

УДК 622.8:004.94

На правах рукописи

A 2009  
1832



**САТТАРОВА ГУЛЬМИРА САПАРОВНА**

**Разработка методик прогноза производственного травматизма  
и профессиональной заболеваемости на угольных шахтах**

05.26.01 – Охрана труда

**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

Республика Казахстан  
Алматы, 2009

214

Работа выполнена в Карагандинском государственном техническом университете

**Научный руководитель:** доктор технических наук, профессор  
Акимбеков А.К.

**Официальные оппоненты:** Академик НАН РК,  
доктор технических наук, профессор  
Рогов Е.И.

Лауреат премии Ленинского комсомола,  
доктор технических наук, профессор  
Шакиров А.Т.

**Ведущая организация:** Казахский национальный технический  
университет им. К.И. Сатпаева

Защита состоится «29» мая 2009 г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 53.03.07 в Институте горного дела им. Д.А.Кунаева по адресу: Республика Казахстан, 050046, г. Алматы, ул.Абая 191

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института горного дела им Д.А.Кунаева.

Отзывы на автореферат направлять по адресу: Республика Казахстан, 050046, г. Алматы, пр. Абая, 191, ученому секретарю диссертационного совета. Факс: (8-727) 3765297, тел.: (8-727) 3765300

Автореферат разослан «25» апреля 2009 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета, д.т.н.



Метакса Г.П.

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** Технологический прогресс и интенсивное давление конкуренции на международном рынке стремительно меняют условия труда, его процессы и организацию. Поэтому предприятия должны постоянно с учетом этих изменений разрабатывать эффективные меры реагирования на новые производственные опасности и риски. Наиболее эффективным является применение системного подхода при решении задач охраны труда.

Основной задачей охраны труда является разработка систем мероприятий и требований с целью создания безопасных и благоприятных для человека условий труда. Однако, ее решение невозможно без решения второй, не менее важной задачи – изучение и анализ производственного травматизма и профзаболеваний. Только на основе этого анализа можно разработать эффективную систему мероприятий и требований по охране труда, направленных на обеспечение благоприятных условий труда на производстве, предупреждение и профилактику производственного травматизма, сохранение жизни и здоровья человека в процессе труда.

Научные исследования в области охраны труда, в основном, посвящены её отдельным аспектам. В них исследуются причины несчастных случаев, связанные с вопросами промышленной безопасности, условий труда, производственной санитарии и т.д. При этом рассматривается влияние отдельных факторов (аргумента) на отдельные параметры безопасности труда (функция), т.е. получаются парные зависимости  $y_i = f(x_j)$ .

Для повышения эффективности мероприятий и требований по охране труда необходимо учитывать комплексное влияние ряда различных факторов. Решение этой задачи возможно при применении системного подхода, когда изучаемый объект или процесс рассматривается как единое целое взаимосвязанных между собой отдельных элементов (подсистем). Применение системного подхода (анализа) позволяет рассматривать факторы, влияющие на появление несчастных случаев в рамках системы «человек-машина-среда» (ЧМС). Подсистема «человек» в системе ЧМС рассматривает работника шахты, осуществляющего трудовую деятельность на рабочем месте. Факторами подсистемы «человек» влияющие на появление несчастных случаев являются возраст и стаж. Подсистема «машина» характеризует производственный процесс, включающий в себя технику и технологические процессы, которые применяются на рабочем месте в угольных шахтах. Фактором подсистемы «машина» влияющий на появление несчастных случаев является износ горношахтного оборудования. Подсистема «среда» представляет санитарно-гигиенические условия труда на рабочем месте. Фактором, влияющий на появление несчастных случаев здесь является класс условий труда по степени опасности и вредности.

В настоящее время в организациях республики проводят внедрение системы менеджмента в сфере промышленной безопасности и охраны труда – международный стандарт OHSAS 18001 и система управления охраной труда рекомендованной МОТ в соответствии с «Руководством по системам управления охраной труда» МОТ СУОТ2001/ИЛО-OHS2001. Это требует применения но-

вых методов анализа производственного травматизма и профзаболеваний, учитывающих охрану труда как систему.

В данной работе на основе применения системного подхода получены многофакторные модели уровня и тяжести несчастных случаев в рамках системы «человек – машина – среда» (ЧМС).

**Целью работы** является создание нового научно-методического обеспечения по прогнозу производственного травматизма и профессиональной заболеваемости (на примере угольных шахт г.Караганды), которое позволяет разрабатывать мероприятия по снижению несчастных случаев.

**Идея работы** состоит в применении системного подхода для анализа несчастных случаев в рамках системы ЧМС в результате которого получены многофакторные статистические модели производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

**Основные задачи исследования:**

- обосновать выбор параметров, характеризующих подсистемы «человек», «машина», «среда» системы ЧМС и исследовать их влияние на коэффициенты частоты и тяжести;

- разработать многофакторные статистические модели уровня и тяжести несчастных случаев на производстве в зависимости от параметров системы «человек-машина-среда»;

- разработать многофакторные статистические модели экономического ущерба предприятия в результате несчастных случаев в зависимости от коэффициентов частоты и тяжести производственного травматизма и профзаболеваний;

- разработать «Методические рекомендации по расчету уровня риска и тяжести несчастных случаев в зависимости от профессиональных навыков работников, их возрастных характеристик и режимов труда».

**Предметом исследования** является прогнозирование несчастных случаев в зависимости от параметров системы ЧМС.

**Объектом исследования** являются несчастные случаи (НС) на угольных шахтах (производственный травматизм и профзаболевания).

**Методика исследования.** Исследования проведены на основе теории математической статистики, экономико-математического моделирования, анализе работ современных ученых по проблеме безопасности труда производственных объектов. В диссертации использованы официальные источники информации: официальные данные МОТ и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Агентства РК по статистике и Министерства труда и социальной защиты населения, а также законодательные и нормативные акты Республики Казахстан.

**Научные положения, выносимые на защиту:**

- установленные парные зависимости коэффициентов частоты и тяжести несчастных случаев в зависимости от параметров системы ЧМС позволяют установить факторное пространство, необходимое для проведения моделирования, и поправочные коэффициенты, учитывающие влияние параметров «время», «машина», «среда» на появление несчастных случаев;

- разработанные многофакторные статистические модели коэффициентов частоты и тяжести несчастных случаев представляют собой совокупность двухфакторных зависимостей производственного травматизма и профессиональной заболеваемости от параметров подсистемы «профессионализм» и поправочных коэффициентов, учитывающих влияние параметров «время», «машина», «среда» на появление несчастных случаев;

- разработанные «Методические рекомендации по расчету уровня риска и тяжести несчастных случаев в зависимости от профессиональных навыков работников, их возрастных характеристик и режимов труда» являются научно-методическим обеспечением по прогнозу коэффициенты частоты и тяжести несчастных случаев в зависимости от параметров системы ЧМС.

**Научная новизна результатов работ** заключается в следующем:

- применен системный подход для анализа производственного травматизма и профзаболеваний, в результате которого обоснован выбор параметров подсистем «человек», «машина», «среда»;

- впервые разработаны двухфакторные модели уровня и тяжести несчастных случаев в зависимости от параметров подсистемы второго уровня «профессионализм» системы ЧМС;

- получены поправочные коэффициенты, учитывающие влияние параметров подсистем «время», «машина», «среда» системы ЧМС на появление несчастных случаев;

- впервые получены многофакторные статистические модели уровня и тяжести производственного травматизма и профзаболеваемости и экономического ущерба предприятия от несчастных случаев;

- разработаны «Методические рекомендации по расчету уровня риска и тяжести несчастных случаев в зависимости от профессиональных навыков работников, их возрастных характеристик и режимов труда», в которые позволяют прогнозировать показатели несчастных случаев и определить оптимальные параметры системы ЧМС по экономическому критерию.

