучения по охране труда является теоретический, чисто информационный характер приобретения знаний и отсутствие условий для овладения навыками безопасной работы. Следует выделить в отдельную категорию обучение по охране труда работающих в условиях повышенных требований безопасности, которых следует обучать не только общим вопросам охраны труда, а, прежде всего, отработке навыков выполнения безопасной работы.

2.2 Обзор особенностей обучения персонала горнодобывающих предприятий правилам безопасности труда

Для обучения рабочих правилам безопасности труда используют следующие компьютерные учебные программы:

- контролирующие;
- справочные (информационно-поисковые);
- тренажеры-имитаторы;
- обучающие программы, включая электронные учебники и пособия.

На угледобывающем предприятии АО "СУЭК" используют виртуальные тренажеры, полигоны, позволяющие человеку наиболее отрабатывать безопасные приемы труда (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 - Полигон на разрезе «Тугнуйский» для отработки безопасных приемов вождения большегрузных (220 т) автомобилей «БелАЗ»

В АО «СУЭК» на предприятиях по добыче угля в зданиях административно-бытовых комбинатов установлены, так называемые, предсменные экзаменаторы, которые позволяют проверить знания в области безопасности каждого горняка. Такая проверка производится перед каждой сменой, избежать проверку невозможно, так как информация о результате экзамена работника поступает в ламповую (на шахтах) в соответствии с его табельным номером. Если информация не поступила в ламповую по конкретному табельному номеру, значит этот работник экзаменатор миновал, следовательно ему не выдается самоспасатель и аккумулятор с лампой.

Периодически проводятся соревнования мастерства. Главным критерием мастерства является безошибочное использование безопасных приемов труда. Для инженерно-технических работников используются обучающие программы развивающего характера: формируются тематические «кейсы», по своей сути представляющие инновационную разработку, актуальную для конкретного

предприятия, представителем которого является обучаемый. Практика показывает, что выполнение такого задания работником, безусловно, повышает его профессиональный уровень.

2.3 Системы контроля безопасности на угледобывающих предприятиях

Для снижения травматизма на угольных предприятиях внедряются разнообразные технические средства. Они включают в себя многофункциональные системы контроля как производственных процессов, так и персонала. К ним относятся системы контроля Гранч, МИКОН, Devis Derbe и т.п. Указанные системы позволяют отслеживать в режиме on line осуществление всех основных процессов в шахте, кроме того, отдельные из них предоставляют возможность контролировать местонахождение работника, а при необходимости – подать ему сигнал тревоги.

Система позволяет определить местоположение любого человека в выработке шахты с точностью не хуже ± 20 м и определить его состояние и газовую обстановку вокруг него (рисунок 2.6).

Каждый работник, спускающийся под землю имеет при себе Устройство оповещения (УО). совмещенное с функцией шахтового светильника. УО непрерывно измеряет радиополе, созданное Базовыми станциями (БС) системы вдоль выработок. Результаты измерений передаются на Сервер системы, который рассчитывает координаты человека, находящегося под землей.

Рассчитанные данные о местоположении шахтера в реальном времени отображаются на мнемосхеме шахты на АРМ диспетчера системы. Таким образом, диспетчер видит, где в данный момент под землей находится каждый работник. Кроме того, диспетчер видит в реальном времени информацию о каждом человеке и его состоянии. Система вносит историю всех событий в

журнал. При необходимости можно воспроизвести местоположение любого человека в любой момент времени.

Все системы контроля позволяют остановить контролируемый процесс в случае возникновения аварийной ситуации.

В АО «СУЭК-Кузбасс» контроль основных производственных процессов в шахтах выведен на диспетчерскую службу предприятия и Единую диспетчерско-аналитическую службу объединения — АО «СУЭК» (рисунок 2.7).

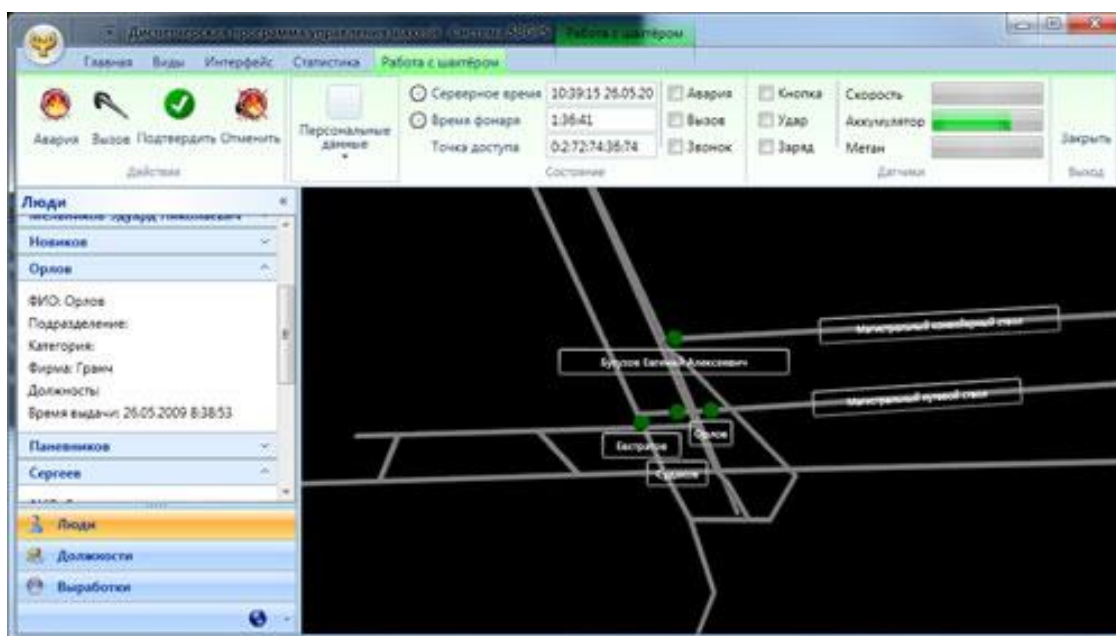


Рисунок 2.6 - Наблюдение за персоналом в системе Гранч



Рисунок 2.7 - Единый диспетчерско-аналитический центр АО «СУЭК-Кузбасс»

На открытых горных работах используются системы мониторинга «Карьер», также позволяющие в режиме online отслеживать работу автомобильно-экскаваторного комплекса.

Развиваются и используются программные средства регистрации, учета, контроля устранения и анализа отклонений от требований безопасности.

Кроме того, такие программные средства предусматривают автоматическое внесение в наряд-задание устранения нарушений, выявленных в предыдущую смену на производственном участке. Причем, программа не позволяет выдающему наряд исключить из наряд-путевки задание на устранение выявленного нарушения требований безопасности.

В последние годы на угольных предприятиях, в том числе и в АО «СУЭК», развиваются организационные методы снижения травматизма путем уменьшения количества нарушений требований безопасности. На базе разработки А.И. Добровольского в компании получил распространение метод

работы с повторяющимися нарушениями требований безопасности, заключающийся в том, что повторяющиеся отклонения от требований безопасности выделены в отдельную категорию и взяты на контроль как системные отклонения, т.е. обусловленные неудовлетворительной организацией производственных процессов. Широкое распространение получают поведенческие аудиты безопасности (ПАБы), сигнальные листки – информация об опасностях (критических отклонениях) от рабочих.

Повышается качество нарядной системы (разработка А.В. Галкина), предусматривающее подготовку, выдачу, исполнение и контроль наряд-задания в аспекте обеспечения безопасных условий его исполнения рабочими.

Осваивается производственное планирование горных работ с учетом выявленных рисков в конкретных технологических процессах.

Одним из эффективных методов повышения безопасности горных работ получает стандартизация производственных процессов. Этот метод давно и положительно зарекомендовал себя в развитых угледобывающих странах. В нашей стране осваивается на ряде ведущих угольных компаний: «СУЭК», «СДС-Уголь», «Кузбассразреуголь» и т.д.

Подход к повышению безопасности производства путем стандартизации производственных процессов на угольных шахтах в нашей стране предложен В.П. Баскаковым. Суть этого подхода заключается в уменьшении величины отклонений производственного процесса до значений, позволяющих обеспечить приемлемый уровень безопасности при заданной эффективности производства. С точки зрения контроля процесса необходимо контролировать, чтобы он не отклонился свыше допустимых значений.

2.4 Моделирование кинематики движения человека - как способ формирования устойчивых навыков выполнения технологических операций, способствующих предотвращению нарушений правил безопасности

Моделирование кинематики движения человека является одним из наиболее эффективных способов изучения его функциональных особенностей, позволяющее установить траектории перемещения в пространстве и времени органов человека. Использование этого метода приводит к определению динамических параметров исследуемого процесса, изучить его взаимосвязь с внешними объектами, провести оценку количественных характеристик, в том числе в сопоставлении с количественными характеристиками, принятыми в качестве «эталонных».

Широко используемые в настоящее время «виртуальные» методы, основанные на использовании различного вида компьютерных тренажеров, дают возможность лишь изучить реакцию человека на возникновение опасных, нештатных ситуаций и обучить его действиям для их оперативного предупреждения или минимизации.

На основе изучения кинематики движения в условиях, приближенных к реальным условиям, представляется возможным формировать у человека устойчивые навыки выполнения производственных операций, обеспечивающие необходимый уровень безопасности при минимальных энергозатратах.

Опыт изучения кинематики движения человека в таких областях, как спортивная биомеханика, робототехника, эргономика, физиология, реабилитационная и космическая медицина, свидетельствует о том, что этот метод является весьма эффективным для обучения людей действиям и приемам,

способствующих решению поставленных задач, и последующим контролем их выполнения.

К наиболее распространенным методам изучения кинематики движения человека относятся: система видеоанализа движений Raptor-12, система Xsens, система Vicon, система AnyBody, биомеханика "ТРАСТ-М".

2.4.1 Система видеоанализа движений Raptor-12 ("MotionAnalysis")

Система видеоанализа движений Raptor-12 ("MotionAnalysis", США) состоит из 12 видеокамер, которые в специальном порядке располагают в помещении. На теле испытуемого располагают маркеры в виде светоотражающих стикеров. К персональному компьютеру подключают все камеры. Затем на персональном компьютере происходит обработка поступающей информации в режиме реального времени (рисунок 2.8).

Основной минус этой системы - большая длительность обследования.

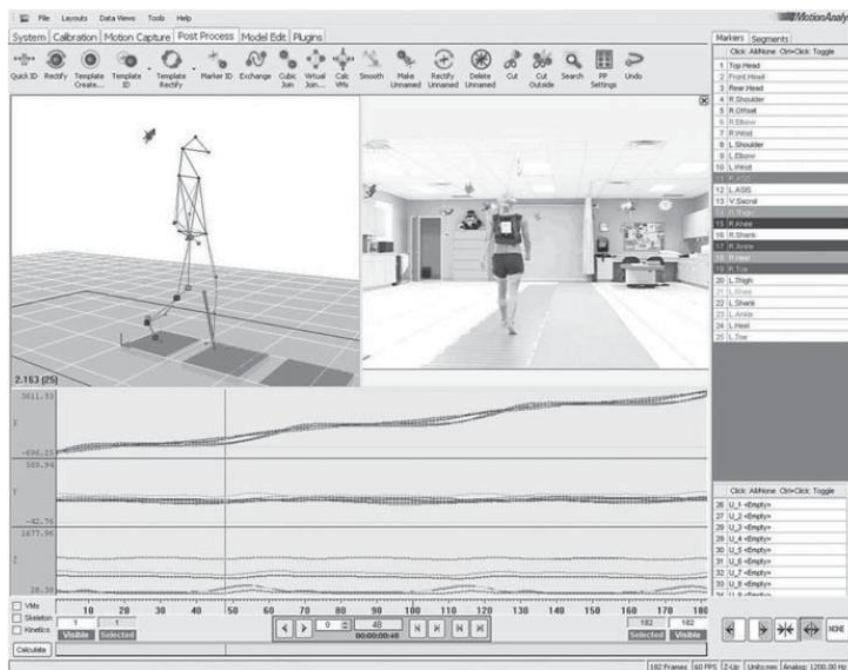


Рисунок 2.8 - Регистрация биомеханики ходьбы с помощью системы MotionAnalysis

2.4.2 Система Xsens

Одной из современных систем трехмерного моделирования движений человека является инструмент системы Xsens, который обладает возможностями визуализации (рисунок 2.9) перемещений опорного скелета человека. Он разрабатывался в качестве дополнительного инструмента к измерительной системе Xsens на основе костюма с инерциальными датчиками (рисунок 2.10), и поэтому не обладает ни анатомической точностью, ни широким инструментарием. Основная проблема этой системы заключается в потере информации при преобразовании данных.

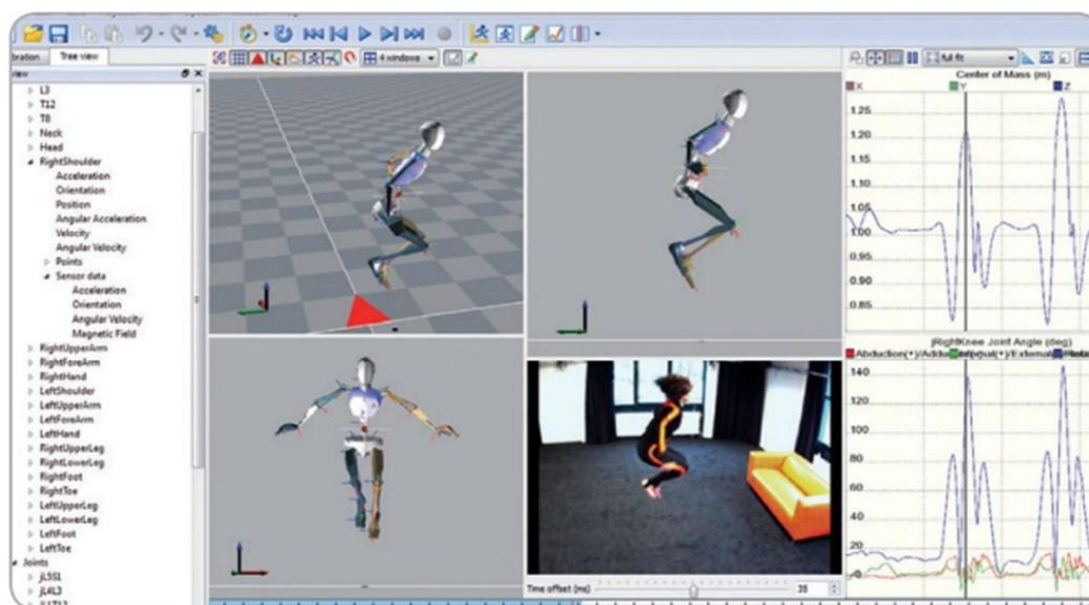


Рисунок 2.9 - Визуализация движений человека в системе Xsens



Рисунок 2.10 - Система трекинга движений человека Xsens (костюм на основе инерциальных датчиков)

2.4.3 Система Vicon

Наиболее широко в мире используется система Vicon (рисунок 2.11), но применяется она, в основном, для исследовательских медицинских задач. Ее используют в некоторых медицинских центрах мирового уровня. Система позволяет выполнять массо-динамический и структурный анализ движения человека с использованием подключаемых измерительных систем.



Рисунок 2.11 - Проведение исследований с помощью системы Vicon

Ее недостаток аналогичен предыдущей рассмотренной системе — подсистема визуализации (рисунок 2.12) является лишь дополнительным элементом к основной подсистеме измерения (оптический захват движения с помощью маркеров). Также для использования данной системы необходимо дорогостоящее оборудование и значительная площадь лаборатории.

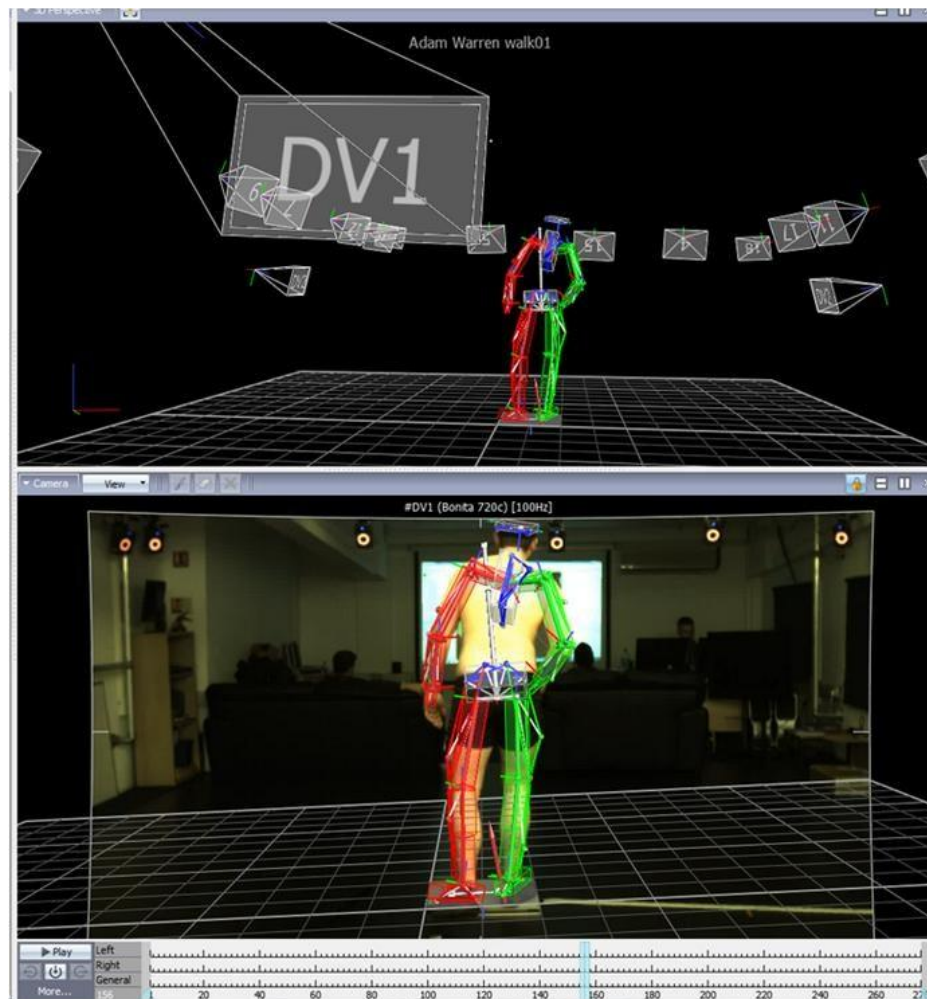


Рисунок 2.12 - Визуализация движений человека в системе Vicon

2.4.4 Система AnyBody

Для увеличения функциональных характеристик выше перечисленных систем их зачастую дополняют системой AnyBody. Данная система представляет собой программное обеспечение, способное отображать работу мышц и костей при движении в виде трехмерной модели движения (рисунок 2.13). Система закрашивает мышцы в зависимости от усилий развиваемых ими при движении, а элементы, которые не участвуют в движении делает прозрачными (рисунок 2.14).

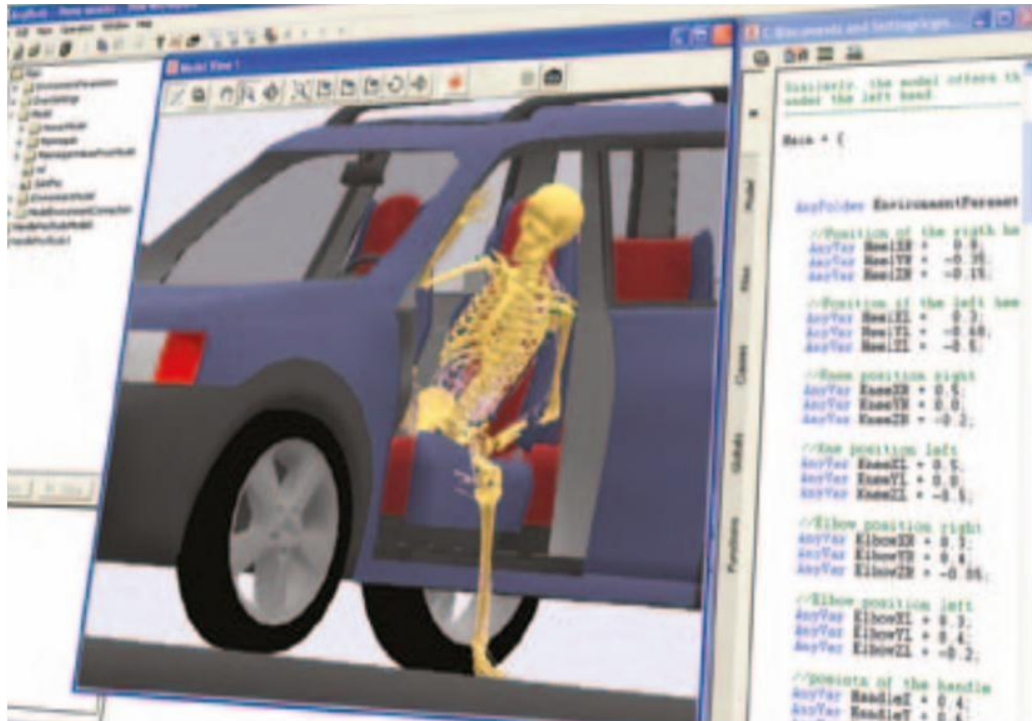


Рисунок 2.13 - Трехмерная модель движения в системе AnyBody

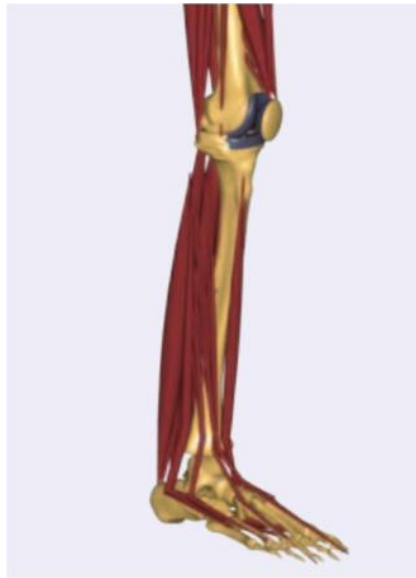


Рисунок 2.14 - Трехмерная модель нижней конечности с графическим выделением мышц по степени нагрузки системы AnyBody

2.4.5 Биомеханика "ТРАСТ-М"

Система для комплексной объективной оценки двигательных функций, регистрации биомеханики движений. Модификация комплекса «Траст-М» Биомеханика предназначена для проведения полного цикла диагностики опорно-двигательной системы. Комплекс позволяет регистрировать и анализировать кинематику движений, функционирование мышечного каркаса, ротации в суставах, треморы, асимметрии, биоэлектрическую активность мышц, исследовать поструральную функцию. Объективная оценка движений производится по параметрам гониограмм, подометрии, суммарной ЭМГ, стабилometрии, амплитудам, скоростям и фазам двигательных локомоций.

Преимущества данного комплекса в том, что миниатюрные датчики «Траст-М» для регистрации биомеханических параметров размером со "спичечный коробок" и весом 40 грамм удобны для взрослых и детей. Регистрация линейных и ротационных движений, гониограмм, треморов, функциональной ЭМГ, подометрии, стабилometрии 3D. Программное обеспечение позволят проводить реконструкцию движений на 3D модели "Скелет", "Мышечный каркас" с визуализацией локомоций и фаз мышечной активности. Проводится фазовый анализ циклических движений, сравнение полученных данных, анализ усредненных результатов, сопоставление с нормой. Прецизионные датчики «Траст-М» обеспечивают высокую точность регистрации задаваемых параметров. Время подготовки пациента для процедуры составляет 5-15 минут, в то время как на оптических системах с маркерами подготовка пациента занимает 40-60 минут. Мобильность комплекса дает возможность проводить "выездные" обследования, не требует специализированного помещения. Встроенные аккумуляторы обеспечивают автономную непрерывную работу сенсоров «Траст-М» до 5 часов от одной

зарядки. Передача данных происходит с помощью телеметрических каналов (WIFI или Bluetooth). Синхронная работа 16 биомеханических сенсоров с 32 каналами ЭМГ позволяет регистрировать локомоции основных сегментов тела с одновременным сокращением заданных мышечных групп.

