

КАЛИЯСКАРОВА АЙЖАН ЖАСУЛАНОВНА

**Разработка методики и прогнозирования производственного
травматизма на железнодорожном транспорте**

05.26.01 – охрана труда

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Республика Казахстан
Алма-Ата, 2010

Работа выполнена в Карагандинском государственном техническом университете

Научные руководители

доктор технических наук
Долгов П.В.

кандидат технических наук
Харьковский В. С.

Официальные оппоненты

доктор технических наук
Даулетбаков Т. С.

кандидат технических наук
Жараспаева Г. Ж.

Ведущая организация

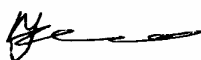
ДГП «Казахский Государственный
научно-исследовательский
институт по безопасности работ
в горной промышленности»
(г. Караганда)

Защита состоится «26» ноября 2010 г. в 14³⁰ час. на заседании диссертационного совета Д 14.61.25 при Казахском национальном техническом университете имени К. И. Сатпаева по адресу: 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22, конференц-зале НК

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казахского национального технического университета имени К. И. Сатпаева.

Автореферат разослан «25» октября 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор технических наук



К.А. Акмолаев

Введение

Актуальность задачи. Проблема безопасности и охраны труда в промышленности стоит в ряду наиболее значимых социальных и инженерных задач мировой цивилизации.

По данным Всемирной Организации Здравоохранения, смертность от несчастных случаев (НС) в настоящее время занимает третье место после сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. По статистике Международной организации труда (МОТ), каждые три минуты в результате НС или профессионального заболевания в мире погибает один человек, а в каждую секунду четверо работающих получают травму.

Ежегодно в мире, в связи с производственной деятельностью, гибнут более одного миллиона человек, из них 25% - от воздействия вредных и опасных веществ.

По уровню производственного травматизма Республика Казахстан в 3-5 раз опережает индустриально развитые страны. Производственный травматизм представляет серьезную опасность для здоровья и жизни людей. В Казахстане ежегодно на производстве травмируются более 10 тысяч человек, из них до тысяч людей становятся инвалидами и более 1 тысячи погибают.

Практика показывает, что основные причины травматизма и аварийности чаще всего связаны с инженерными упущениями, недостатками в организации работ, неправильной оценкой состояния дел на производстве, а также не соблюдением техники безопасности, законодательных и нормативно-правовых актов по охране труда самими работающими.

Несчастные случаи, связанные с дорожно-транспортными происшествиями занимают более 18% от общего числа НС.

Применяемые методы анализа травматизма не позволяют оценить детально мероприятия по предупреждению травматизма, поскольку такие показатели как безотказность, долговечность, не работоспособность технологического оборудования и безопасность эксплуатации технологических процессов, характеризуются временными параметрами, которые должны быть определены для конкретной цели, поэтому определение закономерностей производственного травматизма на железнодорожном транспорте и реализация их с целью прогнозирования производственного травматизма является актуальной научно-инженерной задачей.

В связи с этим, снижение уровня травматизма на железнодорожном транспорте является важнейшей научной задачей в решении вопросов охраны труда.

Объект исследования – железнодорожный транспорт в Республике Казахстан.

Предмет исследования – оценка надежности эксплуатации железнодорожного транспорта.

Целью работы является исследование закономерностей возникновения несчастных случаев на железнодорожном транспорте для разработки методики снижению уровня травматизма

Основные задачи исследования:

- исследовать условия труда на предприятиях в АО «Национальная компания Казахстан Темир Жолы»;

- обосновать критерии степени опасности и вредности производственных факторов, влияющие на условия труда и оценить надежность работы технологических процессов на железнодорожном транспорте;

- определить приемлемый риск травматизма на железнодорожном транспорте;
- разработать методику снижения уровня травматизма на железнодорожном транспорте.

Методы исследования. Работа выполнена с использованием теоретических и экспериментальных методов исследований с анализом литературных, фондовых и патентно-информационных источников, теоретического обобщения результатов исследований и статистической обработки полученной информации.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

- надежность работы железнодорожного транспорта, характеризующая коэффициенты частоты травматизма и опасности, вероятность безотказной работы электровоза в зависимости от климатических условий года;
- алгоритм прогнозирования производственного травматизма, учитывающий долевое участие травм, условия риска травм и прогнозируемый показатель нетрудоспособных дней;
- методика снижения уровня травматизма определяющая свойства прогнозируемого алгоритма при определении надежности и прогноза на железнодорожном транспорте.