**Обоснованность и достоверность научных результатов и выводов, изложенных в диссертации, подтверждаются:**

- представительным объемом статистической информации за 10 лет;

- использованием основных законов теории математической статистики;

- результатами математического моделирования на основе теории планирования экспериментов с использованием метода построения многомерных моделей;

- применением ЭВМ при исследовании и статистическом анализе большого объема экспериментальных данных, полученных на шахтах;

- достаточной сходимостью результатов расчетов многофакторных математических моделей с фактическими данными, полученными на шахтах (коэффициент корреляции  $R > 0,7$ , среднеквадратичное отклонение -  $СКО \% < 57$ ).

**Практическая значимость работы** заключается в разработке и внедрении «Методических рекомендаций по расчету уровня риска и тяжести несчастных случаев в зависимости от профессиональных навыков работников, их возрастных характеристик и режимов труда». Предложенная методика позволяет про-

гнозировать коэффициенты частоты и тяжести производственного травматизма и профессиональных заболеваний в зависимости от возраста человека и стажа его работы, временных факторов, степени износа технологического оборудования и класса условий труда и разработать рекомендации по снижению уровня и тяжести несчастных случаев.

**Личный вклад автора.** Автором проведен сбор статистических данных необходимых для исследования на шахтах Угольного Департамента «Арселор Миттал» (шахты им.Костенко, им.Кузембаева, им.Ленина, Абайская, Саранская) за период с 1997 по 2006 год, произведена обработка статистических данных с применением ЭМВ, получены многофакторные статистические модели производственного травматизма, профессиональной заболеваемости и экономического ущерба в результате несчастных случаев, разработаны «Методические рекомендации по расчету уровня риска и тяжести несчастных случаев в зависимости от профессиональных навыков работников, их возрастных характеристик и режимов труда».

**Апробация результатов исследования.** Результаты работы и основное содержание диссертации обсуждались на Международном экономическом конгрессе «Актуальные проблемы экономики и финансов Республики Казахстан» (г. Караганда, 2003 г.), II Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии» (г. Караганда, 2003 г.) и VII Международной научной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030».

**Публикации результатов исследования.** Основное содержание диссертации опубликовано в 10 научных трудах, из них 5 в изданиях, перечень которых утвержден Комитетом по контролю и аттестации в сфере образования и науки МОН РК и 5 работ в материалах научных конференций.

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения, четырех разделов собственных исследований, заключения и приложений, содержит 150 страниц текста, 26 рисунков, 50 таблиц, 67 формул. Список использованных источников содержит 120 наименований.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и идея работы, поставлены задачи исследования, выделены научная новизна, обоснованность и достоверность научных результатов, практическая значимость работы, отмечена апробация результатов исследования, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

**Первый раздел** диссертации посвящен вопросам охраны труда в Казахстане, состоянию охраны труда на предприятиях угольной промышленности и критическому анализу современных методов анализа производственного травматизма.

**В нашей стране** основной объем подземной добычи угля приходится на восемь шахт УД АО «Арселор Миттал». Анализ НС показал, что наибольшее ко-

личество характерно для шахт им. Костенко, им. Ленина, Саранской и им. Кузембаева, по которым проводилось исследование травматизма и профзаболеваний шахтеров с 1997 по 2006 гг., включая шахту Абайскую. Данная выборка является представительной, так как охватывает 66% от общего числа работающих, 71% от общего числа производственных травм и 62% от общего числа профзаболеваний по УД «Арселор Миттал».

Проведен обзор существующих методов анализа производственного травматизма и профзаболеваний - технических, статистических, эргономических и экономических. Критический анализ результатов исследований в области охраны труда показал, что эти методы применяются для решения задач охраны труда в узком смысле, когда при исследовании уровня травматизма и профзаболеваний рассматривается влияние только одного фактора. Комплексное воздействие факторов на появление НС не учитывается. Анализ производственного травматизма и профзаболеваний является одним из элементов СУОТ. Системный подход СУОТ к вопросам охраны труда требует проведения системного анализа НС, который учитывает влияние ряда факторов на уровень производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

Во втором разделе проведено исследование уровня и тяжести НС в рамках системы ЧМС и обоснован выбор параметров каждой из подсистем. В результате статистического анализа причины НС были разбиты на три группы по основному источнику опасности: технико-технологические, организационные и санитарно-гигиенические. Их можно рассматривать как отдельные подсистемы «человек», «машина», «среда» в системе ЧМС с точки зрения охраны труда.

В диссертации подсистема «человек» рассматривает работника шахты, осуществляющего трудовую деятельность на рабочем месте. Подсистема «машина» характеризует производственный процесс, включающий в себя технику и технологические процессы, которые применяются на рабочем месте в угольных шахтах. Подсистема «среда» представляет санитарно-гигиенические условия труда на рабочем месте.

Наличие связи между подсистемами является очевидной – человек во время своей трудовой деятельности на рабочем месте использует ту или иную технику или участвует в каком-то технологическом процессе. Уровень профессиональной подготовки человека определяет степень его безаварийной работы с техникой и технологией. Качество техники и технологических процессов, используемых на рабочих местах, определяют санитарно-гигиенические условия труда (запыленность, вибрацию и т.п.). В свою очередь, запыленность, загазованность, уровень шума и т.п. рабочего места влияют на состояние человека, что может привести к несчастному случаю.

Целью рассматриваемой системы ЧМС является снижение показателей несчастных случаев на производстве. При системном подходе в качестве оценки снижения производственного травматизма и профессиональной заболеваемости используются коэффициенты частоты и тяжести -  $K_{чм}$ ,  $K_{тм}$ ,  $K_{чт}$ . В качестве показателя уровня профзаболеваний принят коэффициент частоты  $K_{чм}$ , рассчитываемый аналогично  $K_{чт}$  на 1000 работающих.

В работе обоснован выбор параметров каждой из подсистем и исследовано их влияние на уровень и тяжесть несчастных случаев с помощью метода корреляционного анализа (парные зависимости).

Из статистического анализа следует, что в подсистеме «человек» на появление НС влияют организационные причины, которые в основном определяются уровнем профессиональной подготовки работников. Кроме того, известно, что работоспособность человека зависит от биологических ритмов функционирования его организма и гелиогеофизических явлений, которые в свою очередь характеризуются временными факторами. Поэтому подсистема «человек» является сложной, так как в ней выделяются две отдельные подсистемы второго уровня «профессионализм» и «время».

Работник в системе ЧМС выступает одновременно как объект негативного воздействия и как инициатор образования реальных опасностей. Это происходит в результате несоответствия способностей и навыков человека выполняемой работе. Опыт и знания работника зависят от стажа его работы, а со стажем работы связан возраст человека. В связи этим, параметрами подсистемы «профессионализм», влияющими на уровень и тяжесть производственного травматизма и профзаболеваний, приняты возраст и стаж работника. В подсистеме «время» рассматривается зависимость НС от времени их появления – часы смены, время суток, время года и день недели.

Определение параметров подсистемы «среда» проведено с учетом результатов гигиено-физиологических исследований фактического состояния условий труда на рабочих местах в основных производственно-профессиональных группах шахтеров. В качестве параметра принят показатель класса условий труда по степени вредности и опасности.

В диссертации рассмотрено влияние на безопасность труда только горных машин, так как оценка безопасности применяемых технологических схем разработки не входит в задачу диссертации. Опасность травмирования человека горными машинами зависит от физического состояния оборудования, которое определяется степенью износа. Поэтому в качестве параметра подсистемы «машина», влияющего на уровень и тяжесть производственного травматизма, принята степень износа горношахтного оборудования.

В работе получены уравнения парных зависимостей  $K_{ч_т}$ ,  $K_{т_т}$  и  $K_{ч_т}$  от параметров системы ЧМС, которые приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, возраст и стаж имеют значительное влияние на уровень и тяжесть НС, здесь  $R=0,79 - 0,98$ , что говорит о наличии тесной связи между изучаемыми показателями. Анализ полученных уравнений показал, что с увеличением стажа и возраста работника уровень производственного травматизма снижается, а тяжесть травм и уровень профзаболеваний увеличивается. Чем больше опыта и навыков работы у человека, тем меньше вероятность получения травмы. С возрастом процесс восстановления организма происходит медленнее и сложнее, поэтому затрачивается больше времени на лечение и укрепление здоровья. Рост профзаболевания объясняется влиянием на человека ряда неблагоприятных производственных факторов, воздействующих на него



на протяжении длительного времени, которое выражается стажем работы по данной профессии.