В таблице 2.1 приведены основные технические характеристики системы

Таблица 2.1 - Основные технические характеристики системы

Габаритные размеры биомеханического сенсора "Траст-М"	не более 38х49х20 мм
Масса сенсора	не более 40 грамм
Количество биомеханических сенсоров "Траст-М"	1-16 шт
Точность синхронизации сенсоров и каналов	не хуже 0.01 сек
Количество каналов регистрации функциональной ЭМГ (для одного биомеханического сенсора)	до 2-х каналов
Каналы регистрации линейных движений	по 3-м взаимно - перпендикулярным осям
Каналы регистрации ротационных движений	по 3-м взаимно - перпендикулярным осям
Точность регистрации угловых движений	не хуже 1 град.

Продолжение таблицы 2.1

Диапазон регистрации угловых скоростей ротационных движений	не менее 2000 град сек
Частота дискретизации каналов регистрации локомоций	не менее 1000 Гц
Частота дискретизации каналов регистрации ЭМГ	не менее 1000 Гц
Полиграфические модули (опционально)	рекурсии дыхания, распределение давления под стопой, мелкая моторика верхних конечностей, ЭЭГ до 32 каналов, ЭКГ, SpO2.
Тренажерные модули (опционально)	беговая дорожка с системой разгрузки, балансировочная платформа, велотренажер, подключение тренажеров заказчика.

Основой комплекса являются миниатюрные биомеханические сенсоры «Траст-М» с телеметрическим управлением по радиоканалу. Каждый сенсор – это автономный портативный прибор, который включает в себя три вида пространственных датчиков движения (акселерометр, гироскоп и магнитометр) и 2 миографических канала. Вес одного датчика не более 40 грамм, габаритные размеры 38х49х20мм (сравнимо со габаритами спичечного коробка).

Одновременно могут подключаться до 16 автономных биомеханических сенсоров «Траст-М» с частотой дискретизации не менее 1024 Гц и синхронизацией 1 мсек. Таким образом, комплекс может обеспечивать синхронную регистрацию по 32 каналам ЭМГ и 144 каналам движений (тремор, углы, угловая скорость) (рисунок 2.15).

Входящий в состав комплекса ПК с программным обеспечением позволяет проводить регистрацию данных, ведение базы данных пациентов, анализ результатов, визуализацию параметров в виде графиков, таблиц, реконструкцию и анимацию в виде виртуальной 3D модели - "Скелет с мышцами".

Комплекс «Траст-М» позволяет подключать дополнительно:

- WEB видеокамеры для записи исследования
- полиграфические датчики (ЭКГ, рекурсия дыхания, ЭЭГ)
- усилитель ЭЭГ
- тренажерные модули (стабилометрический модуль, беговая дорожка и др.)
- систему визуализации БОС

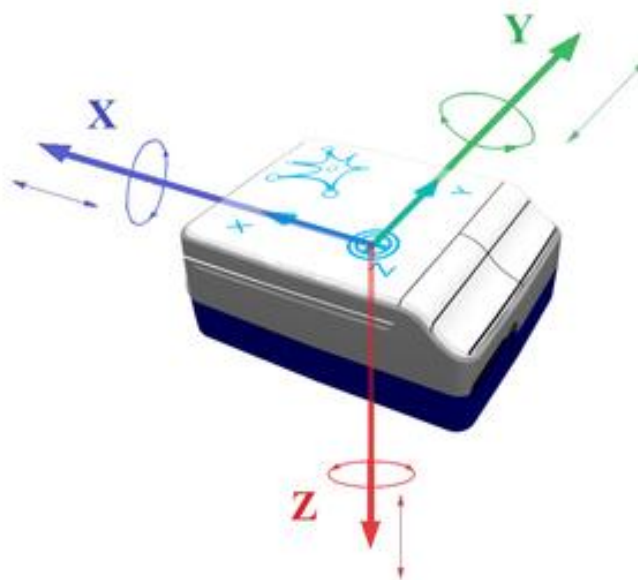


Рисунок 2.15 - Автономный сенсор "Траст-М"

Биомеханические сенсоры «Траст-М» обеспечивают точную регистрацию различных видов движений, начиная от сгибания-разгибания в одном суставе до сложных видов локомоций, таких как ходьба и бег, т.е. позволяют проводить клинический анализ движений. Регистрируются движения в трех плоскостях в

тазобедренном, коленном и голеностопном суставах – сгибание-разгибание, отведение – приведение и ротация. Во время ходьбы одновременно фиксируются основные временные характеристики шага каждой ноги, а так же движения таза в пространстве. Анализируются циклические движения пациента во время ходьбы с последующей полуавтоматической расстановкой фаз цикла шага, что позволяет сравнивать результат с нормой, оценивать асимметрии.

Аналогично исследованию на нижних конечностях, проводится регистрация биомеханических параметров верхних конечностей. Анализируется кинематика движений руки, ротационные движения в суставах, оценивается степень контрактуры.

Комплекс "Траст-М" Биомеханика может применяться для исследования состояния двигательной сферы в любой части тела, включая такие сложные сегменты как позвоночник. Проводится регистрация движений в шейном, грудном и поясничном отделах позвоночника. Все движения фиксируются в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Возможна одновременная регистрация работы мышц спины, что важно для выявления асимметрий и оценки распределения нагрузки на позвоночник.

Другой методикой исследования функции позвоночника является изучение его амортизационных свойств. Во время ходьбы датчики «Траст-М» регистрируют величину ускорений на уровне крестца и верхних отделов позвоночника, в том числе в области головы. О состоянии амортизационной функции позвоночника можно судить по разности ускорений по амплитуде, возникающих в верхних и нижних его отделах.

Результаты всех видов исследований представлены графиками гониограмм, табличными значениями углов, реконструкций в виде 3D скелета тела (рисунок 2.16). Изображение мышечного каркаса человека, позволяет наглядно демонстрировать нарушение осанки. Комплекс легко

позволяет проводить исследование с использованием нестандартных методик, в том числе и тех, которые создает сам пользователь.

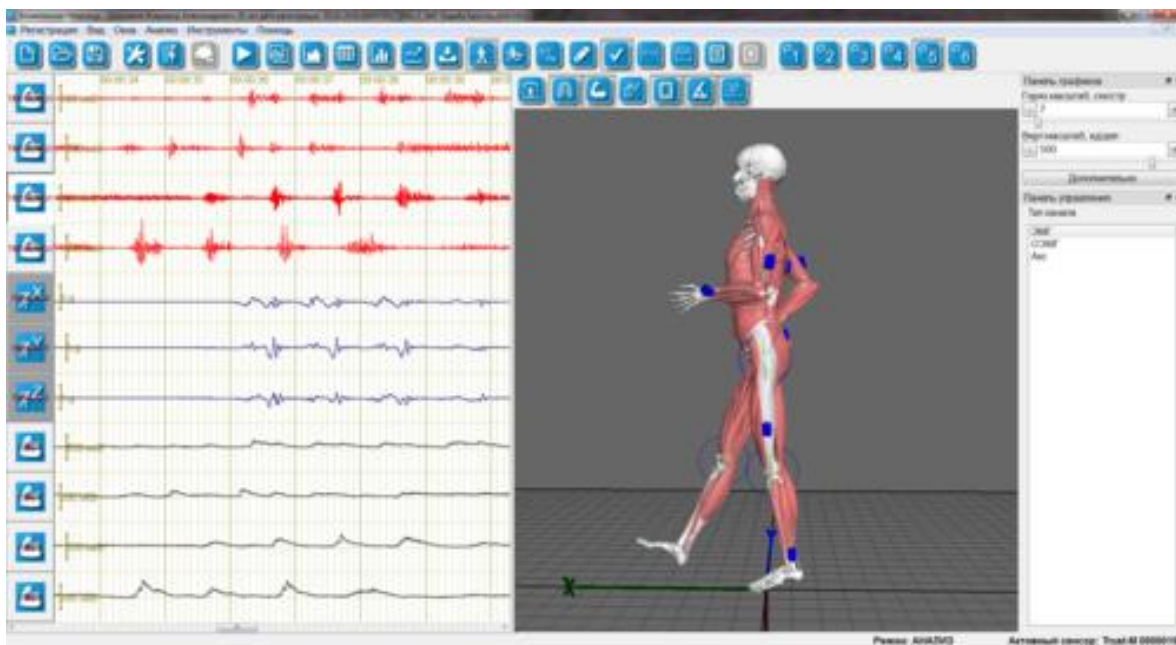


Рисунок 2.16 – Отображение результатов исследования на персональном компьютере при помощи Биомеханики «Траст-М»

Преимущества инерциальной Биомеханики «Траст-М» в сравнении с оптическими аналогами:

- **Простота проведения обследования.** Подготовка пациента не требует большого количества маркеров. Оптическая система предполагает установку 3-х маркеров на один сегмент, в то время как в Биомеханике «Траст-М» требуется установить только один датчик на сегмент тела, что сокращает время проведения обследования в 3 раза.
- **Быстрая подготовка комплекса к работе.** Комплекс Биомеханика «Траст-М» быстро разворачивается, не нуждается в сложном монтаже видеокамер, не требует много места, датчики хранятся в компактном кейсе.

- **Не требуется подготовка специального помещения.** Комплекс Биомеханика «Траст-М» применяется в обычных помещениях, не требует затемнения комнаты. Радиус действия телеметрического канала до 50 метров, что позволяет использовать комплекс в больших залах, стадионах и на улице.

- **Простая калибровка датчиков.** Биомеханические сенсоры «Траст-М» достаточно просто калибруются, данный процесс занимает не больше 1-2 минут и доступен для проведения средним медицинским персоналом. Оптические системы требуют выполнения сложного цикла длительной калибровки, которая к тому же быстро сбивается при вибрации или при случайном воздействии на видеокамеру.

- **Точность регистрируемых параметров.** Биомеханические сенсоры «Траст-М» представляют собой бесплатформенную инерциальную навигационную систему (БИНС). Основной принцип работы- встроенная гироскопическая система, которая производит прямое измерение угловой скорости движения и интегрирует ее в углы пространственной ориентации. В оптических системах вычисление ротационных движений производится косвенным методом, путем пересчета линейных координат в углы, что часто приводит к дополнительным погрешностям ротационных движений. Частота дискретизации оптических систем варьирует в пределах 200 Гц, а частота дискретизации комплекса Траст-М составляет 1024 Гц, что значительно увеличивает точность измеряемых параметров.

- **Отсутствует эффект перекрытия маркеров.** Так как в инерциальной Биомеханике «Траст-М» не используются отражательные маркеры, то отсутствует эффект перекрытия этих маркеров (например при ходьбе), в то время как в оптических системах маркеры обязательны.

- **Стоимость комплекса.** Совокупные затраты (стоимость комплекса, его установки и обслуживания) инерциальной Биомеханики «Траст-М» в разы дешевле аналогов оптических систем импортного производства.

2.5 Выводы по главе 2

1. Анализ системы обучения охране труда горнорабочих показал, что на данный момент система обучения имеет информационный характер и не содержит элементов отработки навыков выполнения конкретных технологических операций.

2. Используемые компьютерные обучающие и контролирующие программы по охране труда способствуют повышению эффективности обучения по безопасности труда. В то же время существующие программы позволяют только повысить образовательный уровень персонала и не предназначены для использования при отработке практических навыков безопасных приемов труда.

3. Для повышения эффективности подготовки по безопасности труда и снижения риска травматизма путем отработки навыков безопасного выполнения работ необходима разработка экспериментального стенда для изучения кинематики движения горнорабочих при выполнении основных технологических операций, применение которого позволит сформировать устойчивые навыки безопасного поведения в условия выполнения работ с повышенными требованиями безопасности.

ГЛАВА 3 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАРУШЕНИЙ ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

3.1 Анализ причин травматизма в АО "СУЭК"

СУЭК – вертикально интегрированная компания, контролирующая весь операционный цикл: от добычи, переработки и транспортировки угля до продаж продукции потребителям по всему миру через сеть торговых представительств. Компания ведет добычу угля на крупных разрезах и шахтах Сибири и Дальнего Востока, обогатительные фабрики и установки позволяют повышать качество производимой продукции [17, 18, 19, 20]. СУЭК также владеет портовой и железнодорожной инфраструктурой, которая помогает эффективно доставлять продукцию потребителям в России и в страны Атлантического и Азиатско-Тихоокеанского регионов (рисунок 3.1-3.3).

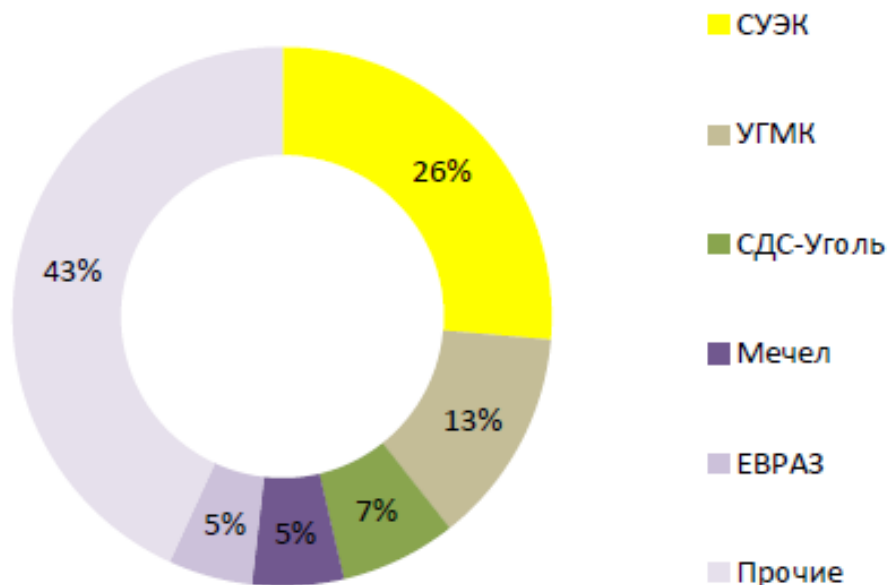


Рисунок 3.1 - Объемы добычи угля ведущими российскими компаниями в 2017 году

Производственная система АО «СУЭК» – это 66 уникальных предприятий

13 Шахт – 9 действующих (д), 2 создаваемых (с), 2 ликвидируемых (л)
 23 Разреза – 21 действующий, 1 создаваемый, 1 консервируемый
 10 Обоганительных фабрик – 10 действующих
 15 Вспомогательных предприятий (ВСП) – 15 действующих,
 5 Проектных офисов (ПО) – 5 действующих (в т.ч. 1 офис в г. Москве)

СУЭК-Кузбасс
 Шахты – 8 действующих, 2 создаваемых; Разрезы – 2 действующих, ОФ – 5 действующих, ВСП – 8 действующих, ПО – 3 действующих

Шахты:
 Шахта «Им. С.М. Кирова» (д)
 Шахта «Им. А.Д. Рубана» (д)
 Шахта «Комсомолец» (д)
 Шахта «Полысаевская» (д)
 Шахта «Талдинская-Западная-1» (д)
 Шахта «Талдинская-Западная-2» (д)
 Шахта «Им. В.Д. Ялевского» (д)
 Шахта «Котинская» (д)
 Участок «Сычевский» (с)
 Участок «Магистральный» (с)

Разрезы:
 Разрез «Заречный» (д)
 Разрез «Камышанский» (д)

Обоганительные фабрики:
 ОФ Кирова модуль №1 (д)
 ОФ Кирова модуль №2 (д)
 ОФ Полысаевская (д)
 ОФ Комсомолец (д)
 ОФ Талдинская-Западная (д)

Вспомогательные предприятия:
 Спецналадка (д)
 Сиб-Дамель (д)
 Энергоуправление (д)
 Шахтоупродовольственное управление (д)
 УПИР (д)
 УДиУМ (д)
 Центральная углехимическая лаборатория (д)
 Технологическая связь (д)

Проектные офисы:
 СибНИИ Прокопьевск (д)
 СибНИИ Новокузнецк (д)
 СибНИИ Кемерово (д)



СУЭК-Красноярск
 Разрезы – 3 действующих, ВСП – 2 действующих, ПО – 1 действующий

Разрезы:
 Разрез «Березовский-1» (д)
 Разрез «Бородинский» (д)
 Разрез «Назаровский» (д)

Вспомогательные предприятия:
 Бородинский РМЗ (д)
 Назаровский РМЗ + ГМНУ (д)

Проектные офисы:
 СибНИИ Красноярск (д)

Ургал
 Шахты – 1 действующая, Разрезы – 3 действующих, ОФ – 2 действующие

Шахты:
 Шахта «Северная» (д)

Разрезы:
 Разрез «Бурейский-2» (д)
 Разрез «Правобережный» (д)
 Разрез «Марканский» (д)

Обоганительные фабрики:
 ОФ Чегдомын (д)
 ОУ – 22 (д)

СУЭК-Хакасия
 Шахты – 1 ликвидируемая, Разрезы – 4 действующих, 1 создаваемый, ОФ – 1 действующая, ВСП – 2 действующих

Шахты:
 Шахта «Хакасская» (л)

Разрезы:
 Разрез «Черногорский» (д)
 Разрез «Восточно-Бейский» (д)
 Разрез «Изыхский» (д)
 Разрез «Абаканский» (д)
 Разрез «Кабактинский» (с)

Обоганительные фабрики:
 Обоганительные фабрики:
 ОФ «Черногорская» (д)

Вспомогательные предприятия:
 Черногорский РМЗ (д)
 Энергоуправление (д)

Бурятия
 Разрезы – 2 действующих, ОФ – 1 действующая, ВСП – 1 действующее

Разрезы:
 Разрез «Тугуйский» (д)
 Разрез «Никольский» (д)

Обоганительные фабрики:
 ОФ «Тугуйская» (д)

Вспомогательные предприятия:
 Тугуйский завод взрывчатых материалов (д)

Забайкалье
 Разрезы – 3 действующих, ВСП – 1 действующее

Разрезы:
 Разрез «Харанорский» (д)
 Разрез «Апсатский» (д)
 Разрез «Восточный» (д)

Вспомогательные предприятия:
 Черновские ЦЭММ (д)

Приморье
 Шахты – 1 ликвидируемая, Разрезы – 4 действующих, 1 консервируемый, ОФ – 1 действующая, ВСП – 1 действующее

Шахты:
 ШУ Восточное (л)

Разрезы:
 Разрез «Павловский» (д)
 Разрез «Нексовый» (д)
 Разрез «Северная Депрессия» (д)
 Разрез «Западный» (д)
 Разрез «Нежинский» (к)

Обоганительные фабрики:
 FGX (обогаит. установка) (д)

Вспомогательные предприятия:
 Артемовское РМУ (д)

Рисунок 3.2 - Производственная структура АО «СУЭК»

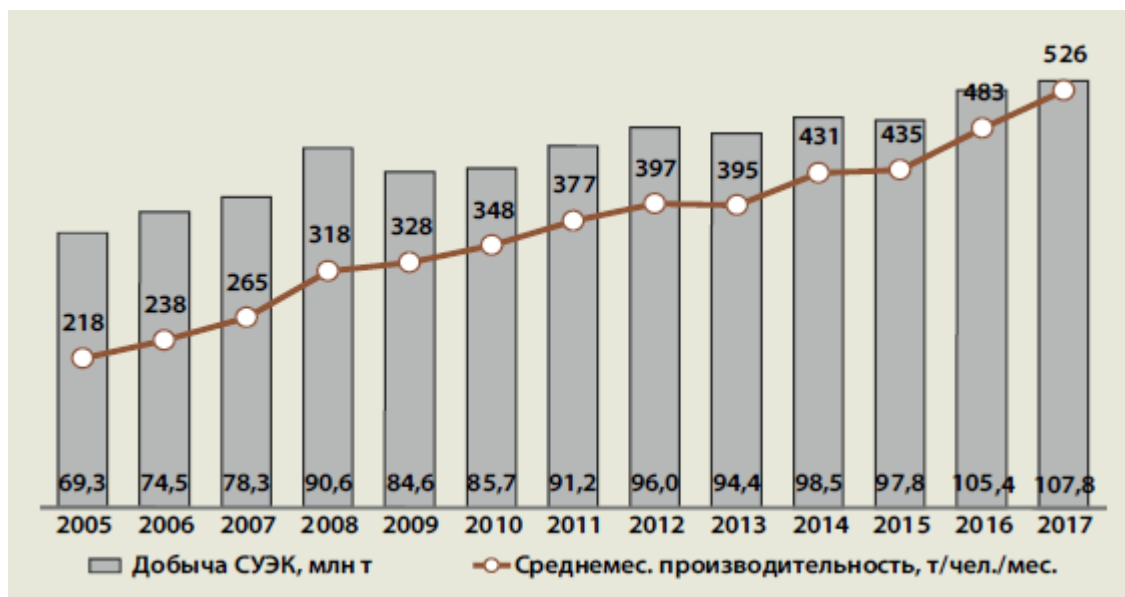


Рисунок 3.3 - Добыча угля АО "СУЭК", млн. т.

Обеспечение безопасных условий труда работников и минимизация рисков, связанных с процессом добычи и переработки угля, относятся к приоритетным направлениям производственной деятельности СУЭК. В 2015-2017 годах в области промышленной безопасности основной показатель – коэффициент частоты травматизма с потерей рабочего времени (LTIFR) – на предприятиях компании снизился с 1,23 до 1 (рисунок 3.4). В 2017 году финансирование программ, направленных на повышение уровня промышленной безопасности и охраны труда, составило 31 млн. долл. США. По сравнению с 2016 годом в 2017 году потери рабочего времени в связи с производственным травматизмом сократились на 15% и составили 6593 дня. В 2017 году на предприятиях компании было зафиксировано 56 случаев производственного травматизма, что аналогично показателю 2016 года, из них 46 несчастных случаев произошло на производственных активах и 10 работников травмировано на логистических активах компании. Несмотря на все усилия, в 2017 году на производственных предприятиях Группы произошло три несчастных случая со смертельным исходом: два несчастных случая на подземных горных работах в Кузбассе и один несчастный случай на сервисном

предприятия в Красноярском крае. Основные причины несчастных случаев носили организационный характер и были связаны с нарушением требований промышленной безопасности и охраны труда и дисциплины персонала в вопросах безопасности. Чтобы избежать подобных происшествий в будущем, в компании проводились образовательные программы, нацеленные на повышение квалификации руководителей, специалистов и работников в области охраны труда и промышленной безопасности. На постоянной основе был также организован контроль знаний требований безопасности персонала производственных единиц.

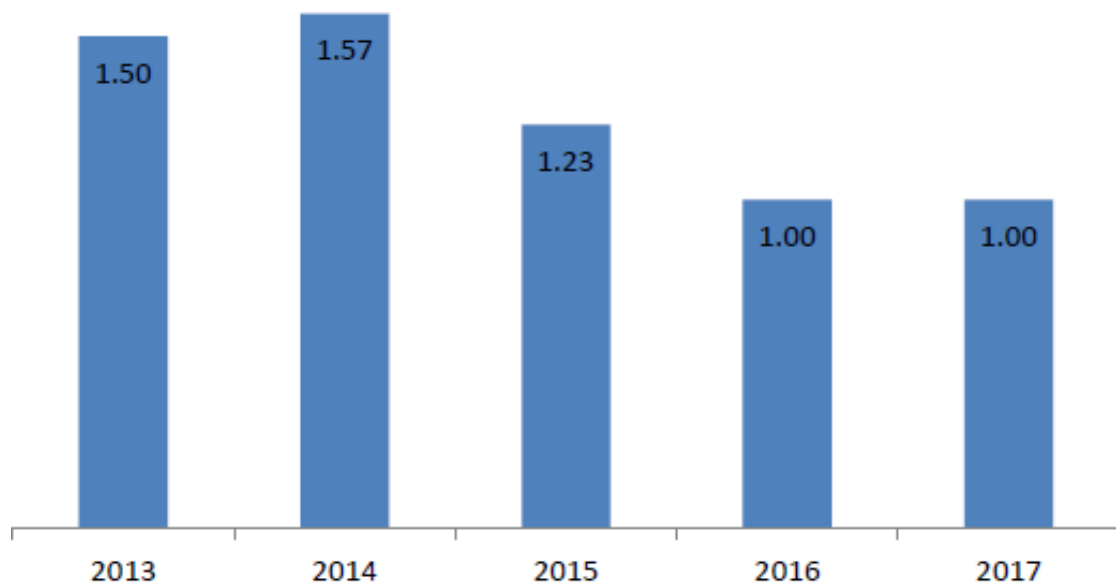


Рисунок 3.4 - Коэффициент частоты травматизма с потерей рабочего времени (LTIFR)

Анализ причин возникновения негативных событий на угледобывающих предприятиях проводится на основе статистических данных. Строятся распределения по местам, факторам, причинам травмирования (рисунок 3.5-3.7).

Подобный анализ на угольных предприятиях, входящих в структуру компании «СУЭК», был проведен в 2017 г.

Наибольшее количество травм зафиксировано в АО «СУЭК-Кузбасс», что объясняется преимущественно подземным способом добычи угля (рисунок 3.5, 3.6).

Важнейшая позиция в анализе статистики травматизма — распределение несчастных случаев по причинам их происхождения — показала, что в 2017 г. наиболее значимыми на предприятиях АО «СУЭК» стали организационные факторы (43%) и факторы, связанные с дисциплиной труда (24%); 15% составили факторы, связанные с несовершенством техники и технологии ведения горных работ (рисунок 3.7).

Статистические распределения позволяют определить основные направления работы по снижению травматизма на рассматриваемых объектах.

В АО "СУЭК" ежегодно разрабатывается и внедряется комплексный план мероприятий по охране труда и промышленной безопасности. На рисунке 3.8 показано распределение денежных средств на охрану труда и промышленную безопасность в 2017 году. Наибольшее количество денежных средств выделяется на технические мероприятия (36%), спасательные команды и прочие группы экстренного реагирования на предприятиях (17%), закупку средств индивидуальной защиты (16%), улучшение санитарно-технических условий работы (15%), организационные мероприятия (8%).

Виды несчастных случаев

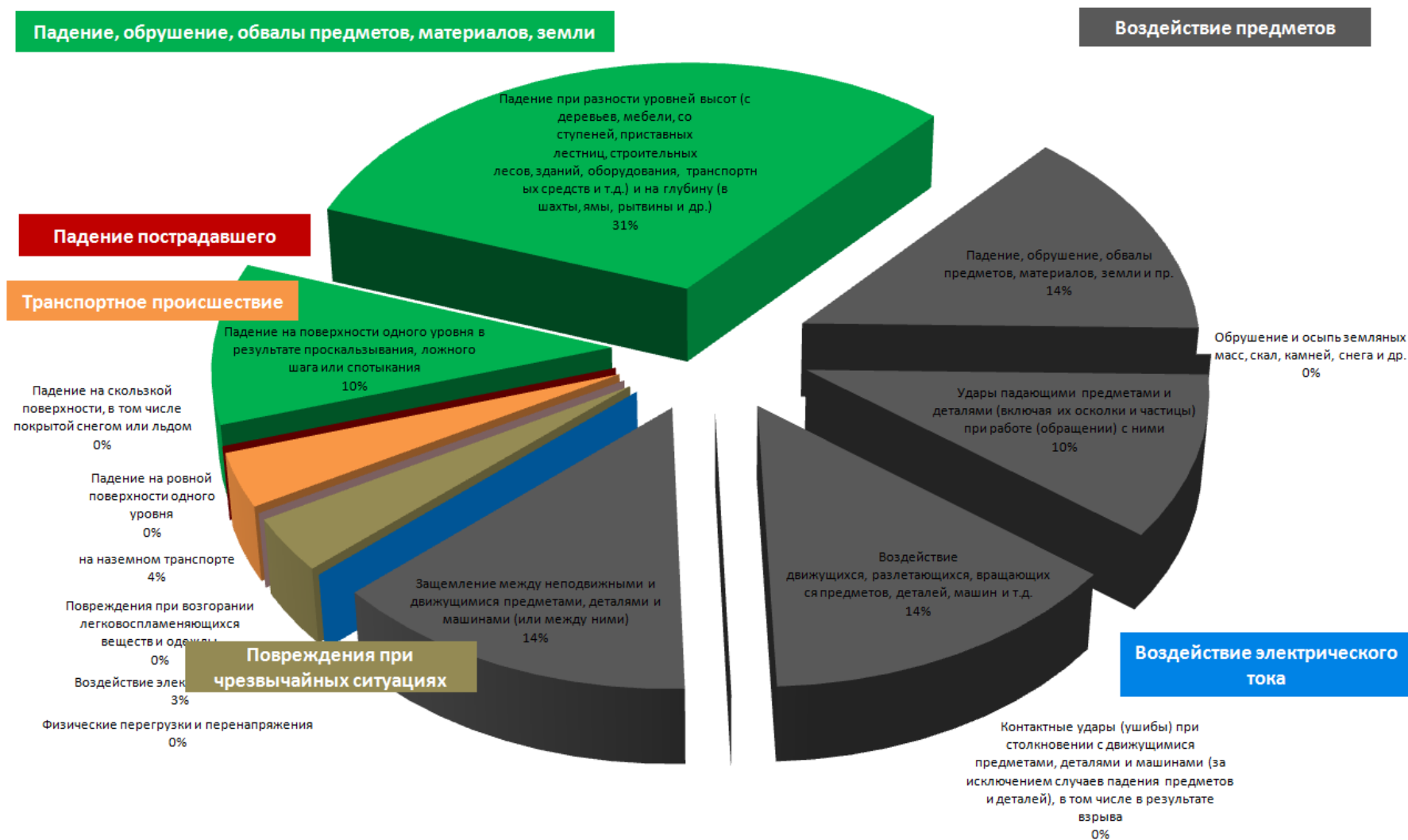


Рисунок 3.5 - Виды несчастных случаев в АО "СУЭК" в 2017 году

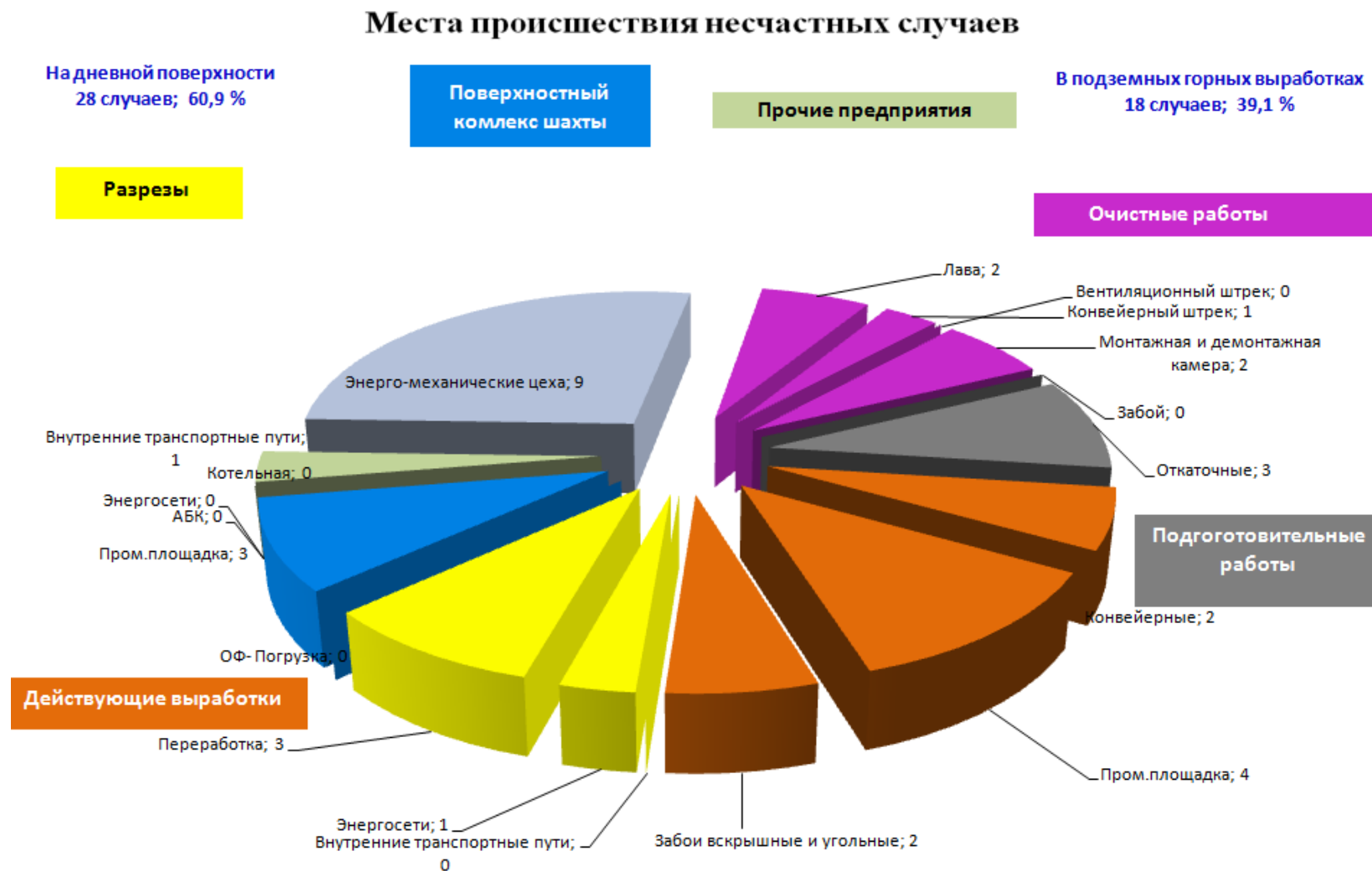


Рисунок 3.6 - Места происшествия несчастных случаев в АО "СУЭК" в 2017 году

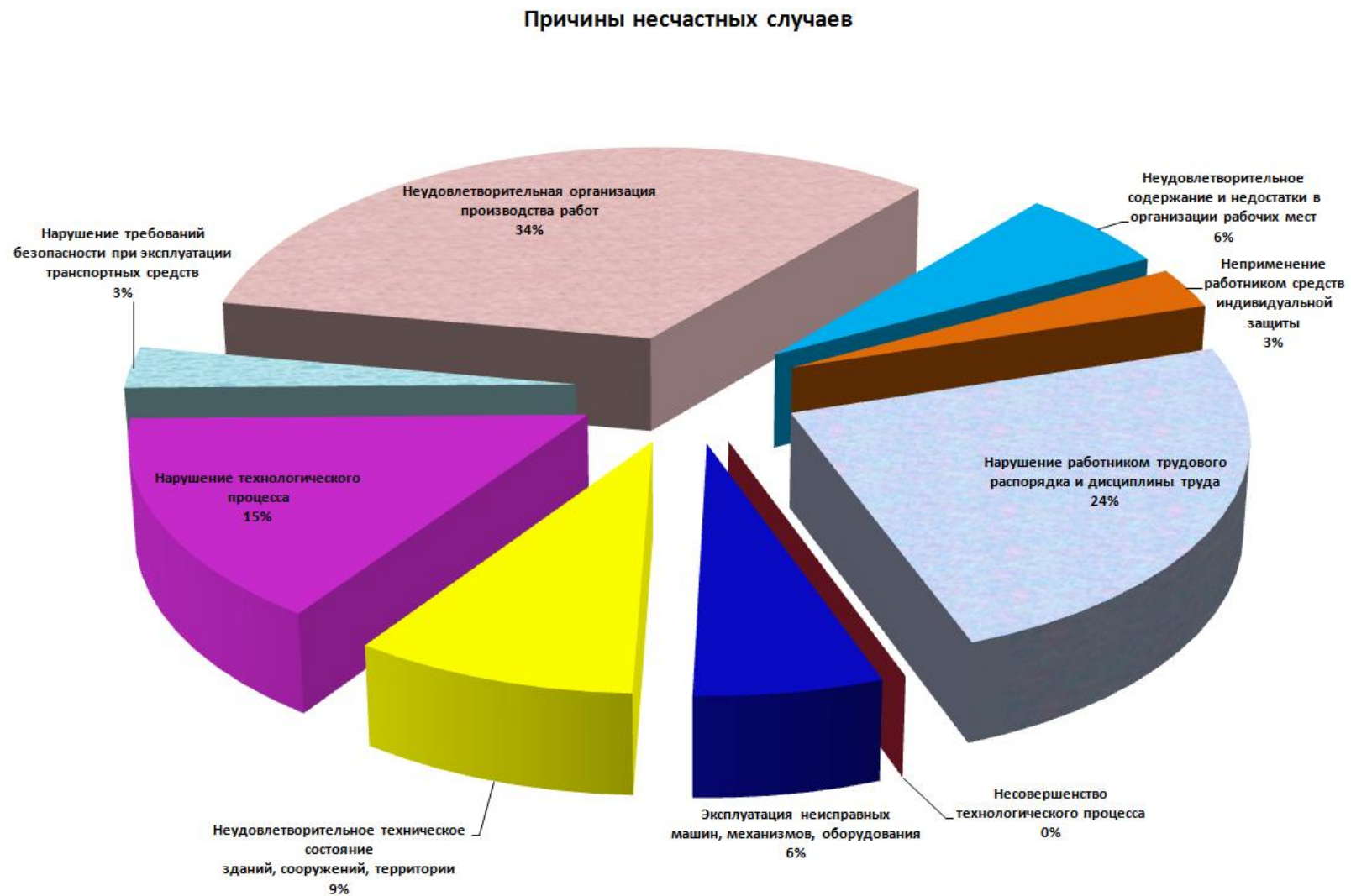


Рисунок 3.7 - Причины несчастных случаев в АО "СУЭК" в 2017 году



Рисунок 3.8 - Распределение денежных средств на охрану труда и промышленную безопасность в 2017 году

3.2 Определение причин отклонений от требований безопасности

На угледобывающих предприятиях производственный процесс осуществляется с множественными отклонениями, которые фиксируются как нарушения.

По данным Ростехнадзора, основные виды выявляемых нарушений в 2016 году (рисунок 3.9):

- перевозка грузов и людей – 21 %;
- эксплуатация электрооборудования – 17 %;
- обеспечение противопожарной защиты – 10 %;
- крепление горных выработок – 15 %;
- обеспечение производственного контроля – 2 %;
- обеспечение газового режима – 1,5 % (767 нарушений);

- обеспечение пылевого режима – 1 % (462 нарушения);
- прочие (ведение проектной эксплуатационной документации, маркшейдерское обеспечение, состояние зданий и сооружений) -32,5 %.

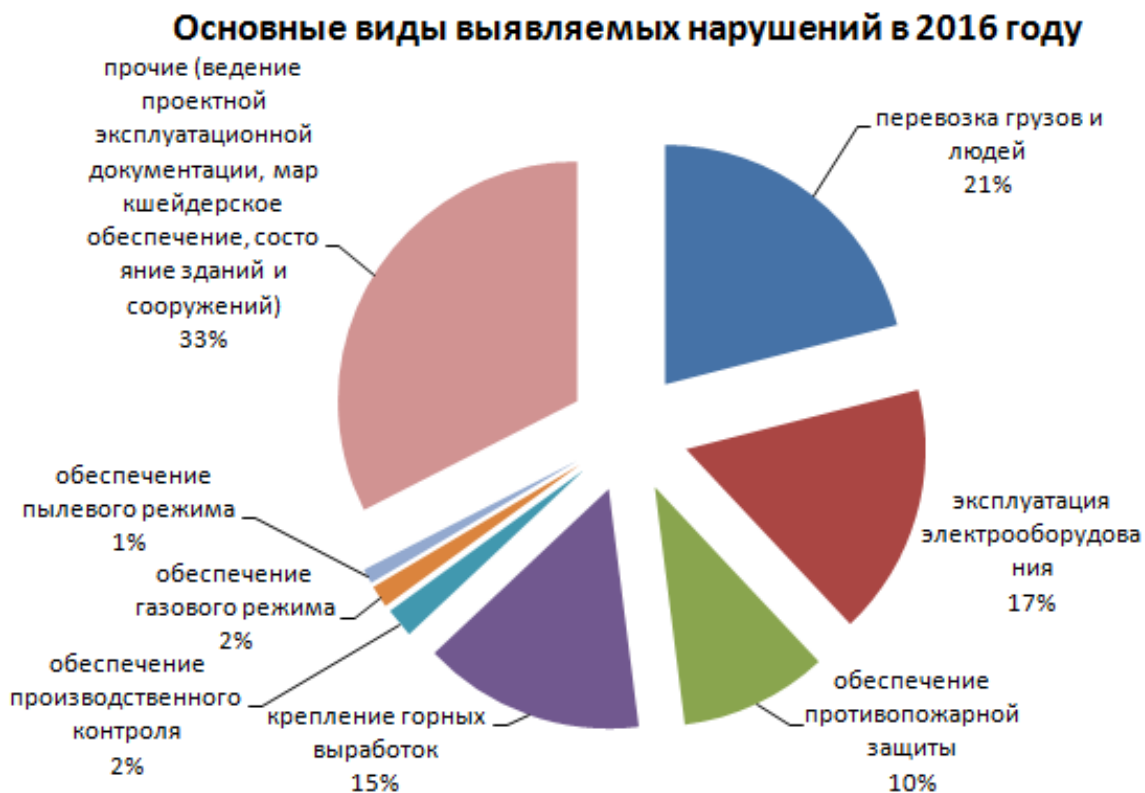


Рисунок 3.9 - Диаграмма основных видов выявляемых нарушений в 2016 году

По пяти шахтам АО "СУЭК-Кузбасс", а именно по ш. им. Кирова, ш. им. Рубана, ш. им. 7 Ноября, ш. Полысаевская, ш. Комсомолец, были построены диаграммы видов выявляемых нарушений за 2017 год (рисунок 3.10-3.14).

ш.Кирова

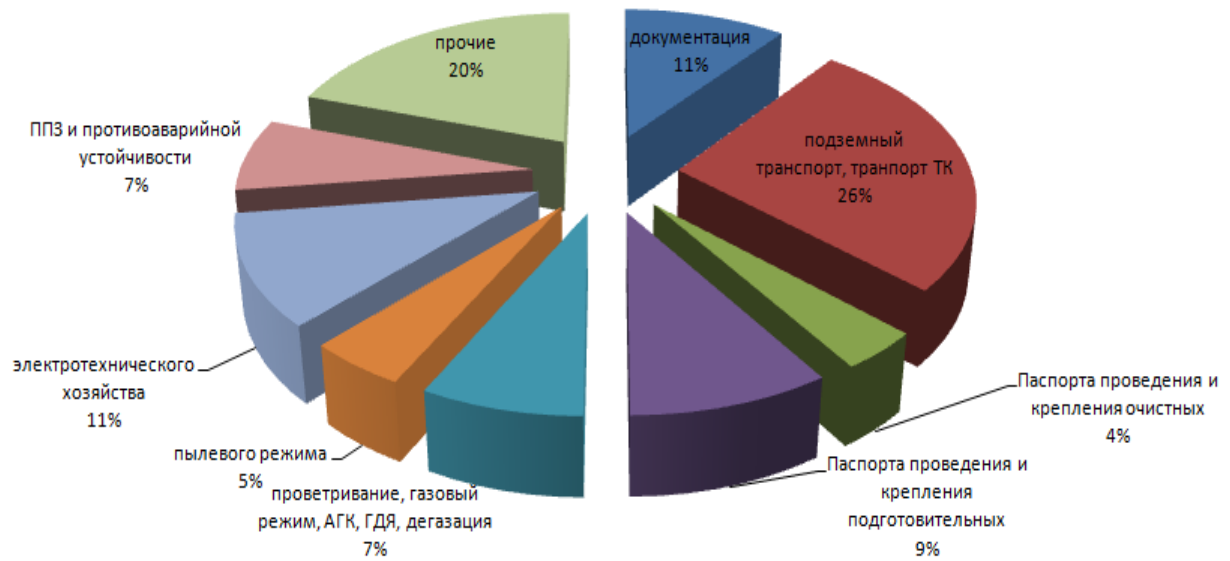


Рисунок 3.10 - Диаграмма основных видов выявляемых нарушений в 2017 году
ш. им. Кирова

ш. им. Рубана

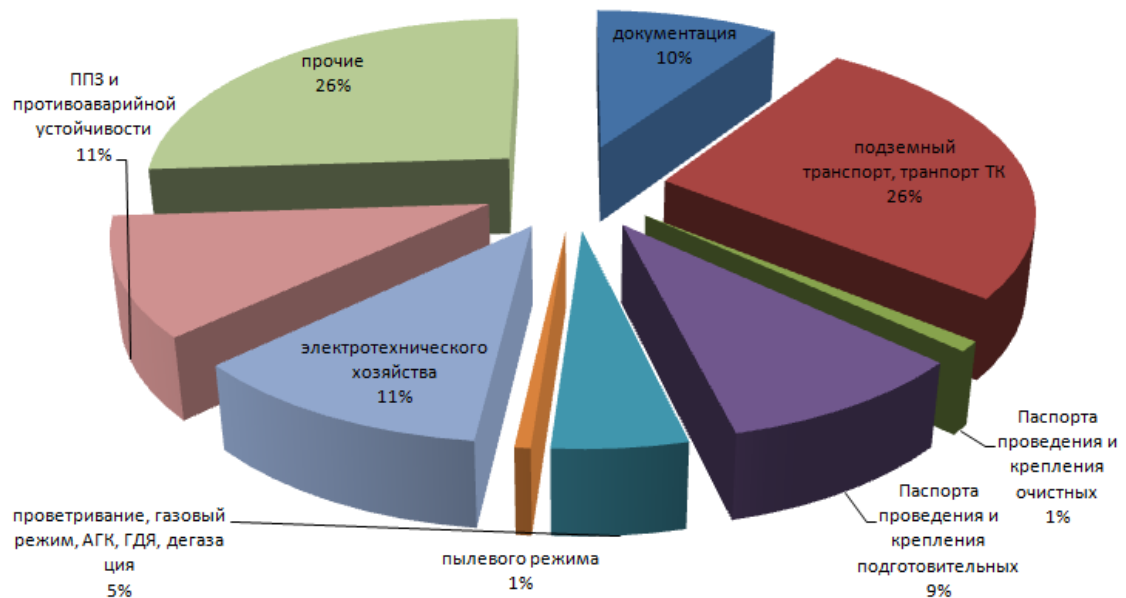


Рисунок 3.11 - Диаграмма основных видов выявляемых нарушений в 2017 году
ш. им. Рубана