Таблица 1 – Уравнения парных зависимостей  $K_{q_{\text{т}}}$ ,  $K_{T_{\text{т}}}$  и  $K_{q_{\text{м}}}$  от параметров системы ЧМС

Подсистема		Параметры подсистемы (аргумент)	Функция ( $K_{q_{\text{т}}}$ , $K_{T_{\text{т}}}$ , $K_{q_{\text{м}}}$ )	Вид уравнения	Коэффициент корреляции, R
Подсистема «человек»	Подсистема «профессионализм»	Возраст, $v$	$K_{q_{\text{т}}}$	$K_{q_{\text{т}}}(v) = 1360,83/v - 12,24$	0,88
			$K_{T_{\text{т}}}$	$K_{m_{\text{т}}}(v) = 13,69E^{0,02 \cdot v}$	0,98
			$K_{q_{\text{м}}}$	$K_{q_{\text{м}}}(v) = 16,93 - 565,37/v$	0,90
		Стаж, $s$	$K_{q_{\text{т}}}$	$K_{q_{\text{т}}}(s) = 5552,95 \cdot s^{1,51}$	0,95
			$K_{T_{\text{т}}}$	$K_{m_{\text{т}}}(s) = 22,99 + 0,46 \cdot s$	0,79
			$K_{q_{\text{м}}}$	$K_{q_{\text{м}}}(s) = (-0,0035) \cdot s^2 + 0,19 \cdot s + 0,92$	0,94
	Подсистема «время»	Часы смены, $h$	$K_{q_{\text{т}}}$	$K_{q_{\text{т}}}(h) = (-0,25)h^2 + 1,5h + 1,81$	0,89
			$K_{T_{\text{т}}}$	$K_m(h) = 27,56 - 0,03h$	0,00
		Время суток, $t$	$K_{q_{\text{т}}}$	$K_{q_{\text{т}}}(t) = (-0,015)t^2 + 0,38t + 3,87$	0,93
			$K_{T_{\text{т}}}$	$K_m(t) = 0,014t^2 - 0,46t + 31,39$	0,81
		День недели, $n$	$K_{q_{\text{т}}}$	$K_{q_{\text{т}}}(n) = (-0,16) \cdot n^2 + 1,12n + 2,07$	0,83
			$K_{T_{\text{т}}}$	$K_{m_{\text{т}}}(n) = 0,23n^2 - 0,54n + 26,26$	0,84
	Время года, $g$	$K_{q_{\text{т}}}$	$K_{q_{\text{т}}}(g) = (-0,22)g^2 + 1,22g + 4,28$	0,98	
		$K_{T_{\text{т}}}$	$K_m(g) = 3,69g^2 - 18,59g + 47,22$	0,99	
Подсистема «машина»	Степень износа оборудования, $I$ (%)	$K_{q_{\text{т}}}$	$K_{q_{\text{т}}}(I) = 0,79 \cdot I - 19,64$	0,81	
		$K_{T_{\text{т}}}$	$K_{m_{\text{т}}}(I) = -0,007 \cdot I^2 + 0,84 \cdot I + 6,75$	0,24	
Подсистема «среда»	Класс условий труда, $y_m$	$K_{q_{\text{т}}}$	$K_{q_{\text{т}}}(y_m) = 1/(0,51 - 0,15 \cdot y_m)$	0,55	
		$K_{T_{\text{т}}}$	$K_{m_{\text{т}}}(y_m) = 0,41E^{1,42 \cdot y_m}$	0,44	
		$K_{q_{\text{м}}}$	$K_{q_{\text{м}}} = 15,14 \cdot y_m - 41,45$	0,88	

Из таблицы 1 видно, что между временными факторами и показателями НС существует довольно тесная связь. Коэффициенты корреляции находятся в диапазоне 0,81 – 0,99, за исключением зависимости коэффициента тяжести от часов смены ( $R=0$ ). Полученные уравнения парных зависимостей имеют в основном параболический характер, то есть имеется максимум (минимум) функции и соответственно интервалы возрастания (убывания) значения функции. Анализ полученных уравнений показал, что коэффициент частоты травматизма возрастает в середине рабочей смены, при этом тяжесть травм не зависит от часов смены. Уровень несчастных случаев выше в утреннее и дневное время, эти

травмы более легкие. А ночью их меньше, но они более тяжелые. Число травм возрастает к середине недели, а их тяжесть возрастает к концу недели. В весенне-зимний период уровень травматизма выше, чем летом и осенью, при этом тяжесть – ниже. Это объясняется физиологическими и психофизиологическими особенностями человека.

По данным таблицы 1 видно, что степень износа ГШО влияет только на частоту травм,  $R$  в данном случае высокий и равен 0,81, при этом состояние оборудования не отражается на тяжести травм, коэффициент корреляции здесь незначительный ( $R=0,24$ ). С увеличением степени износа ГШО возрастает коэффициент частоты производственных травм. Полученные парные зависимости между классом условий труда и уровнем НС (таблица 1) показали, что неблагоприятные санитарно-гигиенические условия труда влияют только на частоту появления профессиональных заболеваний ( $R=0,88$ ), при этом практически не оказывают влияния на уровень и тяжесть производственных травм ( $R=0,44, -0,55$ ). Увеличение значения класса условий труда приводит к росту частоты профзаболеваний.

В третьем разделе диссертации на основе теории планирования экспериментов получены многофакторные модели показателей несчастных случаев и экономического ущерба предприятия в результате несчастного случая, т.к. полученные в предыдущем разделе парные зависимости позволяют учитывать влияние только одного определенного фактора. Но на появление несчастного случая на производстве воздействуют одновременно все факторы. Поэтому при прогнозировании основных показателей травматизма необходимо учитывать их совокупное влияние.

Исходя из требований метода построения многомерных моделей описанных в работах проф. Ермекова М.А., сначала проведена группировка статистических данных в матрицу исходных данных. Анализ исследуемых факторов показал, что все они, кроме возраста и стажа, являются независимыми между собой. Поэтому в матрицу многофакторной модели включены только возраст и стаж, а влияние остальных факторов учтено в виде поправочных коэффициентов.

Получены двухфакторные модели уровня травматизма и профзаболеваний следующего вида ( $R$  – коэффициент множественной корреляции):

$$K_{v,т} (s, v) = (74,31E^{-0,07 \cdot s}) \times (0,95 + 0,002 \cdot v); \quad R=0,95, \text{ СКО}= 24,7\% \quad (1)$$

$$K_{m,т} (s, v) = 13,69E^{0,018 \cdot v} - 0,22 + 1,49/S; \quad R=0,98, \text{ СКО}=13,91\% \quad (2)$$

$$K_{v,м} (s, v) = ((-0,0035) \cdot s^2 + 0,19s + 0,92) \times (0,85 + \frac{7,06}{v}); \quad R=0,93, \text{ СКО}= 28,5\% \quad (3)$$

Полученные двухфакторные модели имеют достаточно высокий коэффициент корреляции ( $R=0,93-9,98$ ) и небольшое значение СКО=13,91-28,5. В первой и третьей моделях наиболее сильнодействующим фактором является стаж работы, а во второй – возраст человека. Это хорошо видно по графикам на рисунке 1 (а,б,в).

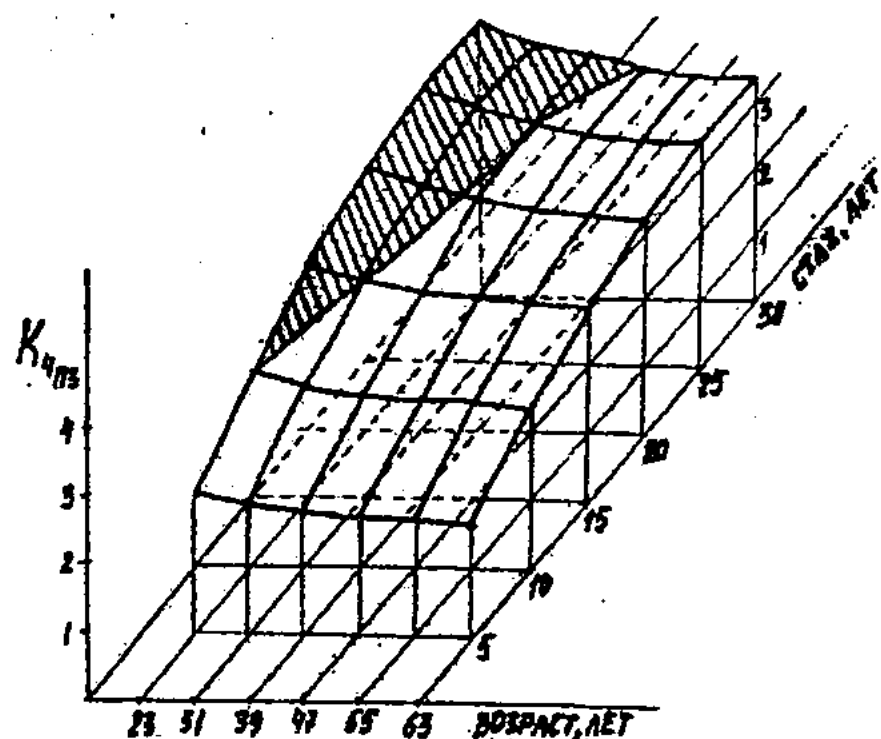


Рисунок 1 (а) - График зависимости коэффициента частоты производственного травматизма от стажа и возраста работника

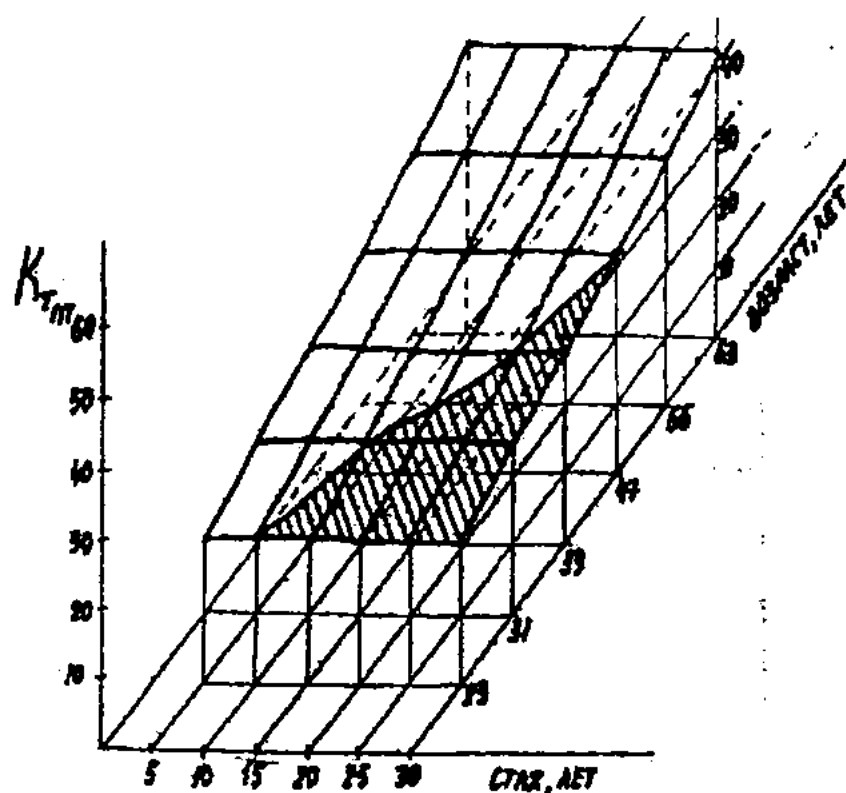


Рисунок 1 (б) - График зависимости коэффициента тяжести производственного травматизма от стажа и возраста работника

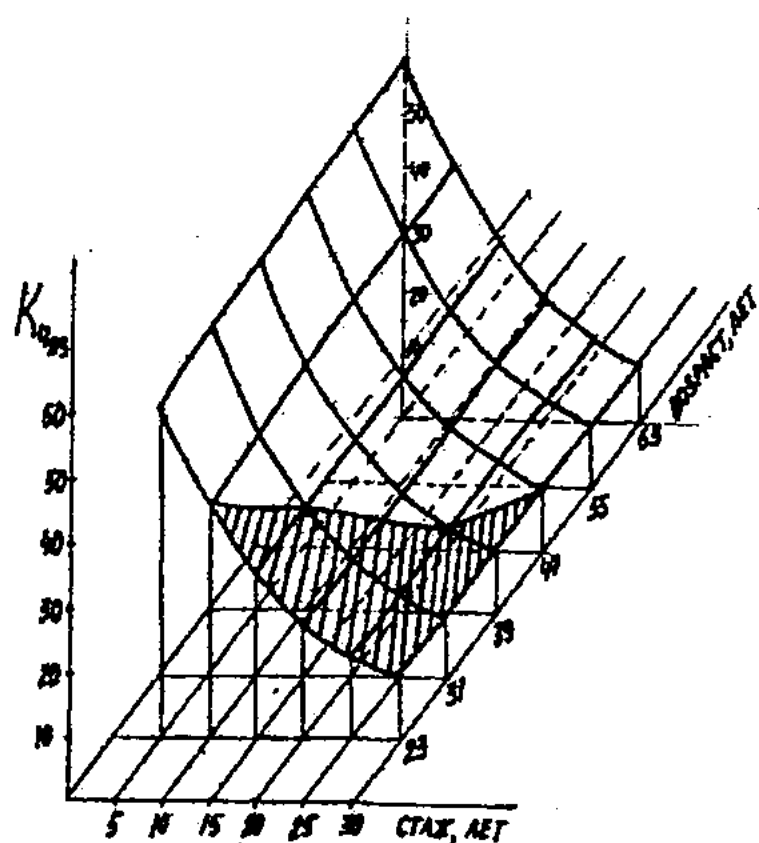


Рисунок 1 (в) - График зависимости коэффициента частоты профессиональной заболеваемости от стажа и возраста работника

На рисунке 1 (а) уровень производственного травматизма, в основном, снижается за счет увеличения стажа работы. Здесь увеличение возраста значительных изменений не вызывает. На рисунке 1 (б) коэффициент тяжести растет за счет увеличения возрастного фактора. Здесь стаж работы особых изменений не вызывает. На рисунке 1 (в) коэффициент частоты профзаболеваний возрастает в основном за счет стажа работы. Здесь изменение возраста не играет значения.

Область допустимых значений аргументов лежит в следующих пределах:  $0,1 < s \leq 30$ ;  $18 \leq v \leq 63$ . Соответственно граничные значения функций будут следующие:  $9,06 \leq K_{чт}(s, v) \leq 79,39$ ;  $5,59 \leq K_{тж}(s, v) \leq 42,29$ ;  $1,17 \leq K_{чп}(s, v) \leq 3,34$ .

Поправочные коэффициенты для других факторов рассчитываются как отношение величины функции парных зависимостей к ее величине, полученной

для «усредненного» значения фактора. В таблице 2 приведены формулы расчета поправочных коэффициентов.