ш. им. 7 Ноября

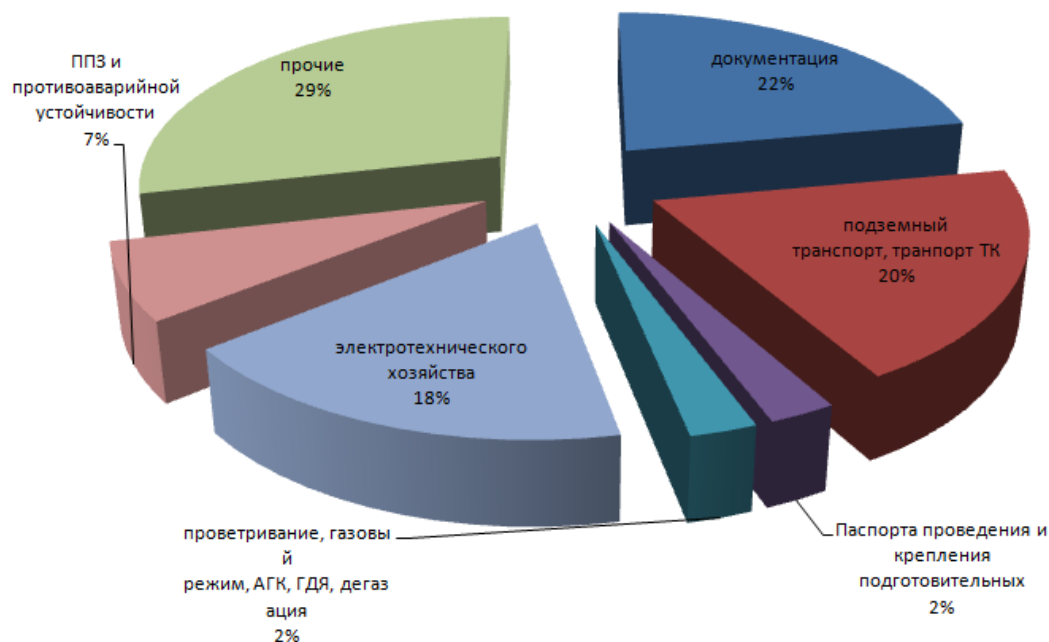


Рисунок 3.12 - Диаграмма основных видов выявляемых нарушений в 2017 году

ш. им. 7 Ноября

ш. Полысаевская

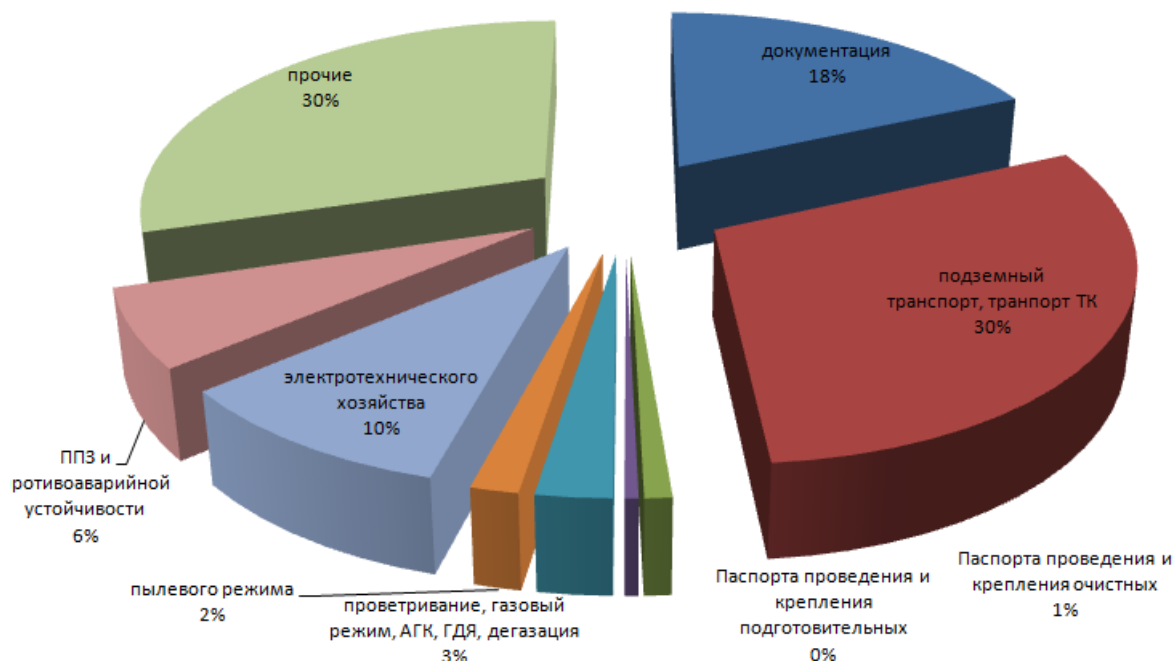


Рисунок 3.13 - Диаграмма основных видов выявляемых нарушений в 2017 году

ш. Полысаевская

ш. Комсомолец

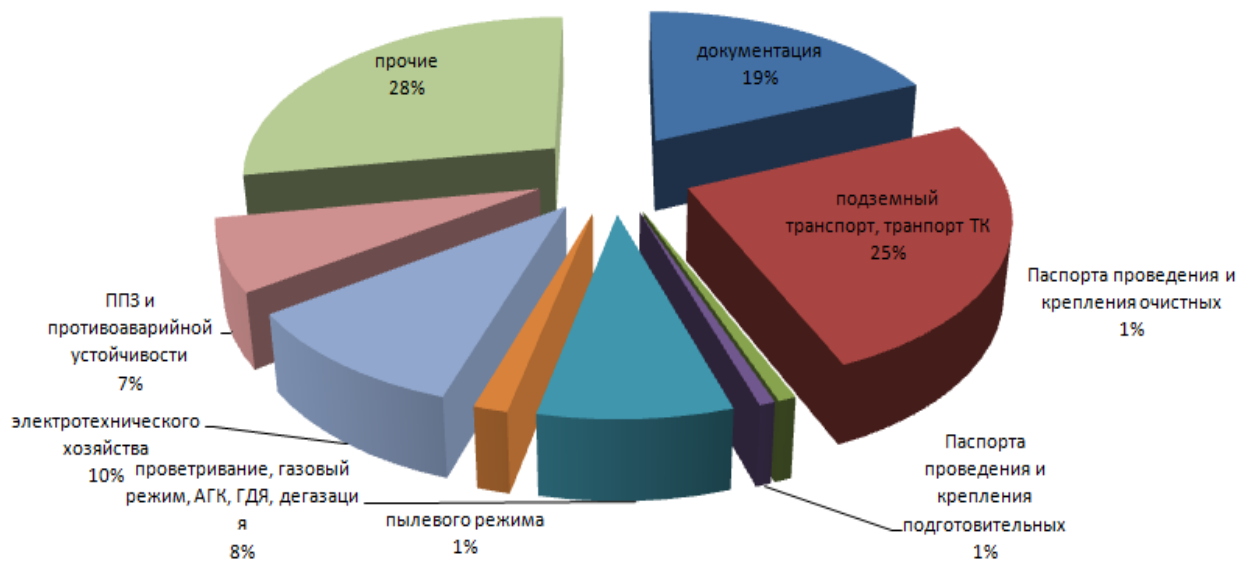


Рисунок 3.14 - Диаграмма основных видов выявляемых нарушений в 2017 году
ш. Комсомолец

Для решения задач диссертационного исследования было обобщено и проанализировано около 40 000 нарушений требований безопасности, выявленных за период 2008-2017 гг. в основных производственных процессах на предприятиях АО «СУЭК». Было выявлено, что основными причинами нарушений являются: неудовлетворительная организация работ, низкая дисциплина, недостаточная квалификация, неудовлетворительное психофизическое состояние (рисунок 3.15).

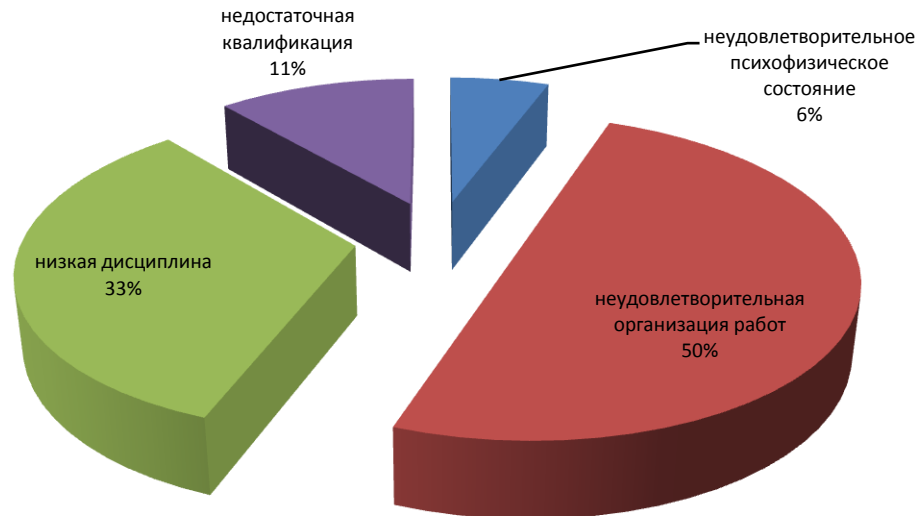


Рисунок 3.15- Причины возникновения нарушений производственного процесса от требований безопасности в АО «СУЭК»

3.3 Изучение влияния нарушений требований безопасности на риск травматизма

Рассматривая систему обучения подземного персонала на угольных шахтах следует отметить ее недостатки, связанные с процессом обучения рабочих безопасным приемам труда и отсутствие при обучении научно-обоснованных методов овладения устойчивыми навыками выполнения технологических операций. Рабочим приходится получать необходимые знания и набирать опыт непосредственно в процессе производственной деятельности, что и приводит к повышенному травматизму и аварийности [21, 22, 24, 25, 26].

О повышенном уровне производственного риска свидетельствует наличие значительного количества нарушений требований безопасности на рисунке 3.16-3.20).

ш. им. С.М. Кирова

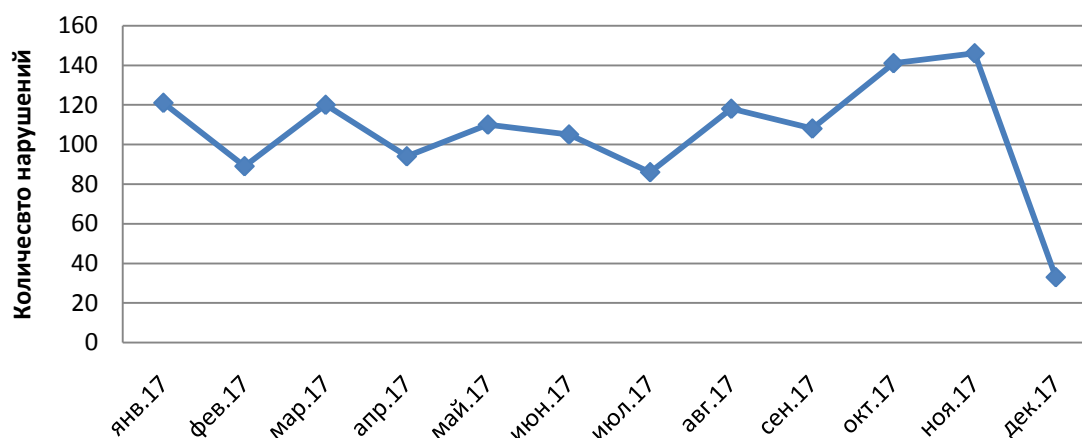


Рисунок 3.16 - Динамика количества нарушений требований безопасности в АО «СУЭК-Кузбасс» на шахте им. С.М. Кирова, выявленных Ростехнадзором за 2017 год

ш. им. 7 Ноября

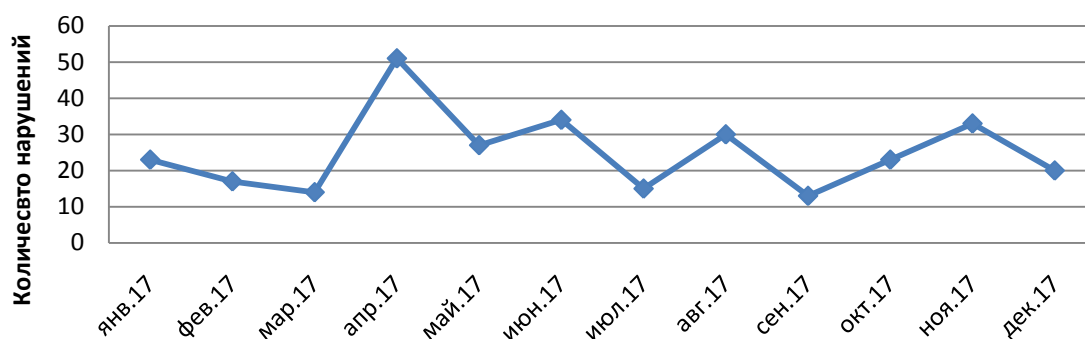


Рисунок 3.17 - Динамика количества нарушений требований безопасности в АО «СУЭК-Кузбасс» на шахте им. 7 Ноября, выявленных Ростехнадзором за 2017 год

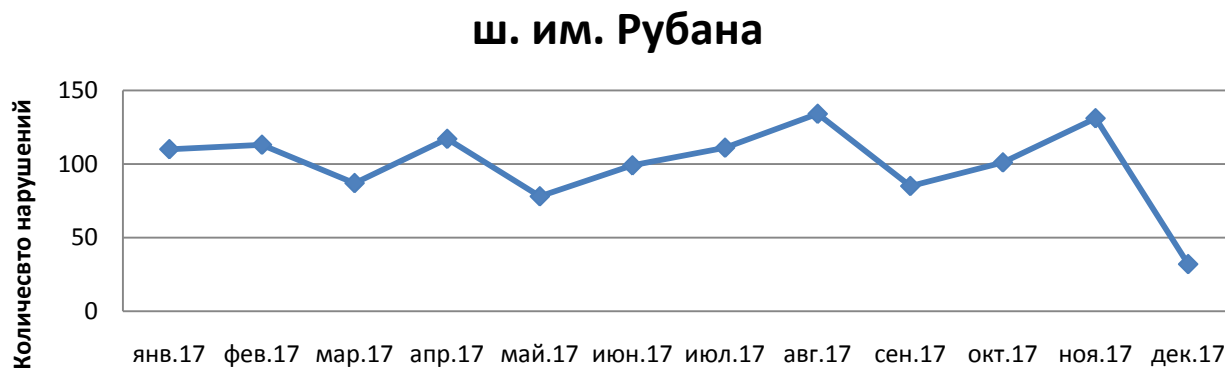


Рисунок 3.18 - Динамика количества нарушений требований безопасности в АО «СУЭК-Кузбасс» на шахте им. Рубана, выявленных Ростехнадзором за 2017

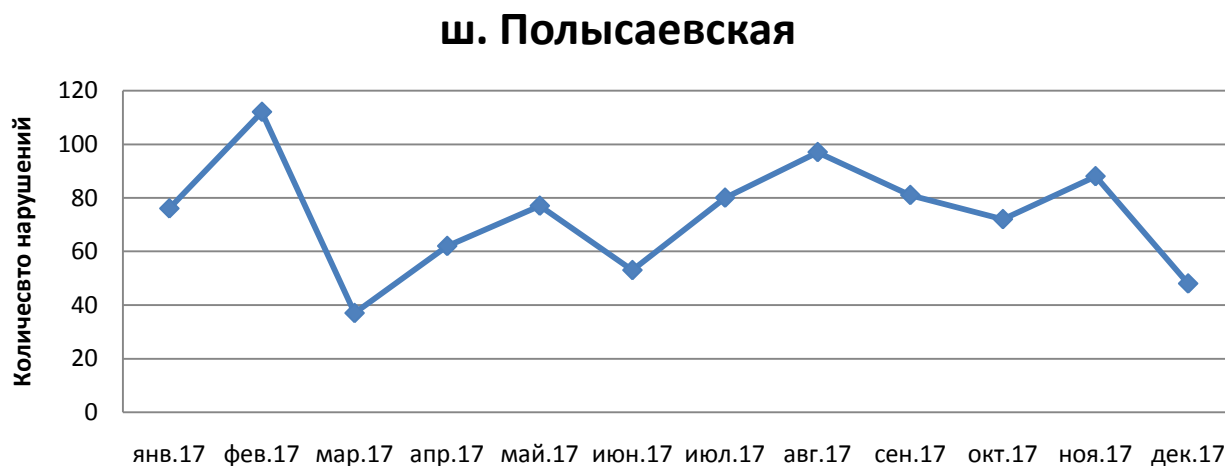


Рисунок 3.19 - Динамика количества нарушений требований безопасности в АО «СУЭК-Кузбасс» на шахте Полысаевская, выявленных Ростехнадзором за 2017

ш. Комсомолец

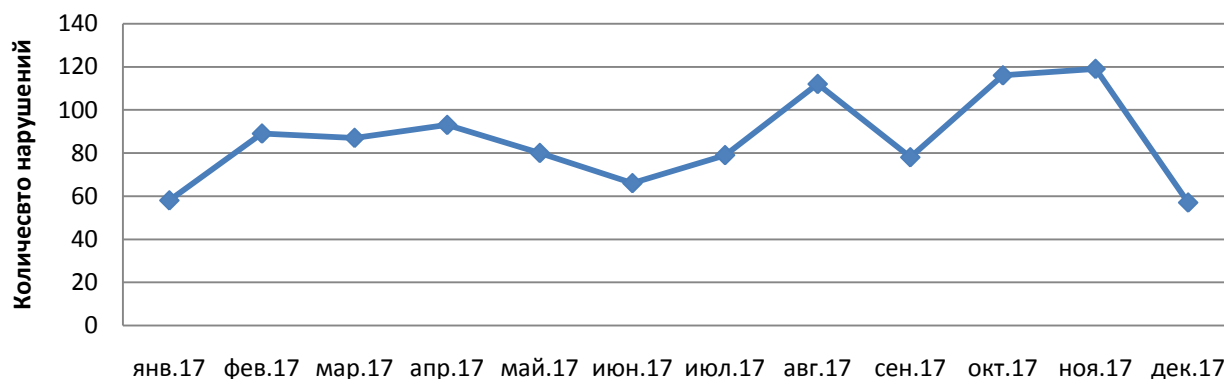
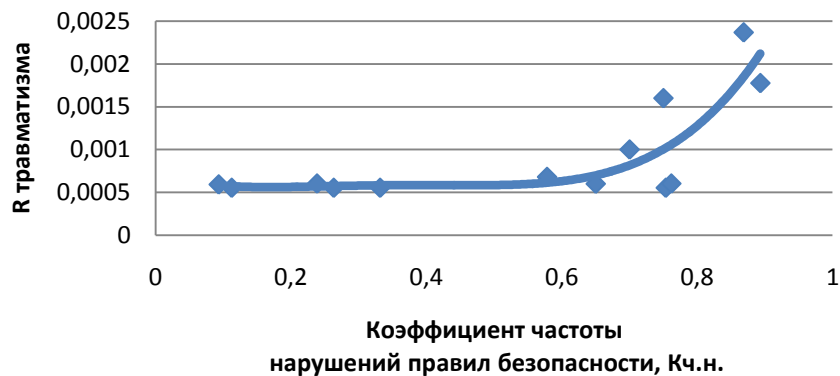


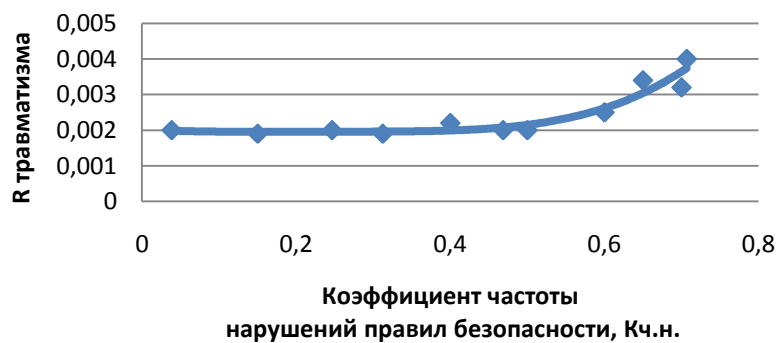
Рисунок 3.20 - Динамика количества нарушений требований безопасности в АО «СУЭК-Кузбасс» на шахте Комсомолец, выявленных Ростехнадзором за 2017

На основании исходных данных, приведенных в классификаторе травматизма компании АО «СУЭК» за 2008-2017 гг. и «Единой книги предписаний», по пяти шахтам, а именно: ш. им. 7 Ноября, ш. Рубана, ш. им С.М. Кирова, ш. Полысаевская, ш. Комсомолец, были построены корреляционные зависимости между риском производственного травматизма и коэффициентом частоты количеством нарушений правил безопасности (рисунок 3.21).

ш. им. Кирова

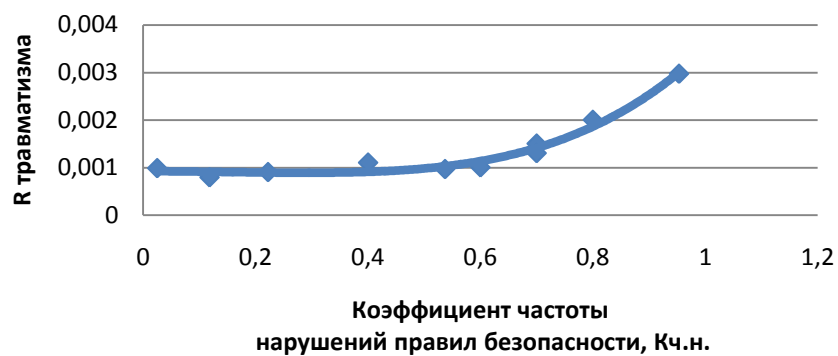


ш. Польшаевская



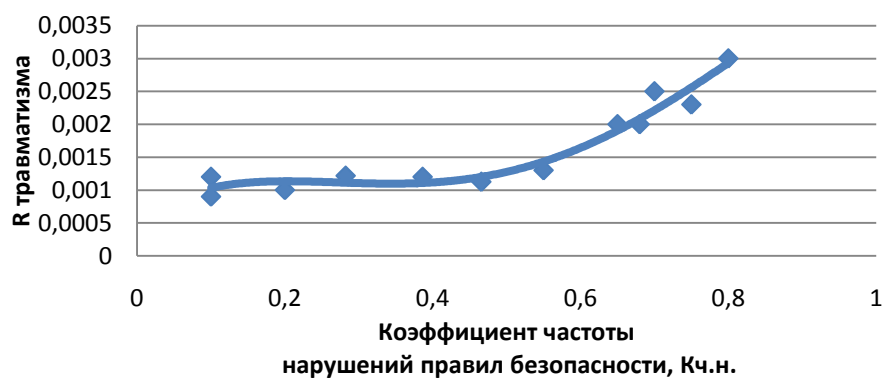
б

ш. Рубана



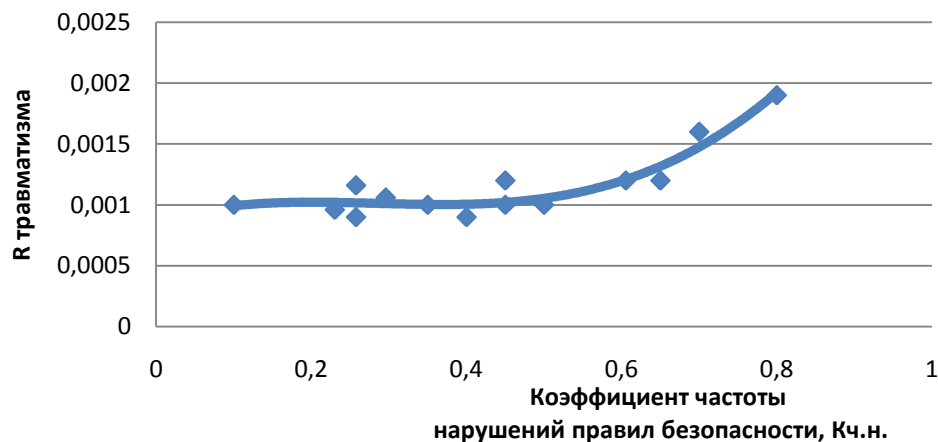
в

ш. Комсомолец



г

ш. им. 7 Ноября



д

Рисунок 3.21 - Соотношения между риском травматизма и коэффициентом частоты нарушений правил безопасности на шахтах АО «СУЭК-Кузбасс»: а - на шахте им. С.М. Кирова; б - ш. Полысаевская; в - ш. Рубана; г - ш. Комсомолец; д - ш. им. 7 Ноября

Получены коэффициенты корреляции между риском травматизма и коэффициентом частоты нарушений правил безопасности на шахтах АО «СУЭК-Кузбасс»: а - на шахте им. С.М. Кирова; б - ш. Полысаевская; в - ш. Рубана; г - ш. Комсомолец; д - ш. им. 7 Ноября (рисунок 3.22).