Таблица 2 – Формулы расчета поправочных коэффициентов

Подсистема	Параметры подсистемы	Формула расчета поправочного коэффициента
Подсистема «машина»	Степень износа оборудования, $I\%$	$k_I = \frac{0,79 \times I - 19,64}{30,36}$
Подсистема «среда»	Класс условий труда, $y_m$	$k_y = \frac{15,14y - 41,45}{3,67}$
Подсистема «время»	Часы смены, $h$	$k_h^{Kv} = \frac{(-0,25)h^2 + 1,5h + 1,81}{4,06}$
	Время суток, $t$	$k_t^{Kv} = \frac{-0,015t^2 + 0,38t + 3,87}{6,27}$
		$k_t^{Km} = \frac{0,014t^2 - 0,46t + 31,39}{27,69}$
	День недели, $n$	$k_n^{Kv} = \frac{-0,16n^2 + 1,12n + 2,07}{4,01}$
		$k_n^{Km} = \frac{0,23n^2 - 0,54n + 26,26}{28,02}$
	Время года, $g$	$k_g^{Kv} = \frac{(-0,22)g^2 + 1,22g + 4,28}{5,96}$
		$k_g^{Km} = \frac{3,69g^2 - 18,59g + 47,22}{23,81}$

Таким образом, многофакторная модель производственного травматизма и профессиональной заболеваемости будет представлять собой совокупность двухфакторных моделей и ряда поправочных коэффициентов из таблицы 2 (формулы 4,5,6).

$$K_{v_{пт}}(s, v, h, g, t, n, \Gamma) = K_{v_{пт}}(s, v) \times k_h^{Kv} \times k_g^{Kv} \times k_t^{Kv} \times k_n^{Kv} \times k_I \quad (4)$$

$$K_{m_{пт}}(s, v, g, t, n) = K_{m_{пт}}(s, v) \times k_g^{Km} \times k_t^{Km} \times k_n^{Km} \quad (5)$$

$$K_{v_{пз}}(s, v, y) = K_{v_{пз}}(s, v) \times k_y \quad (6)$$

Граничные значения этих функции с учетом минимальных и максимальных значений поправочных коэффициентов будут лежать в пределах:  $0,00009 \leq K_{v_{пт}} \leq \infty$ ,  $5,6 \leq K_{m_{пт}} \leq 75,23$ ,  $0,28 \leq K_{v_{пз}} \leq 17,4$ .

Несчастные случаи приводят к определенному экономическому ущербу на предприятии, который формируется из различных выплат пострадавшим: оплата дней нетрудоспособности, доплаты до прежнего заработка, единовременные пособия и возмещение ущерба. Каждое из них зависит от степени тяжести несчастных случаев и количества травмированных. В результате исследования экономического ущерба в многомерном пространстве – в зависимости от уров-

ня и тяжести несчастных случаев получены следующие модели для каждой шахты в отдельности. Для шахты Абайская:

$$\mathcal{E}_{y_{обн}}(K_{q_{шт}}, K_{m_{шт}}, K_{q_{мз}}) = (3,59 \times K_{q_{шт}} - 40,69) + (44,45 + 9,39 \times K_{q_{мз}}) + (24,12 - \frac{706,62}{K_{m_{шт}}}) \quad (7)$$

$$R=0,72 \text{ при } \text{СКО}\%=55,6, 1 \leq K_{q_{шт}} \leq \infty, 20 \leq K_{m_{шт}} \leq 75,23, 0,5 \leq K_{q_{мз}} \leq 17,4,$$

$$0,83 \leq \mathcal{E}_{y_{обн}}(K_{q_{шт}}, K_{m_{шт}}, K_{q_{мз}}) \leq 466,88, \text{ тыс.у.е.};$$

Для шахты им. Костенко:

$$\mathcal{E}_{y_{обн}}(K_{q_{шт}}, K_{m_{шт}}, K_{q_{мз}}) = (\frac{1}{0,027} - 0,00086 \times K_{q_{шт}}) + (11,44 - \frac{9,51}{K_{q_{шт}}}) + \quad (8)$$

$$+ (0,0031 \times K_{m_{шт}} - 0,1)$$

$$R=0,80 \text{ при } \text{СКО}\%=42,0, : 0,00009 \leq K_{q_{шт}} \leq 23, 5,6 \leq K_{m_{шт}} \leq 75,23, 0,28 \leq K_{q_{мз}} \leq 17,4,$$

$$2,21 \leq \mathcal{E}_{y_{обн}}(K_{q_{шт}}, K_{m_{шт}}, K_{q_{мз}}) \leq 2952,2 \text{ тыс.у.е.}$$

Для шахты им. Кузембаева:

$$\mathcal{E}_{y_{обн}}(K_{q_{шт}}, K_{m_{шт}}, K_{q_{мз}}) = (\frac{1}{0,038} - 0,0016 \times K_{q_{шт}}) + (7,88 \times K_{q_{мз}} - 8,92) + \quad (9)$$

$$+ (0,078 \times K_{m_{шт}} - 3,38)$$

$$R=0,92 \text{ при } \text{СКО}\%=28,5, 0,00009 \leq K_{q_{шт}} \leq 31, 5,6 \leq K_{m_{шт}} \leq 75,23, 0,28 \leq K_{q_{мз}} \leq 17,4,$$

$$39,90 \leq \mathcal{E}_{y_{обн}}(K_{q_{шт}}, K_{m_{шт}}, K_{q_{мз}}) \leq 964,01 \text{ тыс.у.е.}$$

Для шахты им. Ленина:

$$\mathcal{E}_{y_{обн}}(K_{q_{шт}}, K_{m_{шт}}, K_{q_{мз}}) = (6,14 + 4,91 \times K_{q_{шт}}) + (10,77 \times K_{q_{мз}} - 23,09) + (0,63 \times K_{m_{шт}} - 22,27) \quad (10)$$

$$R=0,95 \text{ при } \text{СКО}\%=21,6, 5 \leq K_{q_{шт}} \leq \infty, 19 \leq K_{m_{шт}} \leq 75,23, 0,28 \leq K_{q_{мз}} \leq 17,4,$$

$$0,32 \leq \mathcal{E}_{y_{обн}}(K_{q_{шт}}, K_{m_{шт}}, K_{q_{мз}}) \leq 585,38, \text{ тыс.у.е.};$$

Для шахты Саранская:

$$\mathcal{E}_{y_{обн}}(K_{q_{шт}}, K_{m_{шт}}, K_{q_{мз}}) = (\frac{1}{0,033 - 0,0053 \times K_{m_{шт}}}) + (16,90 - \frac{241,13}{K_{q_{шт}}}) + \quad (11)$$

$$+ (3,22 \times K_{q_{мз}} - 2,8)$$

$$R=0,74 \text{ при } \text{СКО}\%=47,3, 14 \leq K_{q_{шт}} \leq \infty, 5,6 \leq K_{m_{шт}} \leq 75,23, 0,28 \leq K_{q_{мз}} \leq 17,4,$$

$$0,84 \leq \mathcal{E}_{y_{обн}}(K_{q_{шт}}, K_{m_{шт}}, K_{q_{мз}}) \leq 70,54, \text{ тыс.у.е.}$$

Здесь коэффициенты множественной корреляции  $R$  получились больше 0,72, что свидетельствует о наличии тесной связи между изучаемыми показателями. Многофакторные модели (7-11) позволяют определить экономический результат  $P$  проведенных мероприятий по снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, который является разницей между первичным (фактическим) ущербом и полученным после снижения показателей несчастных случаев (формула 12).

$$P = \mathcal{E}_y^1 - \mathcal{E}_y^2 \quad (12)$$

где  $\mathcal{E}_y^1, \mathcal{E}_y^2$  - экономический ущерб предприятия в результате несчастных случаев до и после проведения мероприятий по улучшению условий труда.

Экономический результат  $P$  позволяет определить экономический критерий выбора оптимальных параметров системы ЧМС, который представляет собой соотношение величины затрат на мероприятия по охране труда к величине экономического результата.

В четвертом разделе, на основе полученных в диссертации многофакторных статистических моделей, разработана методика «По расчету уровня риска и тяжести несчастных случаев в зависимости от профессиональных навыков работников, их возрастных характеристик и режимов труда», которая утверждена Департаментом труда и социальной защиты населения Карагандинской области. Она используется при проведении мониторинга и оценки риска в сфере безопасности и охраны труда и рекомендована к использованию на шахтах Угольного Департамента АО «Арселор Миттал» при проведении анализа причин производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

Расчет показателей несчастных случаев в предложенной методике осуществляется на основе данных о возрасте и стаже работы, санитарно-гигиенических условий труда на рабочем месте и степени износа технологического оборудования и проводится по следующим этапам: 1) сбор и подготовка данных о параметрах элементов «человек», «машина» и «среда»; 2) расчет коэффициентов частоты и тяжести производственного травматизма и профессиональной заболеваемости по полученным исходным данным на предыдущем этапе; 3) расчет экономического ущерба предприятия по полученным коэффициентам частоты и тяжести производственного травматизма и профессиональной заболеваемости; 4) моделирование моделей производственного травматизма, профессиональных заболеваний и экономического ущерба при различных параметрах элементов системы ЧМС; 5) анализ и принятие решения по результатам моделирования; 6) расчет прогнозных значений коэффициентов частоты и тяжести производственного травматизма и профессиональной заболеваемости; 7) расчет ожидаемого экономического ущерба предприятия по полученным прогнозным показателям несчастных случаев; 8) оценка экономического эффекта принятых решений.

Предложенная в работе методика позволяет прогнозировать коэффициенты частоты и тяжести несчастных случаев, разработать рекомендации по их снижению и оценить экономический эффект планируемых мероприятий.

Так на шахте Абайская проведен численный эксперимент, в котором исходные данные параметров системы ЧМС изменялись в различных вариантах: сначала увеличивался стаж работы, затем снижались степень износа технологического оборудования и класс условий труда, тем самым изменялись соответственно показатели НС в ту или иную сторону. Принятым вариантом является: увеличение стажа работы до 10 лет при сохранении среднего возраста на прежнем уровне (42,5 лет), снижение износа оборудования до 37,77%. Изменение параметров привело к снижению  $K_{q_{\text{т}}}$  от 17,99 до 12,99,  $K_{\text{т}}^{\text{т}}$  снизился с 29,40 до 29,35, а  $K_{q_{\text{т}}}$  увеличился с 2,33 до 2,71. При этом снижена сумма экономического ущерба предприятия от НС с 90,30 тыс.у.е. (10836000 тенге) до 74,50

тыс.у.е (8940000 тенге). Экономический эффект составил бы 15,80 тыс.у.е. или 1896000 тенге.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 При группировании видов причин несчастных случаев по основному источнику опасности выделены три основные группы причин: технико-технологические, организационные и санитарно-гигиенические. Системный подход позволяет рассматривать эти группы как отдельные подсистемы («человек», «машина» и «среда») системы ЧМС в охране труда. Подсистема «человек» рассматривает работника шахты, осуществляющий трудовую деятельность на рабочем месте; «машина» - производственные процессы (технические средства и технологические процессы), которые используются на рабочем месте в угольных шахтах; «среда» - санитарно-гигиенические условия труда на рабочем месте.

2 Подсистема «человек» в свою очередь состоит из двух подсистем второго уровня: подсистема «профессионализм» и подсистема «время». Параметрами подсистема «профессионализм» является возраст и стаж работника, параметрами подсистемы «время» - временные факторы (часы смены, время года, время суток и день недели).

3 Установлены параметры системы ЧМС и обоснован их выбор: «человек» - возраст, стаж работника и временные факторы, «машина» - степень износа горношахтного оборудования, «среда» - класс условий труда по степени опасности и вредности.

4 Получены парные зависимости коэффициентов частоты и тяжести производственного травматизма и профзаболеваний от параметров подсистемы «человек». Установлено, что:

- на формирование уровня несчастных случаев и их тяжесть оказывает влияние, как возраст работника, так и его стаж. При этом с увеличением стажа и возраста работников коэффициент частоты производственного травматизма снижается, а коэффициент тяжести и частоты профессиональных заболеваний возрастает;

- травматизм возрастает в середине рабочей смены, а тяжесть производственных травм не зависит от часов смены;

- в весенне-зимний период уровень травматизма выше, чем летом и осенью, при этом тяжесть – ниже;

- коэффициент частоты возрастает в утреннее и дневное время суток, а коэффициент тяжести – в ночное время;

- число травм возрастает к середине недели, а их тяжесть увеличивается к концу недели.

5 Получены парные зависимости коэффициентов частоты и тяжести производственного травматизма и профзаболеваний от параметров подсистемы «машина» и «среда». Установлено, что:

- с увеличением степени износа горношахтного оборудования возрастает коэффициент частоты производственных травм, при этом состояние оборудования не отражается на тяжести травм;

- при снижении класса условий труда по степени опасности и вредности вероятность появления профессиональных заболеваний увеличивается, при этом класс условий труда не влияет на уровень и тяжесть производственных травм.

6 Разработаны двухфакторные модели уровня и тяжести несчастных случаев от параметров подсистемы «человек» (возраста и стажа работника). Установлено, что на уровень производственных травм и профзаболеваний наибольшее влияние оказывает стаж работы, а на тяжесть травм – возраст.

7 Получены поправочные коэффициенты, которые учитывают влияние параметров подсистем «машина», «среда» и «время» системы ЧМС на уровень и тяжесть производственного травматизма и профзаболеваний.

8 Разработаны многофакторные модели уровня и тяжести несчастных случаев, которые представляют собой совокупность двухфакторных моделей и поправочных коэффициентов. Они позволяют рассчитывать ожидаемые уровень и тяжесть несчастных случаев.

9 Получена многофакторная модель экономического ущерба предприятия в результате производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, которая позволяет определить экономический результат проведенных мероприятий по снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

#### **Оценка полноты решения поставленных задач.**

В процессе исследований полностью решены следующие задачи:

- выполнен аналитический обзор и критический анализ существующих методов оценки несчастных случаев на производстве;

- проведен системный анализ причин несчастных случаев произошедших на УД АО «Арселор Миттал» с 1997 по 2006 годы;

- обоснован выбор параметров системы ЧМС в охране труда и их влияние на появление несчастных случаев;

- получены двухфакторные зависимости показателей несчастных случаев от параметров подсистемы «человек» - возраста шахтера и стажа его работы;

- разработаны поправочные коэффициенты, учитывающие влияние на появление несчастных случаев параметров подсистем «время», «машина» и «среда»;

- в результате применения системного подхода для анализа производственного травматизма и профзаболеваний разработаны многофакторные зависимости показателей несчастных случаев, учитывающие совокупное влияние параметров системы ЧМС;

- разработаны многофакторные модели экономического ущерба предприятия в результате несчастных случаев, позволяющие определить экономическую эффективность мероприятий по охране труда;

- предложена методика расчета показателей несчастных случаев, позволяющая прогнозировать уровень и тяжесть производственного травматизма и профзаболеваний и разработать рекомендации по их снижению;



- произведен численный эксперимент на шахте Абайская по предложенной методике расчета уровня и тяжести несчастных случаев в зависимости от параметров системы ЧМС и разработаны рекомендации по снижению коэффициентов частоты и тяжести.

**Разработка рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов.** Разработана методика «Расчета уровня риска и тяжести несчастных случаев в зависимости от профессиональных навыков работников, их возрастных характеристик и режимов труда», которая утверждена Департаментом труда и социальной защиты населения по Карагандинской области и внедрена на шахте Абайская. Методика используется Департаментом труда и социальной защиты населения по Карагандинской области при проведении мониторинга и оценки риска в сфере безопасности и охраны труда. Она рекомендована к использованию на шахтах УД АО «Арселор Миттал» при проведении анализа причин производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

**Оценка технико-экономической эффективности внедрения.** Использование результатов исследования позволяет производить анализ причин несчастных случаев в рамках системы ЧМС на шахтах УД АО «Арселор Миттал».