Correlations (Spreadsheet1)				
Marked correlations are significant at p < ,05000				
N=13 (Casewise deletion of missing data)				
Variable	Means	Std.Dev.	R нарушений	R травматизма
R нарушений	0,537935	0,289288	1,000000	0,633910
R травматизма	0,000926	0,000599	0,633910	1,000000

а

Correlations (Spreadsheet1) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=11 (Casewise deletion of missing data)				
Variable	Means	Std.Dev.	R нарушений	R травматизма
R нарушений	0,433873	0,226548	1,000000	0,775630
R травматизма	0,002464	0,000731	0,775630	1,000000

б

Correlations (Spreadsheet1) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=10 (Casewise deletion of missing data)				
Variable	Means	Std.Dev.	R нарушений	R травматизма
R нарушений	0,505479	0,306596	1,000000	0,776518
R травматизма	0,001351	0,000671	0,776518	1,000000

в

Correlations (Spreadsheet1) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=9 (Casewise deletion of missing data)				
Variable	Means	Std.Dev.	R нарушений	R травматизма
R нарушений	0,396027	0,242164	1,000000	0,874448
R травматизма	0,001460	0,000559	0,874448	1,000000

г

Correlations (Spreadsheet1) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=12 (Casewise deletion of missing data)				
Variable	Means	Std.Dev.	R нарушений	R травматизма
R нарушений	0,431964	0,206205	1,000000	0,766077
R травматизма	0,001165	0,000296	0,766077	1,000000

д

Рисунок 3.22 - Коэффициенты корреляции между риском травматизма и коэффициентом частоты нарушений правил безопасности на шахтах АО «СУЭК-Кузбасс»: а - на шахте им. С.М. Кирова; б - ш. Полысаевская; в - ш. Рубана; г - ш. Комсомолец; д - ш. им. 7 Ноября

Было выявлено, что после достижения критического значения, составляющего 0,5-0,6, характерна тенденция к росту риска травматизма. В связи с этим, по достижению этого значения, возникает необходимость осуществления превентивных мероприятий, в том числе внеплановых инструктажей по обучению нормам и правилам безопасности при ведении работ в подземных условиях.

Одним из путей снижения травматизма и аварийности при разработке угольных месторождений следует считать переход от ликвидации последствий возникновения опасных факторов к их превентивному предупреждению. Целесообразность реализации этого направления подтверждается данными, характеризующими динамику выявленных нарушений и административных приостановок ведения работ [20, 21, 22]. При незначительных изменениях в объемах добычи угля, увеличение административных приостановок ведения работ в 4 раза приводит почти к двукратному снижению нарушений правил безопасности (рисунок 3.23).

Систематическое нарушение правил безопасности в конечном итоге сказывается на уровне травматизма и аварийности, а устранение нарушений, наоборот, обуславливает снижение риска производственного травматизма. Данное положение иллюстрируется графиком на рисунке 3.24, где показана зависимость рисков легкого и тяжелого травматизма от количества устраненных нарушений ПБ.

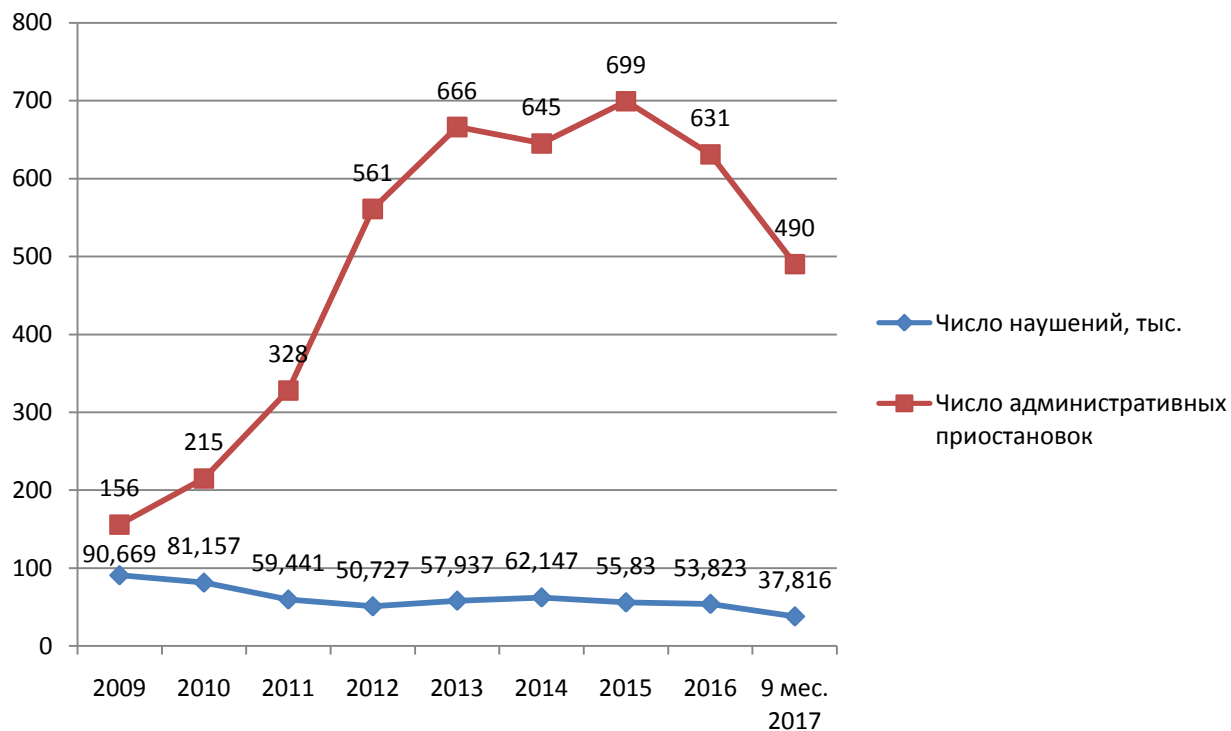


Рисунок 3.23 - Количество выявленных нарушений, административных приостановок деятельности за период с 2008 по 9 мес. 2017 годы

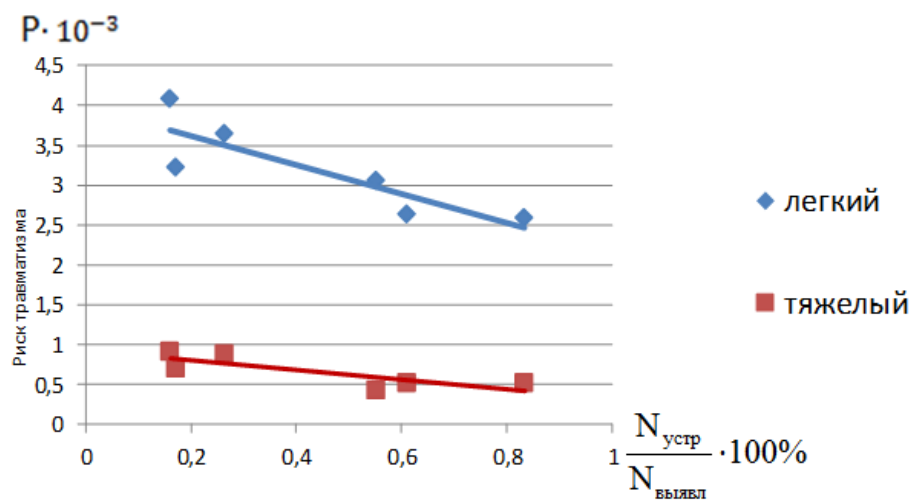


Рисунок 3.24 - Динамика рисков легкого и тяжелого травматизма от количества устраненных нарушений ПБ

Зависимости, связывающие риски легкого и тяжелого травматизма P с относительным числом устраненных нарушений $N_{устр.}/N_{выяв.}$, при коэффициентах корреляции соответственно равных 0,86 и 0,81, имеют вид:

$$\begin{aligned} P_{л.тр.} \cdot 10^{-3} &= -1,82 N_{устр.} / N_{выяв.} + 4 \\ P_{т.тр.} \cdot 10^{-3} &= -0,602 N_{устр.} / N_{выяв.} + 1 \end{aligned} \quad (1)$$

Таким образом, устранение выявленных нарушений правил безопасности приводит к снижению рисков легкого и тяжелого травматизма, величина которого в зависимости от соотношения между количествами устранённых и выявленных нарушений описывается линейной корреляцией с отрицательными коэффициентами регрессии, обуславливающими сокращение рисков легкого и тяжелого травматизма соответственно на 2,2% и 0,4% при изменении соотношения между количествами устранённых и выявленных нарушений на 1%.

3.4 Выводы по главе 3

1. Снижение производственного травматизма и аварийности связано с перехода от ликвидации последствий к превентивному предупреждению. В качестве одного из критериев при этом может быть выбрано число нарушений правил безопасности, в том числе повторяющихся нарушений.

2. Показателем для определения периодичности организационного вмешательства в производственную деятельность, в том числе в проведение внеплановых инструктажей по обучению нормам и правилам безопасности, может являться величина соотношения между риском производственного травматизма и частотой нарушений правил безопасности, равная 0,5-0,6, при достижении которой характерна тенденция к росту риска травматизма.

3. Связь между риском производственного травматизма и частотой возникновения нарушений правил безопасности описывается линейной

корреляцией со значениями коэффициентов корреляции, превышающих 0,8, что дает возможность для прогноза риска травматизма при текущей величине нарушений.

ГЛАВА 4 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПЕРСОНАЛА УСТОЙЧИВЫМ НАВЫКАМ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНИКИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ

4.1 Оценка целесообразности и продолжительности обучения горнорабочих устойчивым навыкам осуществления технологических операций на основе техники визуализации кинематики движения

Для определения периода, в течение которого целесообразно осуществлять обучение горнорабочих устойчивым навыкам трудовой деятельности [26, 27, 28, 29], был выполнен анализ производственного травматизма в зависимости от стажа работы для угольных шахт АО "СУЭК-Кузбасс" за 2008-2017 гг. Результаты этого анализа приведены на рисунке 4.1.

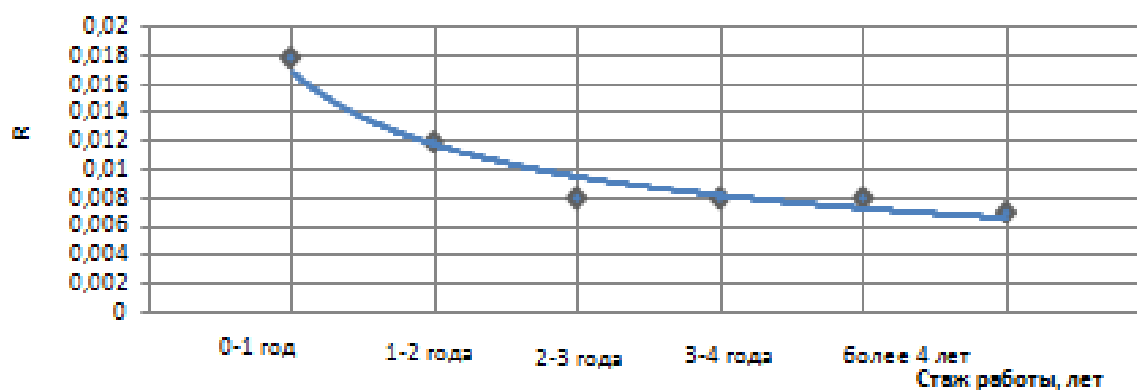


Рисунок 4.1 - Зависимость риска травматизма подземного персонала и от стажа работы

Из данных, представленных на этом рисунке, следует, что с увеличением стажа работы от 1 года до 4 и более лет риск травматизма снижается в 2 раза. При этом, максимальный риск производственного травматизма характерен для начального периода трудовой деятельности горнорабочих, который находится во временном интервале, исчисляемым одним годом. Как показал анализ, причиной более высокого уровня травматизма в начальный период производственной деятельности является не достаточно высокая квалификация работающего персонала, важным компонентом которой является наличие необходимых для обеспечения безопасности последовательности и приемов осуществления технологических операций [30, 31, 32, 33, 34].

Таким образом, годовой период производственной деятельности является достаточным для получения необходимого уровня квалификации, гарантирующей необходимый уровень овладения профессией. В этой связи, этот период рабочей деятельности следует считать наиболее целесообразным для формирования у горнорабочих устойчивых навыков осуществления технологических операций [26, 27, 28, 29].

Для формирования в подземных условиях устойчивых навыков выполнения технологических операций предложен метод обучения персонала. В основе этого метода лежит техника визуализации кинематики движения обучаемого персонала при выполнении заданной технологической операции и сопоставление полученных результатов с "эталонной" моделью, характеризующего работу персонала, имеющего необходимых стаж и опыт работы.

Проверка предложенного метода обучения была осуществлена применительно к профессии проходчика, для которой разработан комплекс двигательных действий, имитирующих элементы его профессиональной деятельности.

На основании анализа комплекса двигательных действий были определены наиболее важные с позиции биомеханики элементы профессиональной деятельности проходчика, в том числе: зачистка лунки (канавки) под установку стойки рамной крепи; установка гидростоек крепи усиления под верхняк; зачистка от штыба и кусков породы межштокового пространства секций механизированной крепи.

4.2 Анализ последовательности выполнения технологических операций при креплении кровли горной выработки

Одна из основных шахтных специальностей - проходчик. Проходчик выполняет весь комплекс работ по проходке на шахтах, рудниках и других производствах, связанных с добычей полезных ископаемых открытым способом.

Далее приведены основные технологические операции, которые выполняет проходчик при креплении кровли горной выработки:

1) Возведение временной крепи

1. Производится осмотр и оборка нависающих фрагментов горного массива длинными пиками, после чего звеньевой выдает разрешение на возведение временной крепи;

2. Навешивается решетчатая затяжка и устанавливается верхняк (штрипс), который поджимает их к кровле двумя раздвижными стойками ВК;

3. Способ установки верхняка определяется паспортом крепления выработки;

4. При наличии на комбайне бурильного оборудования установка решетчатой затяжки и верхняка производится проходчиками с помощью крайних бурильных установок, путем распора их к кровле;

5. Далее штанга бурильного оборудования направляется в отверстия в верхняке;

6. С целью безопасности работы ведутся под защитой ранее возведенной постоянной крепи;

2) Бурение шпуров под анкерное крепление

1. Операция выполняется проходчиками;

2. В данную операцию кроме бурения включаются: забуривание, подтягивание кабеля, при необходимости смена резцов и штанг бурильного оборудования;

3. При необходимости бурение производится в два приема: короткими и длинными штангами;

3) Установка анкеров

1. В данную операцию включаются: установка ампул со смолой и сталеполимерных анкеров в подготовленный шпур, размешивание смолы и удержание анкероустановщика до затвердевания смолы, а также завинчивание гайки анкера анкероустановщиком или буровой кареткой для создания необходимого натяжения анкеров;

2. Проходчик, незанятый анкерованием осуществляет операции по подаче крепежного материала;

3. После выполнения операции производится при необходимости навеска вентиляционных труб;

4.3 Методика проведения исследований процесса обучения проходчиков устойчивым навыкам выполнения технологических операций на основе техники визуализации движения

Изучение двигательных действий проходчика в условиях, приближенных к шахтным, осуществлялось в лаборатории на стенде, представляющем собой модель горной выработки в натуральную величину. Испытуемый находился в модели выработки и выполнял комплекс движений, соответствующих движениям проходчика в реальной обстановке (рисунок 4.2, 4.3).



Рисунок 4.2 - стенд

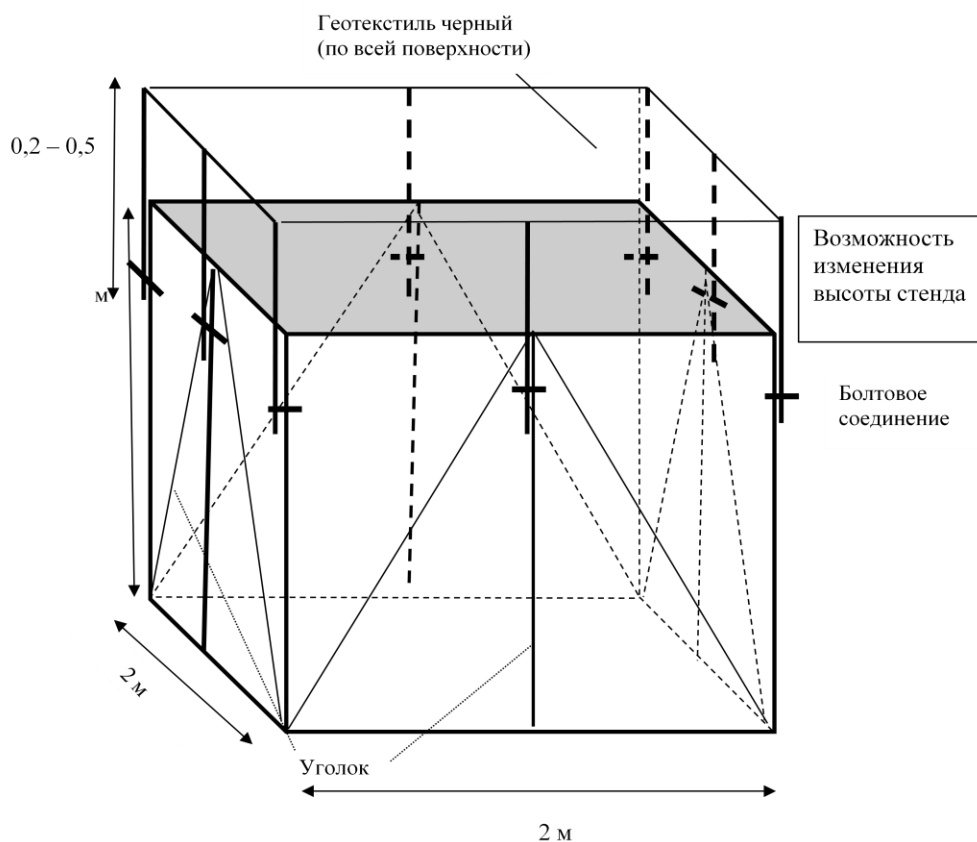


Рисунок 4.3- схема стенда

Исследование проводили с привлечением 12 добровольцев мужского пола, возрастом от 25 до 41 года, которые были разделены на две одинаковых по численности группы. Добровольцы первой группы ("эталонной") имели профессиональное образование и опыт практической работы в горнодобывающей промышленности. Добровольцы второй контроль группы не имели специализированного образования и навыка работы по данной профессии.

Сущность исследования заключалась в регистрации и сравнении биомеханических характеристик двигательных актов добровольцев каждой из групп. Оцениваемой характеристикой являлась подвижность в крупных суставах верхних конечностей и позвоночника добровольцев, имитирующих выполнение элементов профессиональной деятельности проходчика. В качестве количественных показателей были приняты амплитуды движения суставов верхних конечностей и позвоночника добровольцев, которые определялись проекциями трехмерных углов, зарегистрированных в пространстве при перемещении датчиков, закрепленных на теле.

Для регистрации и анализа биомеханических характеристик двигательных актов добровольцев использовали комплекс для диагностики, лечения и реабилитации больных с двигательными патологиями «Траст-М» (ООО «Неврокор», г. Москва, Россия), [86] включающий в себя 7 беспроводных инерциальных датчиков с системами для их крепления на сегментах тела и персональный компьютер со специализированным программным обеспечением на рисунке 4.4.

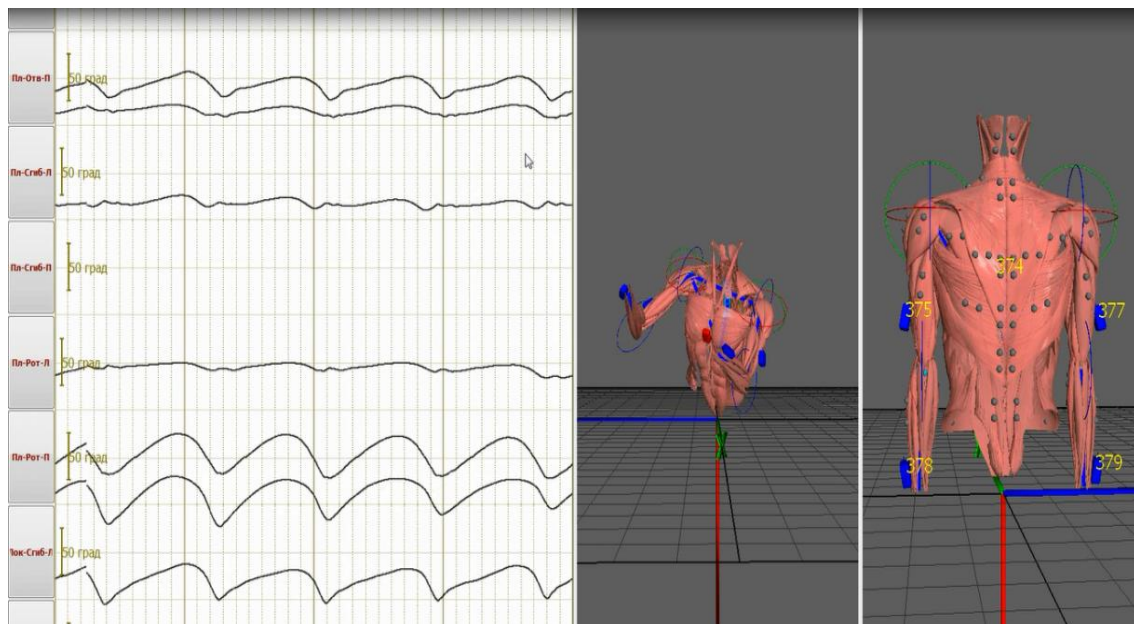


Рисунок 4.4 - Регистрация биомеханики двигательных действий, имитирующих элементы профессиональной деятельности с помощью системы ТРАСТ-М

Перед началом исследований производили включение, разогрев и «обнуление» беспроводных датчиков в соответствии с инструкцией по эксплуатации комплекса.

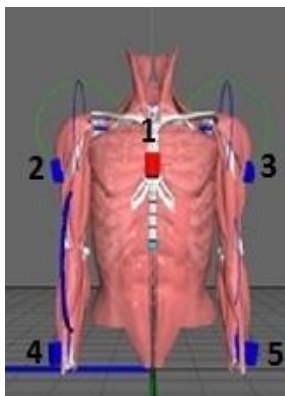
Для фиксации беспроводных датчиков на поверхности различных сегментов и областей тела добровольца использовали систему креплений, представленную лентой эластичной, пряжкой регулировочной трехщелевой, застежкой полуавтоматической и изделием для установки датчика (рисунок 4.5).



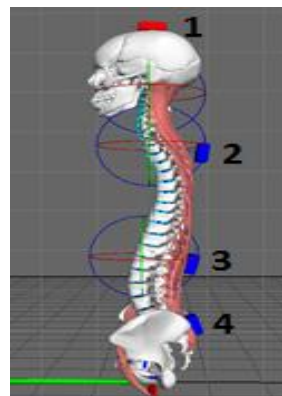
Рисунок 4.5 – Размещение беспроводных датчиков на поверхности различных сегментов и областей тела добровольца

Доброволец под руководством исследователя занимал исходное положение – стоя, верхние конечности расположены вдоль туловища, ладони прижаты к бедрам, кисти направлены перпендикулярно полу. Смещение беспроводных датчиков относительно их первоначального положения в процессе исследований не допускалось. Производили «привязку» беспроводных датчиков к исходному положению.

Для оценки подвижности в суставах верхних конечностей и позвоночнике беспроводные датчики были зафиксированы на поверхности тела испытуемого в соответствии со схемами, приведенными на рисунке 4.6.



а



Б

Рисунок 4.6 – Схема расположения беспроводных датчиков на сегментах тела (интерфейс программного обеспечения «Trust-M»):

а – при оценке подвижности в суставах верхних конечностей;

б – при оценке подвижности в позвоночнике

Каждый доброволец 20-тикратно последовательно выполнял (имитировал) каждый из вышеописанных элементов профессиональной деятельности горного рабочего в условиях лаборатории (при нормальной освещённости и без ограничений в пространстве) и в условиях модели горной выработки (рисунок 4.7).



Рисунок 4.7 - Доброволец имитирующий профессиональную деятельность проходчика в условиях модели горной выработки

Передача информации от датчиков на персональный компьютер осуществлялась по bluetooth-интерфейсу.

Выходные параметры регистрируемой информации представляли собой усредненные в пространстве значения углов перемещения суставов конечностей и позвоночника.

Для анализа полученных результатов на графике определяемого параметра выбирали 20 отрезков (эпох анализа), не содержащих артефактов. Эпохой анализа являлось расстояние между точками, соответствующими двум последовательным прохождением датчика через одно и то же положение в одном и том же направлении (рисунок 4.8)

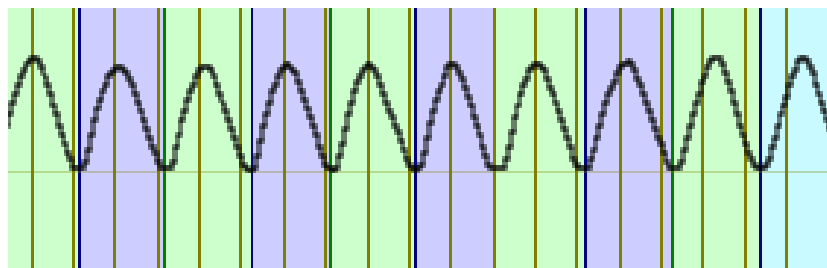


Рисунок 4.8 – Расстановка эпох анализа (интерфейс программного обеспечения «Траст-М»)

В соответствии с Руководством по эксплуатации программного пакета «Траст-М» по графику, содержащему усредненные данные рассчитываемого показателя, определяли его минимальное и максимальное значения, разность между которыми является амплитудой двигательного акта (рисунок 4.9).

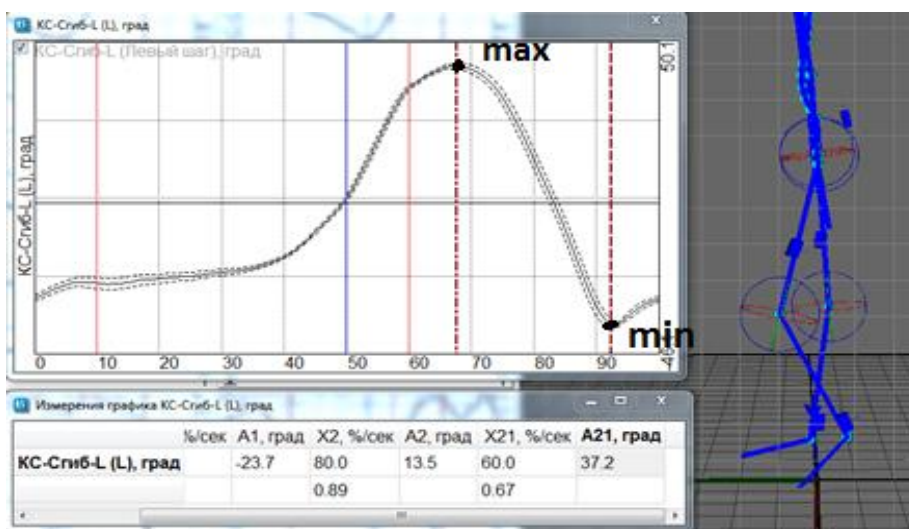


Рисунок 4.9 – Определение минимального и максимального значения показателя (интерфейс программного обеспечения «Траст-М»)

Последующая обработка экспериментальных данных заключалась в определении абсолютных величин среднеквадратических отклонений

усредненных значений углов перемещения суставов конечностей и позвоночника для добровольцев каждой из групп. Для ее выполнения были использованы программные пакеты: MS Excel, Statistica 10 и SigmaPlot.

4.4 Анализ результатов экспериментального исследования

В ходе исследования добровольцы выполняли типовые движения, характерные для профессиональной деятельности проходчика. Движения содержали элементарные двигательные акты в различных суставах верхних конечностей и позвоночнике. В качестве объективных критериев различий движений добровольцев обеих групп регистрировали амплитуды движений в крупных суставах верхних конечностей и позвоночнике во фронтальной и сагиттальной плоскостях, в том числе в плечевых и локтевых суставах, а также в грудном и поясничном отделах позвоночника.

Результаты оценки амплитуд движений у добровольцев различных групп в различных условиях представлены в таблицах 4.1 – 4.4.

В процессе выполнения зачистки лунки (канавки) под установку стойки рамной крепи проходчик приводит определенный участок выработки в безопасное состояние; стенки выравниваются, готовятся лунки и водосточные канавки. Эти работы производят лопатой, кайлой и отбойным молотком.

В результате анализа данного элемента деятельности установлено, что в процессе выполнения зачистки лунки (канавки) под установку стойки рамной крепи проходчик выполняет следующие двигательные акты:

- сгибание-разгибание, отведение-приведение, а также ротацию в плечевом суставе;
- сгибание-разгибание и ротацию в локтевом суставе;
- сгибание-разгибание в позвоночнике.

В процессе выполнения установки гидростоек крепи усиления под верхняк проходчики подносят стойки и основанием устанавливают их в лунки, скрепляют их боковыми стяжками с ранее установленной рамой, затем стоя на полке, устанавливают верхняк, соединяют со стойками при помощи стяжных скоб.

В результате анализа данного элемента деятельности установлено, что в процессе выполнения установки гидростоек крепи усиления под верхняк проходчик выполняет следующие двигательные акты:

- сгибание-разгибание, отведение-приведение, а также ротацию в плечевом суставе;
- сгибание-разгибание и ротацию в локтевом суставе;
- сгибание-разгибание в позвоночнике.

В процессе выполнения зачистки от штыба и кусков породы межштокового пространства секций механизированной крепи проходчик осуществляет зачистку при помощи лопаты.

В результате анализа данного элемента деятельности установлено, что в процессе выполнения зачистки от штыба и кусков породы межштокового пространства секций механизированной крепи проходчик выполняет следующие двигательные акты:

- сгибание-разгибание, отведение-приведение, а также ротацию в плечевом суставе;
- сгибание-разгибание и ротацию в локтевом суставе;
- сгибание-разгибание в позвоночнике.

Таблица 4.1 - Амплитуды движений в крупных суставах верхних конечностей и позвоночнике у добровольцев "эталонной" группы при имитации элементов профессиональной деятельности в условиях лаборатории

	В условиях лаборатории																	
	Зачистка лунки (канавки) под установку стойки рамной крепи						Установка гидростоек крепи усиления под верхняк						Зачистка от штыба и кусков породы межштокового пространства секций механизированной крепи					
	Сгибание-разгибание						Сгибание-разгибание						Сгибание-разгибание					
	Плечевой сустав		Локтевой сустав		Позвоночник		Плечевой сустав		Локтевой сустав		Позвоночник		Плечевой сустав		Локтевой сустав		Позвоночник	
1	37,6	17,7	19,8	128,0	1,0	0,7	24,3	15,1	28,3	74,8	2,3	1,1	45,7	22,8	29	54,8	1,7	1,6
2	46,5	15,3	23,4	142,3	1,5	0,8	23,1	16,7	17,0	62,0	2,4	1,2	40,2	25,8	28,7	56,0	2,7	3,4
3	21,4	20,5	16,2	117,0	0,8	0,6	20,5	17,9	46,2	79,3	2,3	1,0	46,3	20,1	29,2	49,8	2,0	1,9
4	45,4	14,2	22,1	135,7	1,9	0,9	21,0	15,3	19,9	60,8	2,2	1,3	39,1	24,6	29,0	55,6	2,9	3,8
5	30,6	19,8	15,9	115,9	0,9	0,5	19,6	15,3	45,4	82,1	2,1	1,1	48,5	19,5	30,9	48,9	1,6	1,5
6	48,1	17,3	21,8	127,5	0,6	0,7	22,4	14,9	19,7	62,9	2,0	1,4	46,7	24,8	29,7	55,8	2,9	3,7
	Отведение-приведение						Отведение-приведение						Отведение-приведение					
1	27,8	7,1	-	-	-	-	15,9	8,7	-	-	-	-	50,4	8,1	-	-	-	-
2	17,5	6,4	-	-	-	-	27,4	7,4	-	-	-	-	58,3	6,6	-	-	-	-
3	38,1	7,9	-	-	-	-	14,8	9,5	-	-	-	-	40,8	9,3	-	-	-	-
4	18,0	5,9	-	-	-	-	26,0	8,2	-	-	-	-	62,1	6,1	-	-	-	-
5	34,2	7,3	-	-	-	-	12,7	9,2	-	-	-	-	40,5	10,1	-	-	-	-
6	31,9	6,8	-	-	-	-	25,9	7,7	-	-	-	-	60,7	8,5	-	-	-	-

Таблица 4.2 - Амплитуды движений в крупных суставах верхних конечностей и позвоночнике у добровольцев контрольной группы при имитации элементов профессиональной деятельности в условиях лаборатории

	В условиях лаборатории																	
	Зачистка лунки (канавки) под установку стойки рамной крепи						Установка гидростоек крепи усиления под верхняк						Зачистка от штыба и кусков породы межштокового пространства секций механизированной крепи					
	Сгибание-разгибание						Сгибание-разгибание						Сгибание-разгибание					
	Плечевой сустав	Локтевой сустав	Позвоночник				Плечевой сустав	Локтевой сустав	Позвоночник				Плечевой сустав	Локтевой сустав	Позвоночник			
1	27,7	28,1	29,9	123,2	8,0	4,7	35,5	27,3	49,3	87,5	2,8	2,7	58	32,9	32,9	58,8	6,9	6,9
2	62,3	15,6	16,6	152,8	4,3	2,2	21,1	13,7	17,2	61,1	6,2	5,2	44,3	20,7	36,1	63,8	4,2	3,5
3	22,1	29,9	28,0	125,6	7,5	4,5	19,3	10,1	18,3	89,1	2,5	2,5	42,2	31,8	31,4	53,6	6,9	7,2
4	57,2	15,1	14,6	151,9	4,2	2,0	34,9	26,7	45,2	62,6	6,5	5,5	55,8	19,3	37,7	64,3	4,3	3,8
5	23,0	34,0	27,9	120,0	8,7	4,9	18,1	12,5	18,5	88,9	2,4	2,6	42,5	33,5	32,3	54,4	6,7	6,8
6	60,4	17,4	15,5	152,7	4,5	2,5	36,7	25,9	48,9	62,8	6,1	5,9	58,1	17,7	39,2	65,8	4,1	3,2
	Отведение-приведение						Отведение-приведение						Отведение-приведение					
	1	16,4	15,5	-	-	-	-	35,5	14	-	-	-	-	75,4	8	-	-	-
	2	45,2	7,8	-	-	-	-	10,3	7,4	-	-	-	-	35,3	13,1	-	-	-
	3	16,7	14,5	-	-	-	-	37,7	15,1	-	-	-	-	78,6	6,6	-	-	-
	4	46,8	8,1	-	-	-	-	10,1	14,2	-	-	-	-	33,4	15,8	-	-	-
	5	15,2	17,9	-	-	-	-	39,7	6,5	-	-	-	-	79,9	6,1	-	-	-
	6	48,6	8,5	-	-	-	-	10,5	16,6	-	-	-	-	32,4	16,5	-	-	-

Таблица 4.3 - Амплитуды движений в крупных суставах верхних конечностей и позвоночнике у добровольцев "эталонной" группы при имитации элементов профессиональной деятельности в экспериментальном стенде

В экспериментальном стенде																		
	Зачистка лунки (канавки) под установку стойки рамной крепи						Установка гидростоек крепи усиления под верхняк						Зачистка от штыба и кусков породы межштокового пространства секций механизированной крепи					
	Сгибание-разгибание						Сгибание-разгибание						Сгибание-разгибание					
	Плечевой сустав	Локтевой сустав	Позвоночник				Плечевой сустав	Локтевой сустав	Позвоночник				Плечевой сустав	Локтевой сустав	Позвоночник			
1	5,1	6,8	16,3	47,4	1,5	0,8	20,5	16,9	34,4	86,4	2,3	0,8	34,4	14,8	20,2	60,5	2,3	1
2	5,2	4,3	12,2	38,6	1,0	0,6	26,2	11,2	26,8	43,5	0,6	0,9	31,4	9,1	20,7	37,4	2,2	0,7
3	5,3	6,7	16,7	46,7	1,3	0,7	21,0	15,4	35,4	88,8	1,9	1,1	36,2	13,1	22,7	61,9	2,6	1,8
4	5,4	4,3	12,9	37,9	0,9	0,9	26,4	8,9	27,3	44,1	0,5	0,8	31,8	8,9	21,2	38,3	2,7	0,9
5	5,5	6,9	16,8	45,1	1,4	0,8	22,1	15,1	33,2	89,0	2,5	1,0	35,9	14,4	22,1	62,4	2,8	2,1
6	5,6	4,8	12,4	41,8	0,8	0,7	25,8	7,9	28,4	46,9	0,7	0,6	33,7	9,1	21,8	31,7	2,9	1,8
	Отведение-приведение						Отведение-приведение						Отведение-приведение					
	Плечевой сустав	Локтевой сустав	Позвоночник				Плечевой сустав	Локтевой сустав	Позвоночник				Плечевой сустав	Локтевой сустав	Позвоночник			
1	9,9	3,6	-	-	-	-	7,4	18,2	-	-	-	-	38,9	6,2	-	-	-	-
2	10,0	2,6	-	-	-	-	8,1	13,2	-	-	-	-	17,0	14,2	-	-	-	-
3	10,1	3,7	-	-	-	-	7,7	18,9	-	-	-	-	40,8	6,8	-	-	-	-
4	9,8	3,6	-	-	-	-	7,5	12,4	-	-	-	-	18,4	13,1	-	-	-	-
5	9,9	2,5	-	-	-	-	8,5	17,9	-	-	-	-	40,6	6,5	-	-	-	-
6	9,7	2,8	-	-	-	-	8,4	11,8	-	-	-	-	25,9	13,9	-	-	-	-

Таблица 4.4 - Амплитуды движений в крупных суставах верхних конечностей и позвоночнике у добровольцев контрольной группы при имитации элементов профессиональной деятельности в экспериментальном стенде

В экспериментальном стенде																		
	Зачистка лунки (канавки) под установку стойки рамной крепи						Установка гидростоек крепи усиления под верхняк						Зачистка от штыба и кусков породы межштокового пространства секций механизированной крепи					
	Сгибание-разгибание						Сгибание-разгибание						Сгибание-разгибание					
	Плечевой сустав		Локтевой сустав		Позвоночник		Плечевой сустав		Локтевой сустав		Позвоночник		Плечевой сустав		Локтевой сустав		Позвоночник	
1	10,4	11,9	26	39,4	2,7	2,5	20	11,9	25,1	46,2	3,2	2,3	36,1	22,2	28,4	37,7	5	1,8
2	5,8	6,5	14,6	55,2	3,6	3	32,1	23,9	40,4	96,7	5,7	4	40,4	11,5	26,2	74,6	6	4,2
3	12,2	12,7	26,9	39,5	2,5	2,4	17,8	10,1	28,6	38,8	3,3	2,4	30,1	25,6	31,2	35,4	3,2	2,6
4	7,7	6,1	15,6	57,8	5,9	4,9	37,9	27,7	41,5	99,5	6,4	2,5	43,7	10,1	34,9	76,1	8,8	4,9
5	11,8	13,2	27,5	35,7	2,6	2,5	18,1	10,6	29,1	40,9	3,4	2,5	33,4	26,4	32,4	36,9	2,2	2,7
6	1,2	8,8	13,1	59,4	6,5	5,2	38,5	28,8	44,4	98,4	6,1	4,3	45,5	10,4	18,2	77,7	10,1	6,1
	Отведение-приведение						Отведение-приведение						Отведение-приведение					
1	12,7	8,3	-	-	-	-	11,6	13,7	-	-	-	-	55,5	9,3	-	-	-	-
2	13	5,9	-	-	-	-	10,1	29,5	-	-	-	-	20	23,3	-	-	-	-
3	10,1	3,5	-	-	-	-	15,6	12,1	-	-	-	-	49,6	8,9	-	-	-	-
4	16,7	11,7	-	-	-	-	7,9	31,5	-	-	-	-	28,9	25,7	-	-	-	-
5	9,5	8,4	-	-	-	-	14,8	12,5	-	-	-	-	49,5	8,1	-	-	-	-
6	18,5	10,7	-	-	-	-	7,2	32,1	-	-	-	-	29,9	27,5	-	-	-	-

Анализ проведенных экспериментов показал:

- для добровольцев контрольной группы характерно по сравнению с "эталонной" группой большее значение среднеквадратического отклонения, что является следствием разной степени подготовки персонала при выполнении данной технологической операции (рисунок 4.10-4.15).

- в "эталонной" группе, напротив, независимо от антропометрических особенностей добровольцев среднеквадратическое отклонение в среднем на 30% меньше, что свидетельствует о предсказуемости результатов и может быть принято за критерий освоения навыков выполнения конкретных технологических операций (рисунок 4.10-4.15).

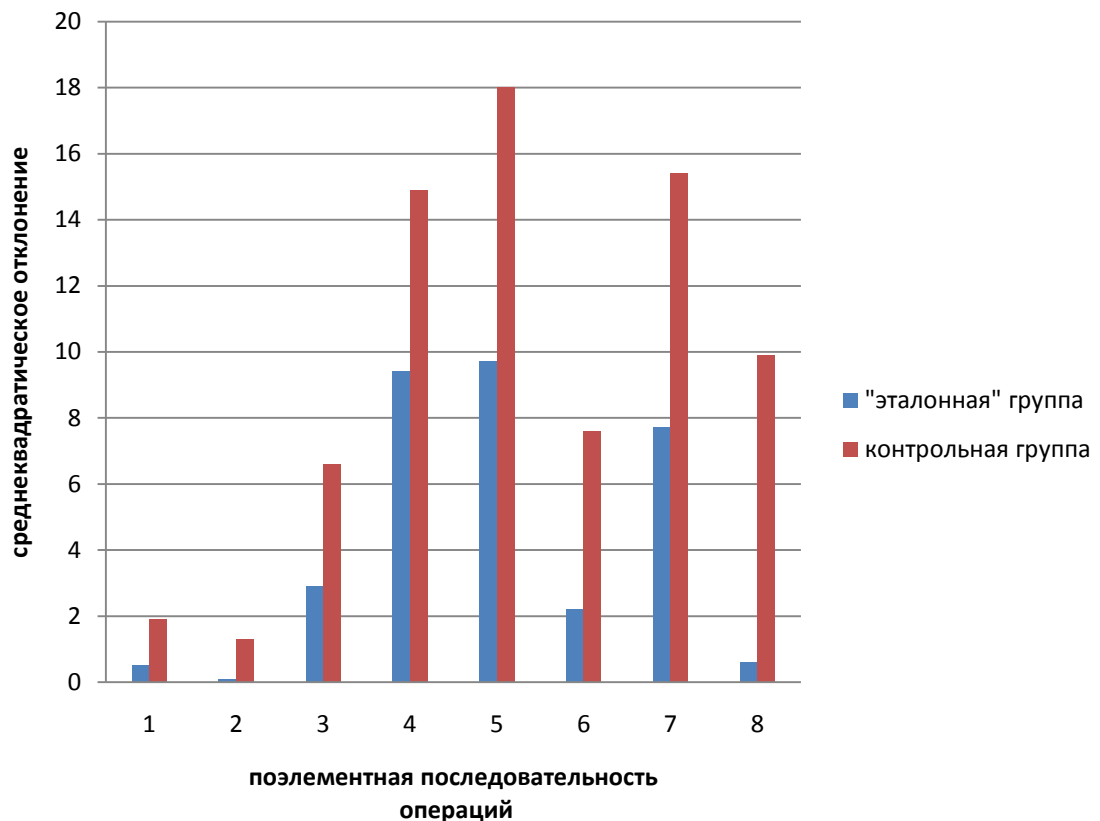


Рисунок 4.10 - Среднеквадратические отклонения амплитуд перемещения в "эталонной" группе и группе контроля при выполнении зачистки лунки (канавки) под установку стойки рамной крепи в условиях лаборатории