В результате численного эксперимента на шахте Абайская по предложенной методике получены следующие выводы: на предприятии рекомендуется изменить параметры подсистем «человек» и «машина» - увеличить стаж работы с 7,3 до 10 лет при сохранении среднего возраста на прежнем уровне (42,5 лет) и снизить степень износа технологического оборудования на 2 % (до 37,77%). Коэффициент частоты производственного травматизма  $K_{чм}$  при новых параметрах снизился до 12,99, коэффициент тяжести  $K_{мт}$  так же стал ниже и равен 29,35, коэффициент частоты профзаболеваний  $K_{чп}$  увеличился до 2,71. Расчетный экономический эффект в результате принятого решения по изменению параметров системы ЧМС на шахте Абайская будет равен 15,80 тыс. у.е. или 1896000 тенге, то есть намеченные мероприятия приведут к снижению общего экономического ущерба от НС.

**Оценка научного уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в этой области.** В работе впервые:

- обоснована и показана возможность системного подхода для анализа производственного травматизма и профзаболеваний в рамках системы ЧМС в охране труда, которая отвечает требованиям международного стандарта OHSAS 18001 и системы управления охраной труда рекомендованной МОТ.

- установлено факторное пространство системы ЧМС, необходимое для моделирования;

- в результате системного подхода получены многофакторные модели уровня и тяжести несчастных случаев, учитывающие совокупное влияние параметров системы ЧМС в охране труда;

- разработана методика, которая позволяет прогнозировать уровень и тяжесть несчастных случаев в зависимости от параметров системы ЧМС и разработать рекомендации по их снижению.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Саттарова Г.С. Статистический анализ травматизма на шахтах Карагандинского угольного бассейна // Труды университета. Вып. 4. – Караганда: Издат-во КарГТУ. - 2003. - С. 58-60.

2 Акимбеков А.К., Харьковский В.С., Саттаров С.С., Саттарова Г.С., Оценка безопасности производственного процесса на предприятиях горной промышленности // Материалы II Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии». - Караганда: Издат-во КарГУ, 2003. - С.11-13.

3 Саттарова Г.С. Анализ профессионального риска при ведении горных работ // Материалы VII Международной научной конференции: «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030». Вып.2 - Караганда: Издат-во КарГТУ. - 2004. – С. 250-252.

4 Акимбеков А.К., Харьковский В.С., Саттарова Г.С., Спатаев Н.Д., Саттаров С.С. О механизме оценки безопасности производственного процесса в недропользовании на примере предприятий горной промышленности // Промышленность Казахстана. - 2004. - №4. - С.40-43.

5 Акимбеков А.К., Харьковский В.С., Саттарова Г.С. Анализ состояния профессиональной заболеваемости на шахтах Карагандинского угольного бассейна // Материалы II Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии». - Караганда: Издат-во КарГУ. - 2003. - С.8-11.

6 Акимбеков А.К., Саттарова Г.С., Исследования экономического ущерба предприятия в результате несчастных случаев на производстве // Труды университета. Вып. 4. – Караганда: Издат-во КарГТУ. - 2007. – С. 82-85.

7 Акимбеков А.К., Харьковский В.С., Саттарова Г.С. Методические основы расчета экономического ущерба предприятия из-за нарушений правил по охране труда // Труды Международного экономического конгресса «Актуальные проблемы экономики и финансов Республики Казахстан». - Караганда: «Тэффи», 2003. – С. 263-267.

8 Акимбеков А.К., Харьковский В.С., Саттарова Г.С., Спатаев Н.Д. Прогноз травматизма на предприятиях горной промышленности в зависимости от профессиональных навыков работников и их возрастных характеристик // Труд в Казахстане. - 2004. – №3. – С.27-31.

9 Саттарова Г.С. Прогноз уровня риска и тяжести несчастных случаев в зависимости от профессиональных навыков работников и их возрастных характеристик // Современный научный вестник. – Белгород: Издат-во Руснауцкнига. - 2007. – №9(17).– С. 30-36.

10 Саттарова Г.С. Влияние временных факторов на уровень производственного травматизма на примере предприятий горной промышленности // Труды университета. Вып. 2. – Караганда: Издат-во КарГТУ. - 2005. – С. 26-28.



**Көмір шахталарындағы өндірістік жарақаттану мен кәсіби ауруды  
болжаудың әдістерін өңдеу**

05.26.01 – Еңбек қорғанысы

Техникалық ғылымдарының кандидаты ғылыми дәрежесін алу үшін  
дайындалған диссертация

**ТҰЖЫРЫМ**

Диссертация жұмысының мақсаты өндірістік жарақаттану және кәсіптік ауруларды болжау бойынша ғылыми-әдістемелік қамтамасыз ету, бұл сәтсіз оқиғаны азайту бойынша шараларды өңдеуіне мүмкіндік береді. Жұмыс барысында зерттеу объектісі АО «Арселор Миттал» көмір Департаментінің шахталарындағы болған сәтсіз оқиғалар.

Диссертацияда жұмыс орнындағы сәтсіз оқиғалардың анализі үшін жүйелі тәсілін қолданып қортындысында өндірістік жарақаттанулар және кәсіби аурулардың болжауы үшін көп факторлы моделдер алынды. Өндірістік жарақаттану және кәсіптік ауруларды зерттеу арқылы «адам – машина – орта» (АМО) жүйесімен қалыптасады. Олар келесі жүйелерден тұрады: «адам» – шахта қызметкері – жұмыс орнында қызмет атқарады; «машина» – өндіру процестерін атқарады (техникалық құралдар және технологиялық процестер), жұмыс орнында көмір шахталарында қолданылады; «орта» – жұмыс орнындағы санитарлық-гигиеналық жағдай. «Адам» жүйесі 2 деңгейлі қосымша жүйеден тұрады: «кәсіби іс» және «уақыт». Жүйе параметрлерің таңдау дәлелденді: «кәсіби іс» - жасы, жұмыс істеу уақыты; «уақыт» - сағат, жыл мерзімі, тәулік уақыты, апта уақыты; «машина» – тау шахталар жабдықтарының істен шығуының дәрежесі; «орта» – жұмыстың жағдай орны, оның қауіпсіздігі мен зияндылығы.

Сәтсіз оқиғаларды және олардың ауртпалығын сұрыптар кезінде жұмыскердің жасы да, оның жұмыс істеу мерзімі де әсер ететіндігі байқалады. Сонымен қатар сәтсіз оқиғалар және кәсіби аурулар жиілік коэффициенті жұмыс мерзімі мен жасына қарай көбейіп, ал ауыртпалық коэффициенті кеншінің жұмыс істеу мерзімімен жасына қарай төмендейді;

Жұмыстың қауіпсіздік және зияндылық жағынан ауыртпалағын төмендеткенде кәсіби аурулар өлшемі көбестіндігі байқалады, сонымен бірге жұмыс түрлері еңбек деңгейі мен өндірістік ауыр жарақаттарға әсер етпейді.

Тау шахталарының жабдықтарының тозуымен өндірістік жарақаттар коэффициенті көтеріледі, сонымен қатар жабдықтардың тозуы жарақаттың ауырлығына себеп болмайды.

Уақыт мерзімдерінің (ауысым уақыттары жыл мезгілдері, күн уақыттары, апта күндері) өндірістік жарақаттарға, оның жиілік коэффициентіне әсері бары зерттелді. Белгіленген:

- өндірістік жарақаттардан зардап шеккендер саны жұмыс уақытының ортасындағы ауысым кезінде көбееді, сонымен қатар олардың ауырлығы уақыт ауысымына қатысты емес;

- жазғы және күзгі уақаттарынан гөрі қыс-көктем мезгілдерінде жарақаттану деңгейі жоғары, сонымен қатар ауырлығы төмен;

- таңғы және күндізгі уақыт мерзімінде жиілік коэффициенті, ал түнгі уақытта ауырлық коэффициенті артады;

- аптаның ортасында қарай жарақаттану жиілігі көбееді, ал жарақаттану ауыртпалығы аптаның басынан аяғына қарай артады.