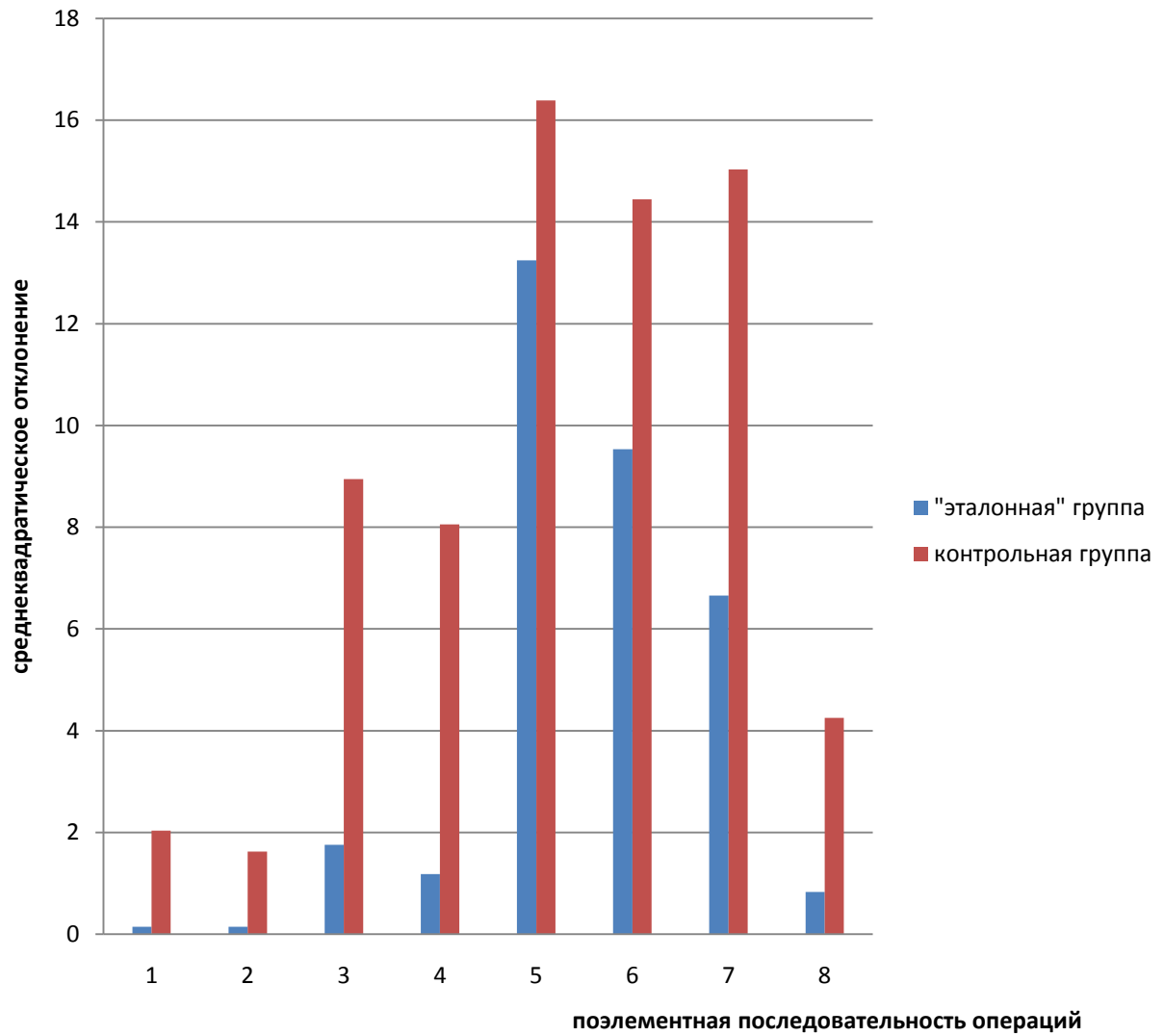


Рисунок 4.11 - Среднеквадратические отклонения амплитуд перемещения в "эталонной" группе и группе контроля при выполнении установки гидростоек крепи усиления под верхняк в условиях лаборатории

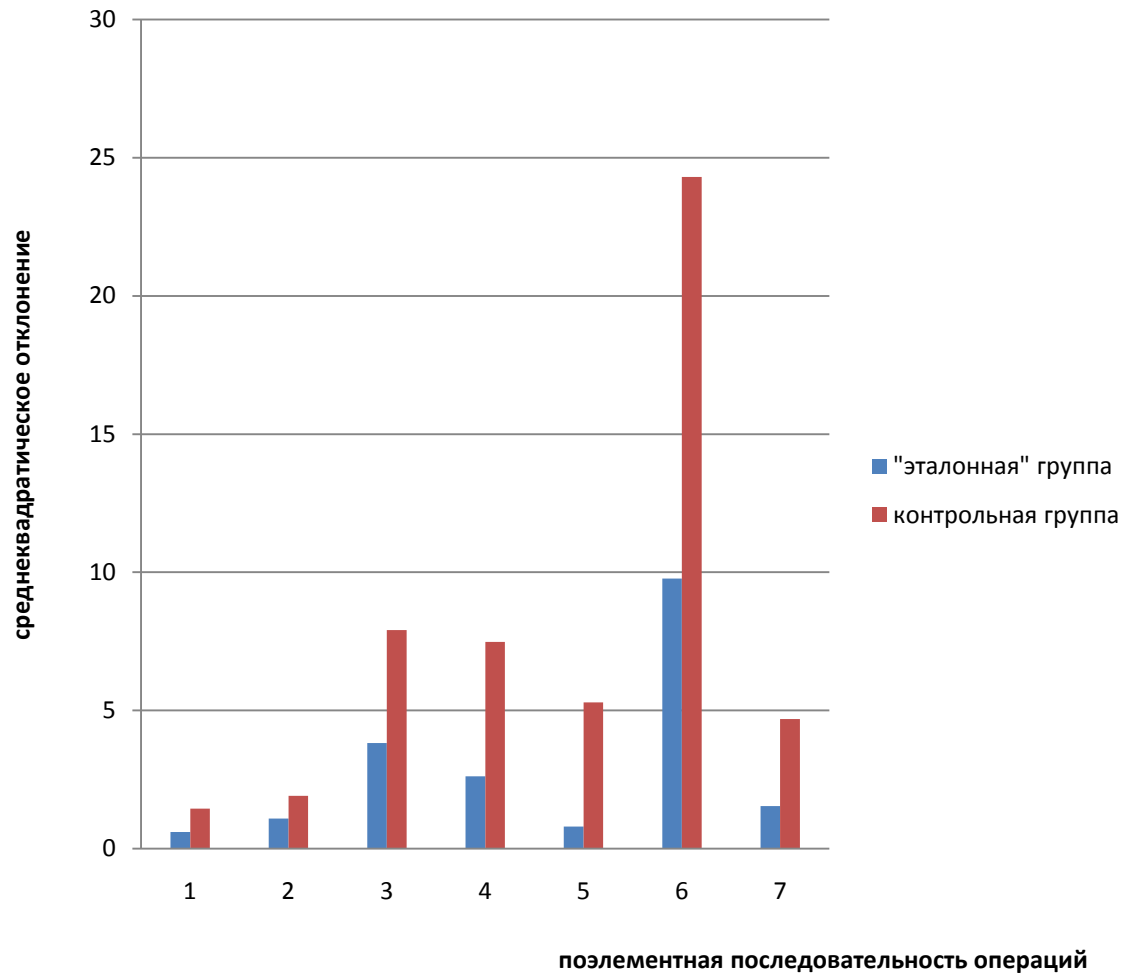


Рисунок 4.12 - Среднеквадратические отклонения амплитуд перемещения в "эталонной" группе и группе контроля при выполнении зачистки от штыба и кусков породы межштокового пространства секций механизированной крепи в условиях лаборатории

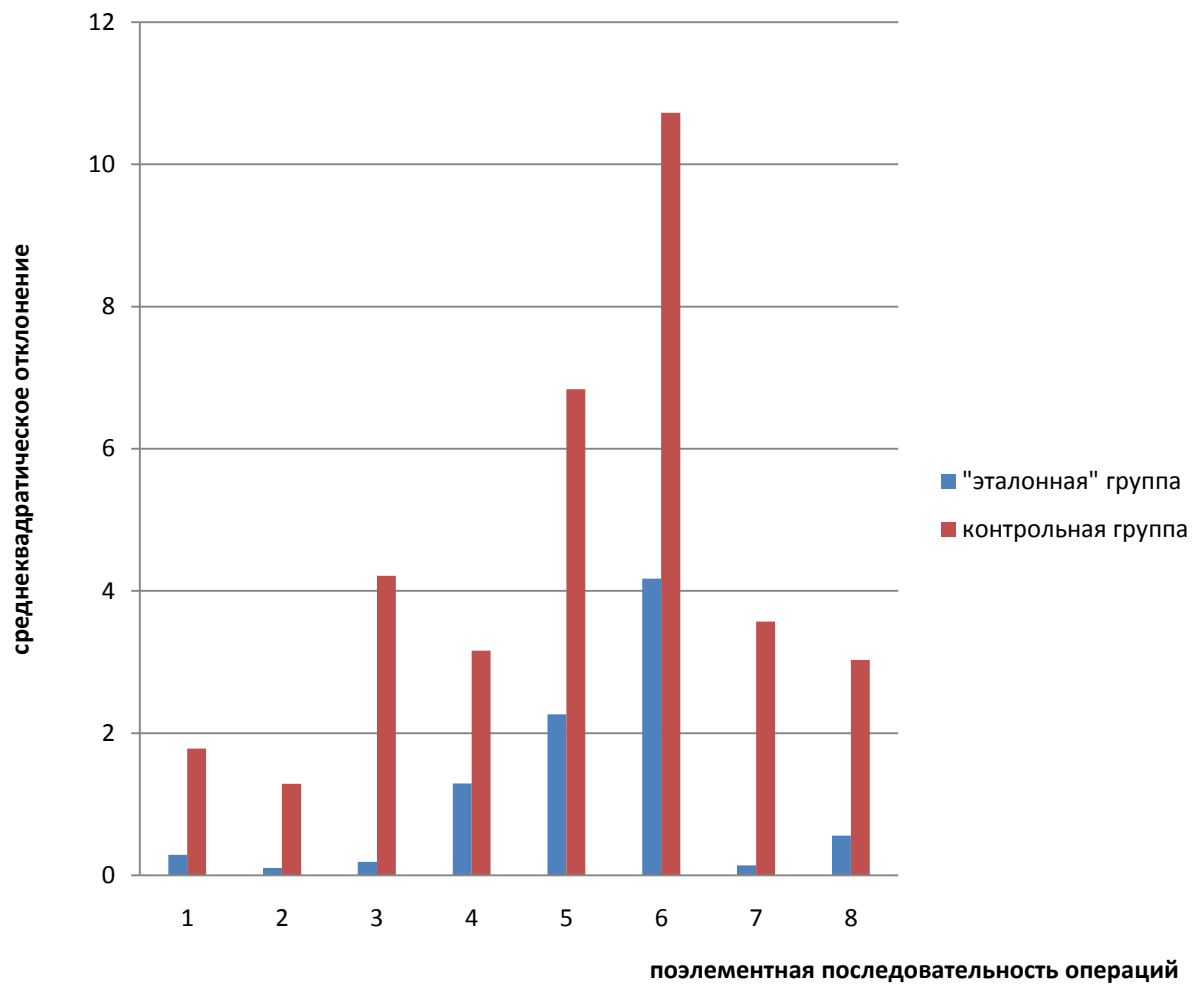


Рисунок 4.13 - Среднеквадратические отклонения амплитуд перемещения в "эталонной" группе и группе контроля при выполнении зачистки лунки (канавки) под установку стойки рамной крепи в экспериментальном стенде

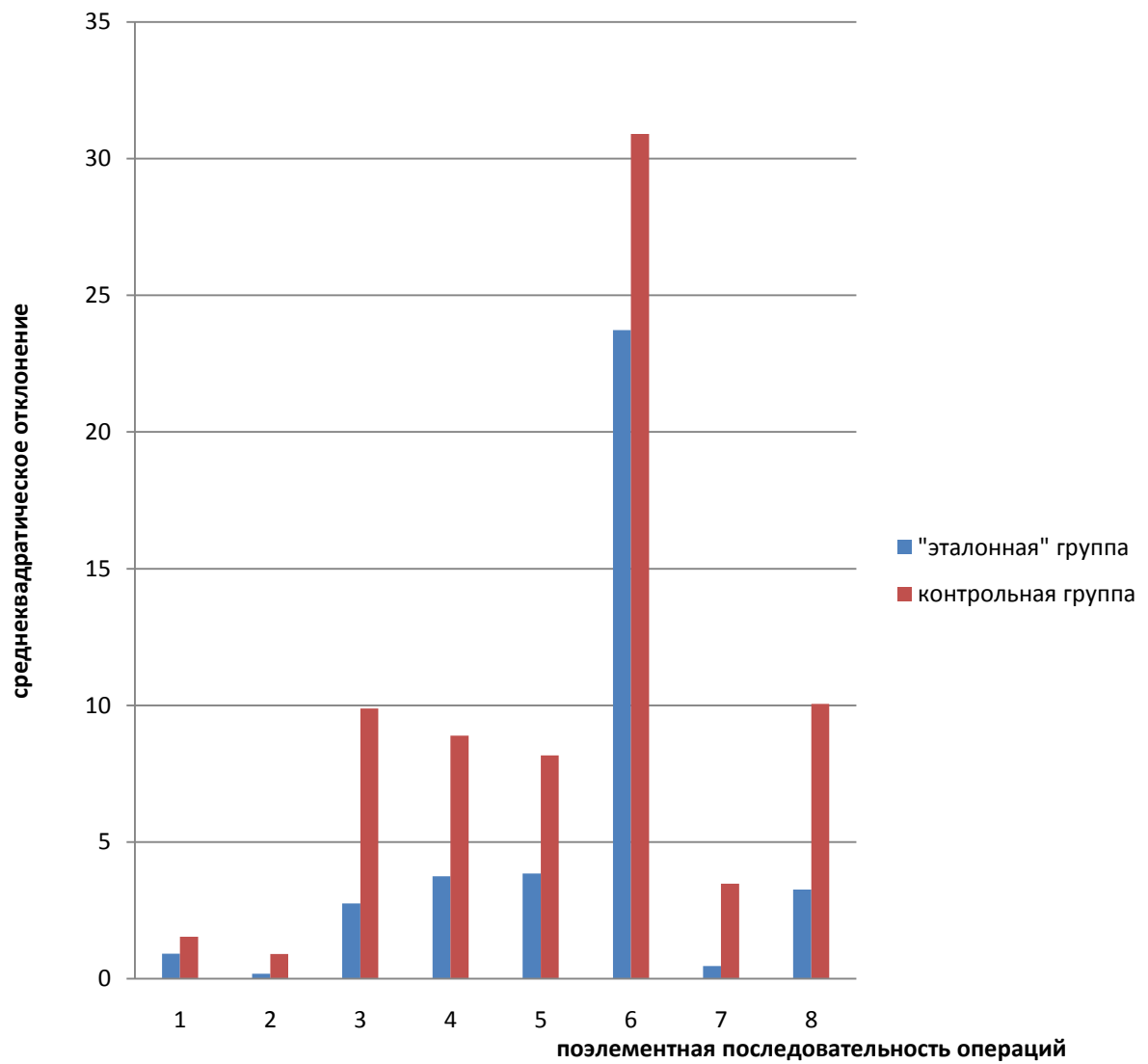


Рисунок 4.14 - Среднеквадратические отклонения амплитуд перемещения в "эталонной" группе и группе контроля при выполнении установки гидростоек крепи усиления под верхняк в экспериментальном стенде

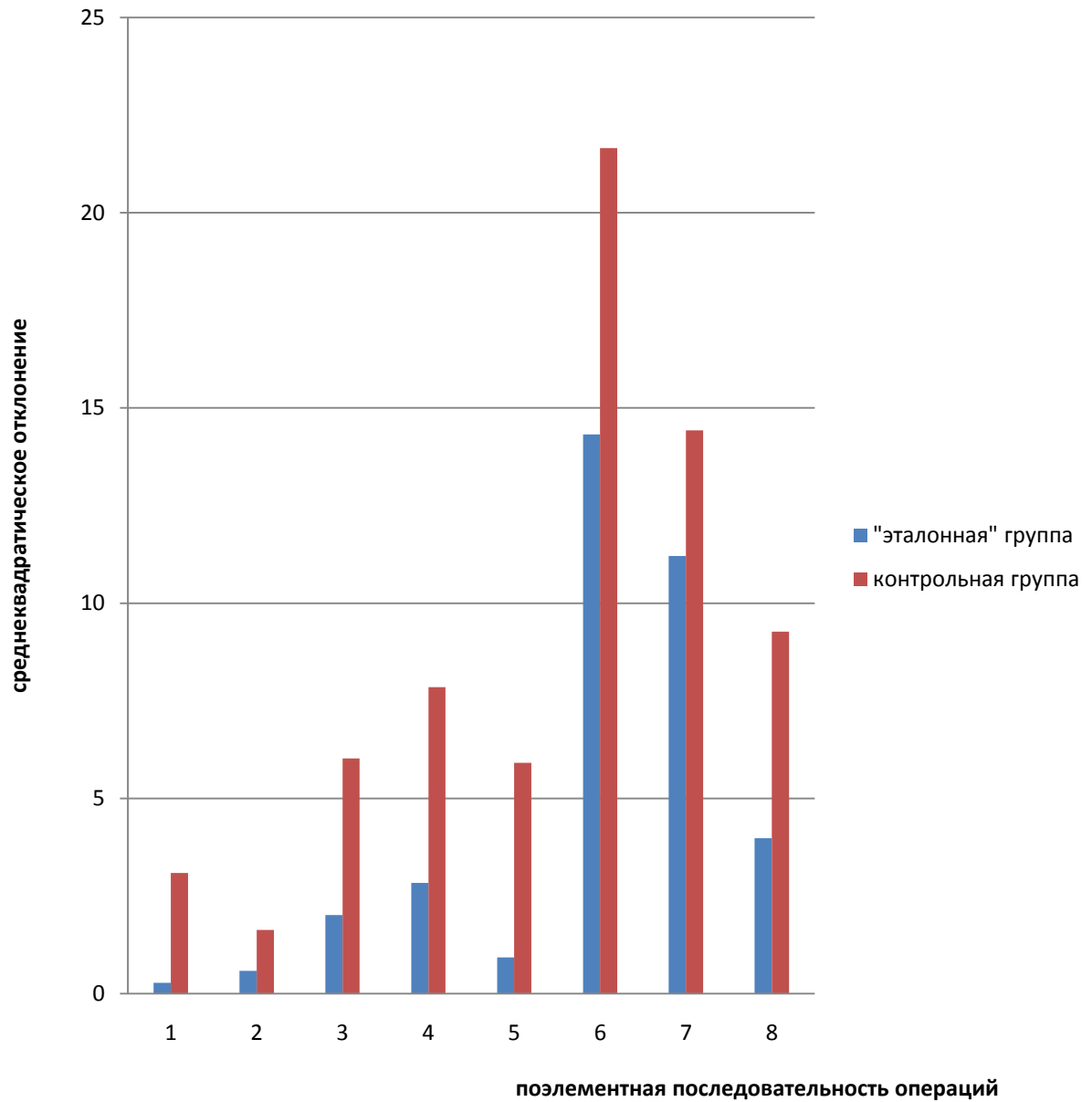


Рисунок 4.15 - Среднеквадратические отклонения амплитуд перемещения в "эталонной" группе и группе контроля при выполнении зачистки от штыба и кусков породы межштокового пространства секций механизированной крепи в экспериментальном стенде

Таким образом, показателем для оценки степени овладения навыками профессиональной деятельности обучаемого подземного персонала может считаться величина среднеквадратического отклонения амплитуды перемещения рабочих органов, установленная для горнорабочих со значительным опытом работы в конкретных горнотехнических условиях.

4.5 Выводы по главе 4

1. Одной из причин повышенного уровня травматизма в начальный период работы подземного персонала (в течение первого года) следует считать отсутствие устойчивых навыков осуществления профессиональной деятельности, что связано с недостаточной эффективностью системы обучения безопасным приемам труда.

2. Система обучения горнорабочих охране труда в настоящее время имеет информационный характер и не содержит элементов отработки устойчивых навыков выполнения конкретных технологических операций.

3. Для контроля наличия у подземного персонала необходимых навыков выполнения основных технологических операций на очистных и проходческих работах может быть использована техника визуализации кинематики движения, основанная на определении у тестируемых горнорабочих углов перемещения крупных суставов.

4. Предложена система обучения персонала устойчивым навыкам профессиональной деятельности, основанная на достижении в ходе тренировочного процесса минимальной величины отклонения показателя, характеризующего последовательность выполнения тестируемыми горнорабочими данной технологической операции, от показателя, выбранного в качестве «эталонного» и установленного в ходе проведения аналогичных испытаний горнорабочих, имеющих навыки профессиональной деятельности в рассматриваемых условиях.

Заключение

Основные научные и практические результаты, полученные в процессе выполнения работы, заключаются в следующем:

1. Снижение производственного травматизма и аварийности связано с перехода от ликвидации последствий к превентивному предупреждению. В качестве одного из критериев при этом может быть выбрано число нарушений правил безопасности, в том числе повторяющихся нарушений.

2. Показателем для определения периодичности организационного вмешательства в производственную деятельность, в том числе в проведение внеплановых инструктажей по обучению нормам и правилам безопасности, может являться величина соотношения между риском производственного травматизма и частотой нарушений правил безопасности, равная 0,5-0,6, при достижении которой характерна тенденция к росту риска травматизма.

3. Связь между риском производственного травматизма и частотой возникновения нарушений правил безопасности описывается линейной корреляцией со значениями коэффициентов корреляции, превышающих 0,8, что дает возможность для прогноза риска травматизма при текущей величине нарушений.

4. Одной из причин повышенного уровня травматизма в начальный период работы подземного персонала (в течение первого года) следует считать отсутствие устойчивых навыков осуществления профессиональной деятельности, что связано с недостаточной эффективностью системы обучения безопасным приемам труда.

5. Система обучения горнорабочих охране труда в настоящее время имеет информационный характер и не содержит элементов отработки устойчивых навыков выполнения конкретных технологических операций.

6. Для контроля наличия у подземного персонала необходимых навыков выполнения основных технологических операций на очистных и проходческих

работах может быть использована техника визуализации кинематики движения, основанная на определении у тестируемых горнорабочих углов перемещения крупных суставов.

7. Предложена система обучения персонала устойчивым навыкам профессиональной деятельности, основанная на достижении в ходе тренировочного процесса минимальной величины отклонения показателя, характеризующего последовательность выполнения тестируемыми горнорабочими данной технологической операции, от показателя, выбранного в качестве «эталонного» и установленного в ходе проведения аналогичных испытаний горнорабочих, имеющих навыки профессиональной деятельности в рассматриваемых условиях.

Список литературы

1. Айвазян, С.А. Моделирование производственного потенциала на основе концепции стохастической границы. Методология, результаты эмпирического анализа. - Москва.: Красанд, 2015 г.- 352 с.
2. Артемьев, В.Б. Стратегия, тактика и практика инновационного развития открытых горных работ/ В.Б.Артемьев, В.Н. Захаров, А.В. Федоров, А.М. Макаров//Уголь. – 2017. – №12. – С. 6-19.
3. Артемьев, В.Б. Механизм предотвращения реализации опасной производственной ситуации/ В.Б.Артемьев, В.А. Галкин В.А., А.М. Макаров, И.Л. Кравчук//Уголь. – 2016. – №5. – С. 73-77.
4. Артемьев, В.Б. К существенному повышению безопасности производства на предприятиях «СУЭК» (от «Карты боя» — к «Уставу боя» с опасными производственными ситуациями)/ В.Б.Артемьев, В.В. Лисовский, В.А. Галкин, И.Л. Кравчук//Уголь. – 2016. – №9. – С. 4-9.
5. Артемьев, В.Б. Организационный аспект обеспечения безопасности производства на горнодобывающих предприятиях/ В.Б. Артемьев, В.А. Галкин, А.М. Макаров, Н.О. Каледина, О.В. Воробьева, И.Л. Кравчук// Безопасность труда в промышленности. – 2016. – №12. – С. 20-26.
6. Багаутдинов, В.Ю. и др. Безопасность жизнедеятельности. Практикум. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 288 с.
7. Безбородова, О.Е. Анализ риска опасных производственных объектов: методические указания / под ред. Н. Н. Вершинина. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2014. – 44 с.
8. Беляков, Г.И. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда. – М.: Юрайт, 2013. – 576 с.
9. Беляков, Г.И. Охрана труда и техника безопасности. Учебник. – М.: Юрайт, 2016. – 404 с.