Диссертацияда сәтсіз оқиғалардың ауырлығына қарай екі өлшемді модельдер өңделген, оның параметр жүйесі «кәсіби іс» (жасы мен жұмыскердің жұмыс істеу мерзімі). Өндірістік жарақаттар мен кәсіби аурулар деңгейі жұмыс істеу уақытына әсерлігін байқатады, ал жарақаттың ауырлығына адам жасы себеп болады. АМО жүйесінің «машина» және «орта» параметр элементтерінің әсері және уақыт мерзіміндегі факторлар өндірістік жарақаттары мен кәсіби ауруларының деңгейі мен ауырлығы негізінде түзетілген коэффициенттер алынды. Екі өлшемді модельдерінің жиынтығы мен түзетілген коэффициенттер сәтсіз оқиғалардың көп факторлы модельдерінің деңгейі мен ауырлығын көрсетеді.

Еңбекте мекеменің сәтсіз оқиғаларының әсерінен шеккен экономикалық залалы және мекеменің өндірістік жарақаттар мен кәсіби аурулардың жиілігі мен ауырлығы коэффициентіне тәуелді көп факторлы залал моделі зерттелді.

Еңбектің түйіндісі «Жұмыскердің кәсіби дағдысының тәуелділігінен есептен қауіптілігіне және ауырлығына қарай, олардың жасына және жұмыс істеу уақытына қарай методикалық кепілдеме». Ұсынылған әдіс өндірістік жарақат және кәсіби аурулардың жасы мен жұмыс істеу уақытына қарай, ауыр өндірістік жарақатына қарай және кәсіби ауруларына қарай, технологиялық жабдықтың тозу дәрежесіне, жұмыс істеу табына қарай коэффициент жиілігін анықтайды және мекеменің сәтсіз оқиғаларын азайтуға кепілдеме береді.

«Методикалық кепілдеме ...» Қарағанды облысы бойынша халықты қорғау Департаментімен бекітілген және қауіпсіздік пен еңбек қорғау, қауып-қатерден қорғау мониторингісінде қолданылады. Бұл кепілдемелер АО «Арселор Миттал» Көмір Департаментінің шахталарының өндірістік жарақаттар мен кәсіби аурулар анализінің себебін жасау барысында қолдануға ұсынады.

«Методикалық кепілдеме ...» бойынша «адам – машина - орта» жүйесіне келісті есептер «Абайская» шахтасына жасалған: орта жастаға жұмыскерлерді бұрынғы қалпында сақтай отырып (42,5 жас), шахтада жұмыс істеу мерзімін 7 жылдан 10 жылға дейін ұзарту, сонымен қатар технологиялық жабдықтардың тозуын 2% азайту (39,77% дан 37,77% дейін). Сонда өндірістік жарақаттану жиілік коэффициенті 17,99 – 12,99 белгіге дейін түседі, ауырлық коэффициенті бұрынғы қалпында қалады 29,35, ал кәсіби аурулар жиілігі 2,33 тен 2,71 дейін көтеріледі. Қабылдаған шешім бойынша қорытындыда күткен экономикалық тиімділігі «Абайская» шахтасында 1896000 теңге құрайтын еді.

**Principal prognosis working up of industrial injuries and professional disease rate in the coal mines.**

05.26.01 – labour protection

Dissertation on competition to the degree of candidate of technical science

**SUMMARY**

The dissertation aim is a creation of a new scientific method to support the industrial injuries and professional disease rate prognosis. It will help to work up the activities that will help to accidents lowering. The researching objects are the accidents that happened to “Arsellor Mittal” coal department mines.

The system approach is used in the dissertation to analyse the accidents that happened at the work places. As a result, there are some multiply-factor models that forecast the industrial injuries and professional disease. The systematical approach involves an examination of injuries and industrial diseases within the guidelines of the “man – machine – environment” system (MME). MME consists of the following subsystems: “man” – a miner, carrying out the industrial activity at his work place; “machine” – industrial processes (technical equipment and technological processes) employed at the work place in coal mines; “environment” – sanitary and hygiene working conditions at the work place. The subsystem “man” consists of two subsystems of the second level: “professionalism” and “time”. The subsystem parameters are given as “professionalism”- the worker’s age and the length of his service record; “time”-working hours, season, day and night, day of the week; “machine” – the level of detrition of the mining equipment, “environment” – the grade of working conditions specified by the level of hazardousness and toxicity

One of the results of the research is obtaining mono-factor dependences of the quotients of frequency and severity of accidents upon the parameters of the MME system. It has been established that:

- both a worker’s age and the length of his service record affect the degree and severity of the accidents. It appears that while the quotient of frequency increases with the growth of the workers’ age and their service record, the quotient of severity drops with the increase of the workers’ age and their service record;

- when the grade of working conditions specified by the level of hazardousness and toxicity becomes lower the probability of industrial diseases increases, but at the same time the grade of the working conditions does not affect the degree and severity of industrial injuries;

- while the increase of the detrition of the mining equipment causes the quotient of frequency to grow, it does not affect the severity of injuries;

The work presents a study of how the time factors (shift hours, seasons of the year, time of day, days of the week) influence the quotient of frequency and severity of industrial injuries. It has been established that:

- the number of severe industrial injuries grows towards the middle of the working shift and their severity is not affected by the solar day time of the shift;
- during the winter and spring season the injuries' rate is higher than in summer and fall, however their severity is lower;
- during the morning and the afternoon hours the quotient of frequency grows, while during the night hours we see the increase of the quotient of severity;
- the number of injuries grows towards the middle of the week, while their severity grows towards the end of the week.

The dissertation develops two-dimensional models of the interdependence of the rate and severity of the accidents upon the parameters of the subsystems "professionalism" (the age and the length of the service record of workers). It has been established that the rate of industrial injuries and diseases is chiefly affected by the length of the worker's service record while their severity is chiefly affected by the age of the worker. A new corrective quotient has been acquired that takes into account the influence of the "machine" and "environment" elements of the MME system as well as of the time factors on the degree and the severity of the industrial injuries and diseases. The aggregate of two-dimensional models and corrective quotients comprises multifactor models of the degree and the severity of accidents.

The work presents a study of the economical damage of an enterprise caused by the accidents and a multifactor model of the damage of an enterprise which depends on the quotient of frequency and the quotient of severity of industrial injuries and industrial diseases.

As a result the work produces "Methodological suggestions on estimating the hazard and severity degree of the accidents depending on the professional skills, the age and the working schedule of the workers." The suggested methods allow to prognosticate the quotients of frequency and severity of industrial injuries and industrial diseases depending on the workers' age and the length of their service record, as well as on the level of the mining equipment detrition and the grade of working conditions. The methods also help to develop ways of reducing the damage of an enterprise caused by the accidents.

"Methodological suggestions..." have been approved by the Department of labor and social protection of the population of Karaganda region and is being used to conduct a monitoring and hazard estimation in the field of the labor safety and labor protection. It has been advised to be used at the mines of Ugolnii Departament AO "Arselor Mittal" for the purpose of conducting an analysis to determine the causes of industrial injuries and industrial diseases.

Abaiskaya mine has made calculations based on "Methodological suggestions..." that define the optimal parameters of "man-machine-environment" system: to extend the average length of the service record was from 7 years to 10 years while keeping the average age of workers at the former level (42,5 years old), and to make the level of equipment detrition 2% lower (from 39,77% to 37,77%). While the quotient of the frequency of industrial injuries  $Q_{fi}$  will go down from 17,99 to 12,99, the quotient of severity  $Q_{si}$  will remain at the former level – 29,35, and the quotient of frequency of industrial diseases  $Q_{fid}$  will go up from 2,33 to 2,71. The economical effect that is to be expected at Abaiskaya mine will estimate 1896000 tenge.

Подписано в печать 24.04.2009 г. Формат изд. 60x84/16  
Бумага «Svetocopy». Объем 1,0 у.п.л. Тираж 100 экз.

---

Отпечатано в типографии «Эрекет-Принт»  
г. Алматы, 050036, 12 мкр., д. 16, кв. 69  
Тел. 221-84-55