10. Берман, А.Ф. Информатика катастроф// Проблема безопасности и чрезвычайных ситуаций.-2012.-№3.- С.17-37.
11. Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда. – М.: Высшая школа, 2001. – 432 с.
12. Блинов, В.М. Логистический подход к проблеме адаптации предприятий к рыночной среде/ В.М. Блинов, В.А. Галкин, Н.В. Галкина, А.М. Макаров, А.Н. Рахмангулов// Вопросы формирования и эффективного функционирования рыночной системы: Межвуз. сб. науч. тр. Вып. 3. – Магнитогорск, МГТУ, 2001. - С.14-31.
13. Бухтояров, В.Ф. Проблемы и пути обеспечения безопасности и охраны труда/ Международный журнал экспериментального образования. 2015. - № 5-1. - С. 76-78.
14. Галкин, В.А. Центр самоподготовки руководящего персонала горнодобывающих предприятий / В.А. Галкин // Уголь. — 2013. — № 6. — С. 67-72.
15. Галкин, В.А. Методология развития компетенций персонала горнодобывающего предприятия // Уголь. – 2014. – №10. – С.83-85.
16. Галкина, Н.В. Социально-экономическая адаптация угледобывающего предприятия к инновационной модели технологического развития / Н.В. Галкина. – М.: Экономика, 2007. – 248 с.
17. Gendler, S.G. Optimization of expenditures for labor protection at deep mining/ S.G. Gendler, A.M. Grishina, E.A. Kochetkova// Eurasian Mining. - 2017. - № 2 - С. 35 - 39.
18. Гендлер, С.Г. Повышение эффективности обучения горнорабочего безопасным приемам труда – основа для снижения производственного травматизма и аварийности/ С.Г. Гендлер, А.М. Гришина// Горный информационно-аналитический бюллетень.– МГГУ. - 2017. - №4 - С. 318-325.

19. Гендлер, С.Г. Методика оценки состояния охраны труда в вертикально-интегрированных угольных компаниях по фактору производственного травматизма/ С.Г. Гендлер, А.М. Гришина, Л.Ю. Самаров// Известия ТулГУ. Науки о Земле, № 4, 2017. - С. 97 - 108.

20. Гендлер, С.Г. Особенности анализа производственного травматизма в вертикально-интегрированных угольных компаниях/ С.Г. Гендлер, А.М. Гришина, Л.Ю. Самаров// Международная научно-практическая конференция «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке»/ Санкт-Петербургский горный университет. - СПб, 2016. - С. 79.

21. Гендлер, С.Г. Предупреждение производственного травматизма в угольных шахтах на основе совершенствования методик обучения горнорабочих/ С.Г. Гендлер, А.М. Гришина// Материалы IV всероссийской научной конференции и школы для молодых ученых (с международным участием) - Таганрог, 2017. - С. 14-16.

22. Гендлер, С.Г. Снижение производственного травматизма в угольных шахтах на основе использования тренажера для обучения безопасным приемам труда/ С.Г. Гендлер, А.М. Гришина// Международная научно-практическая конференция, посвященной 185-летию кафедры "Горное искусство" Горное дело в XXI веке: Технологии, наука, образование/ Санкт-Петербургский горный университет. - СПб, 2017. - С. 102-103.

23. Горбунов, С.В. Анализ технологий прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера/ С.В. Горбунов, Ю.Д. Макиев, В.П. Малышев // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2011. – № 1. – С.46.

24. Гришина, А.М. Система мониторинга условий труда и производственной деятельности горнорабочих угольных шахт/ Международная научно-практическая конференция "Образование, наука, бизнес: развитие и перспективы", Саратов, 2016. - С. 13-18.

25. Грызунов, В.В. Профессиональная виктимность как детерминанта технической безопасности на горнодобывающих предприятиях/ В.В. Грызунов, И.В. Грызунова, А.М. Гришина, Г.В. Козлов// Горный информационно-аналитический бюллетень. - М: Горная книга. «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке». - 2015. - Специальный выпуск №7. – С. 444-452.

26. Грызунов, В.В. Дифференциальный подход к качественному анализу структуры травматизма на угледобывающих предприятиях/ В.В. Грызунов, А.М. Гришина, Д.С. Пекарчук// Горный информационно-аналитический бюллетень. - М: Горная книга. «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке». - 2015. - Специальный выпуск 60-2. - С. 72-81.

27. Грызунов, В.В. Структурно-функциональный анализ категории человеческой ошибки на производственных объектах горнодобывающей отрасли/ В.В. Грызунов, А.М. Гришина, Д.С. Пекарчук// Горный информационно-аналитический бюллетень. - М: Горная книга. «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке». - 2015. - Специальный выпуск 60-2. - С. 82-90.

28. Грызунов, В.В. Система предсменного контроля поведенческой безопасности на угледобывающих предприятиях/ В.В. Грызунов, А.М. Гришина// Горный информационно-аналитический бюллетень.– МГГУ. - 2017. - №7- С. 45-50.

29. Грызунов, В.В. Технология мониторинга функционального состояния оператора автоматизированной системы контроля технологических процессов в горнодобывающей промышленности//В.В. Грызунов, И.В. Грызунова, А.М. Гришина// X международная научно-практическая конференция "Прикладные научные новости – 2014". - Прага, 2014. - С. 17-21.

30. Грызунов, В.В. Мониторинг состояния операторов системы контроля технологических процессов на предприятиях минерально-сырьевого комплекса/ В.В. Грызунов, И.В. Грызунова, А.М. Гришина, Л.М. Кемасьо, В.А.Ерофеев// Современные биоинженерные и ядерно-физические технологии в медицине. – М, 2014. - С. 222-226.

31. Gryzunov, V.V. The human factor as determinants of new types of possible incidents at mining enterprises/ V.V. Gryzunov, A.M. Grishina, G.V.Kozlov// The priorities of the world science: experiments and scientific debate Proceedings of the VII International scientific conference North Charleston. - SC, USA, 2015. - С. 178-181.

32. Грызунов, В.В. Система мониторинга специалистов операторского профиля в горнодобывающей промышленности/ В.В. Грызунов, А.М. Гришина // В международном научно-исследовательском журнале №2(33) 2015 часть 2 по результатам XXXVI заочной научной конференции Журнал исследований социальной политики. – Екатеринбург, 2015. - С. 90-91.

33. Грызунов, В.В. Критерий оценки эффективности используемой системы безопасности на опасных производственных объектах/ В.В. Грызунов, А.М. Гришина, В.Ю. Гришин, И.В. Грызунова, Д.А. Маврина // 2-ая Международная молодежная научно-техническая конференция «Прогрессивные технологии и процессы» Курск, 2015. - С. 269-272.

34. Грызунов, В.В. Аккумуляционная модель циклической трансдукции латентных предпосылок, ошибок, небезопасных действий персонала на опасных производственных объектах/ В.В. Грызунов, В.Н. Шмат, М.В. Шмат, Д.С. Пекарчук, А.М. Гришина// Научно-практическая конференция, посвященная 110-летию Горного факультета/ Санкт-Петербургский горный университет. - СПб, 2015. - С. 81-82.

35. ГОСТ 12.0.004-2015 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения».

36. Даль, Н.Н. Повышение безопасности труда персонала угольных шахт г. Воркуты на основе учета техногенных, организационных и социально-экономических факторов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: Спец. 05.26.01 – «Охрана труда» /Н.Н. Даль. – СПб., 2011. – 20 с.

37. Дементенко, В.В. Физические принципы построения систем безопасного мониторинга состояния человека-оператора: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук: 01.04.01 /В. В. Дементенко. – Москва, 2010. — 38 с.

38. Добровольский, А.И. и др. Развивающая аттестация управленческого персонала ОАО «Ургалуголь» / А.И. Добровольский, Г.Л. Феофанов, О.С. Шивырялкина // Уголь. — 2013. — № 3. — С. 104-109.

39. Дружинин, А.А. и др. Повышение эффективности планирования и осуществления производственного контроля промышленной безопасности ОПО на высокопроизводительных угольных шахтах /А.А. Дружинин, М.Г. Голубев, А.Вал. Галкин //ГИАБ. – 2008. – № 6. – С. 51-64.

40. Дружинин, А.А. и др. Повышение эффективности планирования и осуществления производственного контроля промышленной безопасности ОПО на высокопроизводительных угольных шахтах /Дружинин А.А., Голубев М.Г., Галкин А.В. //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2008. – № 4. – С. 51-64.

41. Ежегодный отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за 2017 год [электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/

42. Ермак, Г.П. Основные направления работы Ростехнадзора по контролю над состоянием промышленной безопасности и снижению аварийности в угледобывающей промышленности России/ Г.П. Ермак, С.В. Мясников, В.В. Скатов, С.Г. Гендлер// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2015. - № S7. - С. 265-275.

43. Ефимов, В.И. Социальные последствия проявлений опасности на угольных шахтах // Горная промышленность. - 2002. - N 2. - С. 11-14.

44. Ефремов, С.В. Производственная безопасность. СПб. СПбГАСУ, 2013. - с. 78—89.

45. Ефремова, О.С. Проверка знаний требований по охране труда. – М.: Альфа-Пресс, 2015. – 168 с.

46. Жабреев, В.С. Оценка Информационных Характеристик Человеческого Фактора. – М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 88 с.

47. Жариков, В.М. Практическое руководство инженера по охране труда. – М.: Инфра-Инженерия, 2016. – 282 с.

48. Каледина, Н.О. Резервы повышения эффективности подземной дегазации угольных пластов с целью улучшения условий труда шахтеров/ Каледина Н.О., Малашкина В.А.// Горный журнал.- 2017. - № 6. - С. 86-89.

49. Каледина, Н.О. и др. Производственный контроль на угледобывающем предприятии : роль человеческого фактора /Н.О. Каледина, О.В. Воробьева //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2014. – № S12-1. – С. 28-37.

50. Карта боя с опасными производственными ситуациями. Приложение № 1 к практическому пособию «Безопасность производства (организационный аспект) / В.Б. Артемьев, В.А. Галкин, И.Л. Кравчук и др. / Отдельная статья Горного информационно-аналитического бюллетеня. 2015. № 5 (Специальный выпуск 21). М.: Горная книга, 2015. - 40 с.

51. Килин, А.Б. Об удержании производственной ситуации на приемлемом уровне риска травмирования персонала / А. В. Килин, Азев В. А., Шаповаленко Г. Н., Радионов С. Н., Кравчук И. Л., Жуков А. Л.// Уголь. – 2013. – № 10. – С. 38-41.

52. Килин, А.Б. и др. Выявление резервов повышения эффективности производства (на примере Черногорского филиала ОАО «СУЭК» / А.Б. Килин, Г.Н. Шаповаленко и др. — Челябинск: ОАО «НТЦ-НИИОГР». — 2008. — 33 с.

53. Килин, А.Б. и др. Совершенствование производства в условиях финансового кризиса / А.Б. Килин, В.А. Азев, А.С. Костарев // Уголь. — 2010. — № 7. — С. 32-34.

54. Килимник, В. Травматизм в угольном производстве России. Журнал горная промышленность, 2006. - №6. - С. 140

55. Коева, В.А. Охрана труда в предприятиях общественного питания. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 224 с.

56. Консультационные услуги по формированию, постановке и освоению механизма осуществления аудита состояния промышленной безопасности, выполняемого общественными инспекторами, и реализации его результатов: Отчет по 1 и 2 этапам договора /ОАО «СУЭК-Кузбасс»; ЗАО «ТЦ «Организация и Управление». – Челябинск, 2011. – 35 с.

57. Коршунов, Г.И. и др. Травматизм на шахтах ОАО «СУЭК-Кузбасс» и его причины /Г.И. Коршунов, Р.С. Истомин, И.В. Курта, М.А. Логинов //Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 6. – С. 18-20.

58. Косолапова, Н.В. Охрана труда. Учебник. – М.: КноРус, 2016. – 182 с.

59. Костарев, А. С. Нормирование труда как инструмент повышения эффективности использования внутрипроизводственных резервов угледобывающего предприятия/ А.С. Костарев, Т.А. Коркина, О.А. Лапаева,

С.И. Захаров// Открытые горные работы в XXI веке-2. ГИАБ. - 2015. - № 45-2. - С. 181–188.

60. Кравчук И.Л. Теоретические основы и методы формирования системы обеспечения безопасности производства горнодобывающего предприятия: Дис. ... докт. техн. наук. Спец. 05.26.01 – «Охрана труда» (в горной промышленности) /И.Л. Кравчук. – М., 2001. – 252 с.

61. Кравчук, И.Л. и др. Риск негативных событий, обусловленный нарушениями требований безопасности, и способ его снижения: Отдельная статья Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала)/И.Л. Кравчук, В.Ю. Гришин, А.В. Смолин. – М.: Горная книга, 2015. – № 6 (спец. выпуск 28). – 20 с.

62. Костырко, Л.А. Диагностика потенциала финансово-экономической устойчивости предприятия: Монография. - М.: Фактор. - 2008. - 336 с.

63. Лазарев, С.В. Психология безопасности профессиональной деятельности. – М.: Говорящая книга, 2012. – 145 с.

64. Лисовский, В.В. Об оперативном управлении рисками травмирования персонала: удержание опасной производственной ситуации на приемлемом уровне риска / В.В. Лисовский, В.Ю. Гришин, И.Л. Кравчук, А.В. Галкин // Уголь. 2013. № 11. С. 46-52.

65. Логинов, А.К. ОАО "Воркутауголь" - состояние и пути повышения эффективности производства // Уголь. - 2003. - N 8. - С. 15-17.

66. Методические рекомендации по анализу и выявлению технических, организационных и личностных причин производственного травматизма на угольных предприятиях/НЦ ВостНИИ. – Кемерово, 2004. – 130 с.

67. Методика подготовки и проведения аттестации, мотивирующей персонал к повышению эффективности производства / А.В. Федоров, С.В. Самарин, В.Н. Кулецкий и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельная статья. - 2011. - № 13. - 28 с.

68. Механизм снижения рисков травмирования в рамках работы системы производственного контроля шахты / А.И. Добровольский, Е.П. Ютяев, Е.В. Мазаник и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2012. - №5. - С. 283-297.

69. Мохначук И.И. Охрана труда и промышленная безопасность в угольной промышленности России // Уголь. - 2003. - N 8. - С. 3-8.

70. Мясников, С.В. Состояние промышленной безопасности и организация контроля в угольной промышленности С.В. Мясников //Безопасность труда в промышленности. – 2015. – № 6. – С. 9-14.

71. Неволina, Е.М. Снижение травматизма на горнодобывающем предприятии на основе развития компетентности персонала: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Спец. 05.26.01 – «Охрана труда» /Е.М. Неволina. – Челябинск, 2004 – 23 с.

72. Новый этап повышения безопасности производства: [Матер. конф. «Промышленная безопасность и экология в СУЭК. Итоги 2014 г. Задачи на 2015 г.», 27-31 июля 2015 г., г. Абакан] //Уголь. – 2016. – № 2. – С. 41-49.

73. Носкова О.Г. Психология труда. – М.: Академия, 2009. – 384 с.

74. Носкова О.Г. Психология труда. – М.: Академия, 2011. – 384 с

75. Косолапова, Н.В. Охрана труда. Учебник. – М.: КноРус, 2016. – 182 с.

76. О механизме устранения повторяющихся нарушений требований безопасности на шахтах ОАО «СУЭК-Кузбасс» / Ю.М. Иванов, В.Ю. Гришин, Е.Е. Китляйн, И.Л. Кравчук, Е.М. Неволina, А.В. Смолин // Безопасность труда в промышленности. 2013. - № 11. - С. 28-30.

77. Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»: Приказ Ростехнадзора от 11 апреля 2016 г. №

144.5. Руководство по системам управления охраной труда МОТ-СУОТ 2001 (ILOOSH 2001). – Женева, 2003.

78. Общие вопросы охраны труда. – М.: Феникс +, 2009. – 632 с.

79. Общие правила промышленной безопасности для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов ПБ 03-517-02: — Москва, Энергия, 2014 г.- 50 с.

80. Оперативное управление рисками травмирования персонала: Отчет по итогам семинара, проведенного 18-22 марта 2013г. с группой начальников участков и цехов, их заместителей и помощников, горных мастеров и механиков / НИИОГР. — Челябинск, 2013. — 124 с.

81. Оперативное управление рисками травмирования персонала: Отчет по итогам семинара, проведенного 22-26 апреля 2013г. с группой начальников участков и цехов, их заместителей и помощников, горных мастеров и механиков / НИИОГР. — Челябинск, 2013. — 115 с.

82. Охрана труда в организации. Краткое практическое руководство. – М.: НЦ ЭНАС, 2012. – 32 с.

83. Охрана труда. Общие положения. Сборник нормативных актов по состоянию на 2015 год. – М.: Эксмо, 2015. – 112 с.

84. Оценка риска вреда здоровью. Концепция / А.С. Ворошилов, С.П. Ворошилов, Н.Н. Новиков, Г.З. Файнбург // Безопасность и охрана труда. – 2015. – № 2. – С. 14–16.

85. Павлов, А.Ф. Коренные причины производственного травматизма на угольных шахтах России. – Кемерово, 1999. – 60 с.

86. Патент 171718 Российская Федерация МПК G09B 9/00 Тренажер для обучения горнорабочих безопасным приемам работы/ С.Г. Гендлер, А.М. Гришина, А.М. Герегей; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербургский

горный университет. - № 2017102068; заявл. 23.01.2017; опубл. 13.06.2017, Бюл. № 17. - 8 с.

87. Парханьски, Ю. Коэффициентная оценка риска производственного травматизма на примере опыта польских каменноугольных шахт // Сборник научных трудов Международного форума-конкурса «Проблемы недропользования» / Санкт-Петербургский государственный горный институт. СПб, 2009. - С. 43-46.

88. Парханьски, Ю. Системный подход для коэффициентной оценки риска несчастных случаев на примере каменноугольных шахт Польши // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельный выпуск. Безопасность. - 2006. - С.120-128.

89. Парханьски, Ю. Травматизм работников угольных шахт в период реструктуризации на шахтах Польши // Сборник научных трудов форума-конкурса молодых ученых «Проблемы недропользования». Ч. 1 / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». СПб, 2013. - С. 102-105.

90. Парханьски, Ю. Травматизм трудящихся на каменноугольных шахтах Польши в период реструктуризации (1993-2005)// Записки Горного института. -2009. - Т. 180. - С. 36-42.

91. Парханьски, Ю. Оценка риска аварии - графический метод // Научные труды Силезского технологического университета. Серия «Горное дело». Т. 250. Гливице. - 2001. - С. 165-173.

92. Пачурин, Г.В. Основы профилактики несчастных случаев на производстве. – М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. – 104 с.

93. Пачурин, Г.В. Производственный травматизм. – М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 200 с.

94. Пачурин, Г.В. Профилактика и практика расследования несчастных случаев на производстве. Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2015. – 384 с.

95. Подображин, С.Н. О надзоре за состоянием промышленной безопасности в угольных шахтах /С.Н. Подображин //Безопасность труда в промышленности. – 2015. – № 10. – С. 48-51.

96. Постановление Минтруда России и Минобразования от 13 января 2003 г. N 1/29 «Об утверждении порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций» (с изменениями на 30 ноября 2016 года).

97. Роль человеческого фактора при эксплуатации подъемных сооружений. / А.А. Короткий, В.В. Котельников, Е.В. Егельская // ХИМАГРЕГАТЫ.- 2014. - №4(28). – с. 42-45.

98. Тимофеева, С.С. Производственная безопасность. - М.: Форум, Инфра-М, 2014.- 336 с

99. Рыжова, Е. Предупреждение травматизма. – М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 200 с.

100.Смолин, А.В. Подход к профилактике травматизма на горнодобывающих предприятиях с учетом времени работы с отклонениями от требований безопасности/А.В. Смолин//Совершенствование деятельности по обеспечению безопасности производства на угледобывающих предприятиях: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2016. – № 12 (спец. выпуск 70). – С. 35-42.

101.Соколовский, А. В. Стратегия и параметры развития угольных разрезов ОАО «СУЭК»/ А.В. Соколовский, О.И. Черских, А.И. Каинов// Горный журнал. - 2015. - № 11. - С. 62–65.

102.Сухачев, А.А. Охрана труда в строительстве. — М.: КНОРУС, 2013. - 272 с.

103.Тимофеева, С.С. Производственная безопасность. – М.: Форум, Инфра-М, 2014. – 336 с.

104.Тропко, Л.А. Угольная отрасль - состояние и перспективы // Уголь. - 2002. - N 5. - С. 6-9.

105.Ульянов, В. Безопасность персонала. – М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 144 с.

106.Файнбург, Г.З. Опыт 20-летней работы Пермского регионального центра охраны труда и актуальные проблемы риск-ориентированного подхода к управлению охраной труда/ В сборнике: Актуальные проблемы охраны труда и безопасности производства Материалы X Юбилейной международной научно-практической конференции.- 2017. - С. 14-28.

107.Файнбург, Г.З. Идентификация опасностей и риска как элементы системы управления охраной труда/Г.З. Файнбург, К.А. Черный//В сборнике: Актуальные проблемы охраны труда и безопасности производства Материалы X Юбилейной международной научно-практической конференции.- 2017. - С. 29-47.

108.Файнбург, Г.З. Научные основы создания и обеспечения эффективного функционирования систем управления охраной труда и практика их применения/Охрана и экономика труда. - 2017. - № 3 (28). - С. 36-43.

109.Файнбург, Г.З. Проблемы внедрения риск-ориентированного подхода в практику обеспечения безопасности производства/ Актуальные проблемы повышения эффективности и безопасности эксплуатации горношахтного и нефтепромыслового оборудования. - 2017. - Т. 1. - С. 151-167.

110.Файнбург, Г.З. Риск-ориентированный подход и его научное обоснование/ Безопасность и охрана труда. - 2016. - № 2 (67). -С. 31-40.

111.Файнбург Г.З. Создание и функционирование системы управления охраной труда: практ. пособие для работодателя. – 2-е изд., испр. и доп. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2016. – 240 с.

112.Файнбург Г.З. Системные расстановки. Как создать и обеспечить функционирование системы управления охраной труда // Безопасность и охрана труда. – 2014. – № 1. – С. 16–23.

113.Файнбург Г.З. X-фактор. О классификации вредных и опасных производственных факторов // Безопасность и охрана труда. – 2014. – № 2. – С. 16–23.

114.Файнбург Г.З. Основы классификации, типологизации и идентификации факторов, формирующих условия труда (Общие принципы и подходы) // Безопасность в техносфере. – 2014. – Вып. 4. – С. 60–66.

115.Файнбург Г.З. Санитарно-гигиеническое нормирование производственных факторов как объективная исходная основа управления рисками // Безопасность и охрана труда. – 2015. – № 2. – С. 56–61.

116.Халин, Е.В. Безопасность производства. Технологии, способы, устройства. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2006. – 372 с.

117. Черских, О.И. Социально-экономическое нормирование как инструмент управления развитием горнодобывающего предприятия/ О.И. Черских, Н.В. Галкина, Т.А. Коркина, О.А. Лапаева// Горный журнал. 2017. № 12. С. 36–41.

118. Шивырялкина, О. С. Подготовка персонала к развивающей аттестации (на примере ОАО «Ургалуголь») // Вестник ЧелГУ. 2013. № 3 (294). Управление. Вып. 8. С. 99–102.

119.Шувалов, Ю.В. и др. Аттестация рабочих мест по условиям труда /Ю.В. Шувалов, Е.И. Домпальм; Санкт-Петербургский гос. горный ин-т им. Г. В. Плеханова (технический ун-т). – СПб., 2010. – 131 с.

120.Энциклопедия по безопасности и гигиене труда. В 4-х т. 4-е изд. МОТ–Женева; М., 2001–2002. Т.1.– 1279 с.; Т.2 – 925 с.; Т.3 – 1311 с.; Т.4 – 712 с.