Научная новизна работы состоит в следующем:

- произведена оценка надежности работы железнодорожного транспорта;
- установлены закономерности опасности и вредности технологических процессов железнодорожного транспорта;
- разработан алгоритм прогнозирования травматизма для расчета оценки надежности производственного процесса с учетом показателей травматизма.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается: корректной постановкой задач исследований, принятыми исходными предпосылок, методов анализа и исследованием причин травматизма; апробацией работы на международных конференциях, семинарах и публикацией основных научных положений в открытой печати.

Практическая значимость и реализация работы состоит в разработке методики снижения травматизма на железнодорожном транспорте, которая рекомендована для внедрения в АО «Национальная компания Казахстан Темир Жолы».

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и получали положительную оценку на международных практических конференциях: «Новое в безопасность жизнедеятельности» (Алматы, 2009); «Инновационные и наукоемкие технологии в строительной индустрии» (Алматы, 2009); VIII Международные научные чтения «Белые ночи-2004» (Санкт-Петербург, 2004); Международная научная конференция: «Актуальные проблемы современности» (Караганда, 2004); Международная научная конференция: «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030» (Караганда, 2004); Международные научные чтения «Белые ночи-2008» (Санкт-Петербург, МАНЭБ, 2008); Международная научно-практическая конференция «WYKSTA CENIE I NAUKA BEZ GRANIC - 2005» (Прага, 2005).

Публикация работы. Основное содержание диссертации отражено в 9 печатных работах, в том числе 5 - в изданиях, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, и 4 публикации в сборниках международных конференций.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 107 страницах, состоит из введения, обзора литературы, трех разделов собственных исследований, заключения, приложений. Список использованных источников включает 95 наименований отечественных и иностранных авторов. Работа иллюстрирована 22 таблицами и 5 рисунками.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

По данным Всемирной Организации Здравоохранения, смертность от несчастных случаев в настоящее время занимает третье место после сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. По статистике Международной организации труда, каждые три минуты в результате НС или профессионального заболевания в мире погибает один человек, а в каждую секунду четверо работающих получают травму.

Ежегодно в мире, в связи с производственной деятельностью, гибнут более одного миллиона человек, из них 25% - от воздействия вредных и опасных веществ.

В Казахстане каждый год на производстве травмируется более 10000 человек, до 1000 становятся инвалидами, более 1000 - погибают. По причине неудовлетворительной организации производства работ в РК пострадали более 30% от общего числа НС. Основными видами НС являются: дорожно-транспортные происшествия (18%); воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей (16%); падение пострадавшего с высоты (18%); падения, обрушения, обвалы предметов и деталей (13%) и другие виды происшествий (17%).

В АО «Национальная компания Казахстан Темир Жолы» (АО «НК КТЖ») при средней численности работающих за 2005-2008 годы 117000 человек произошло более 60 несчастных случаев с групповыми, инвалидными и смертельными исходами.

Важную роль в обеспечении безопасности движения поездов имеют предрейсовые медицинские осмотры, как эффективная форма оценки работоспособности и состояния здоровья локомотивных бригад.

На рисунке 1 показано распределение персонала локомотивных бригад по результатам медицинских осмотров в зависимости от заболевания с определением причин профессиональной непригодности (а) и отстранения от поездки (б).

Как видно из рисунка, основными причинами отстранения от поездки являются различные заболевания (более 90% случаев), среди них наибольший удельный вес занимают простудные (53,2%), системы кровообращения (14,3%), болезни костно-мышечной и нервной систем (7,1%), заболевания органов пищеварения (5,2%).

От надежности технологических процессов зависит безопасность работ железнодорожного транспорта, а последнее, в свою очередь, зависит от надежности единиц тягового подвижного состава (ЕТПС). При этом на надежность (ЕТПС) оказывают влияние параметры как внешней среды, так и режимов работы, воздействие окружающей среды на сборочные единицы ЕТПС – аппаратуру, двигатели, элементы механической части – приводит к нарушению их работоспособности, изменению рабочих параметров и характеристик.

Зависимость надежности ЕТПС от параметров окружающей среды можно установить путем определения корреляционных зависимостей средней длительной работы до отказа от числовых характеристик распределения параметров окружающей среды (среднее значение, среднее квадратичное отклонение). Исходными данными

для корреляционного анализа является статистическая информация, получаемая путем проведения экспертизы в различных условиях.

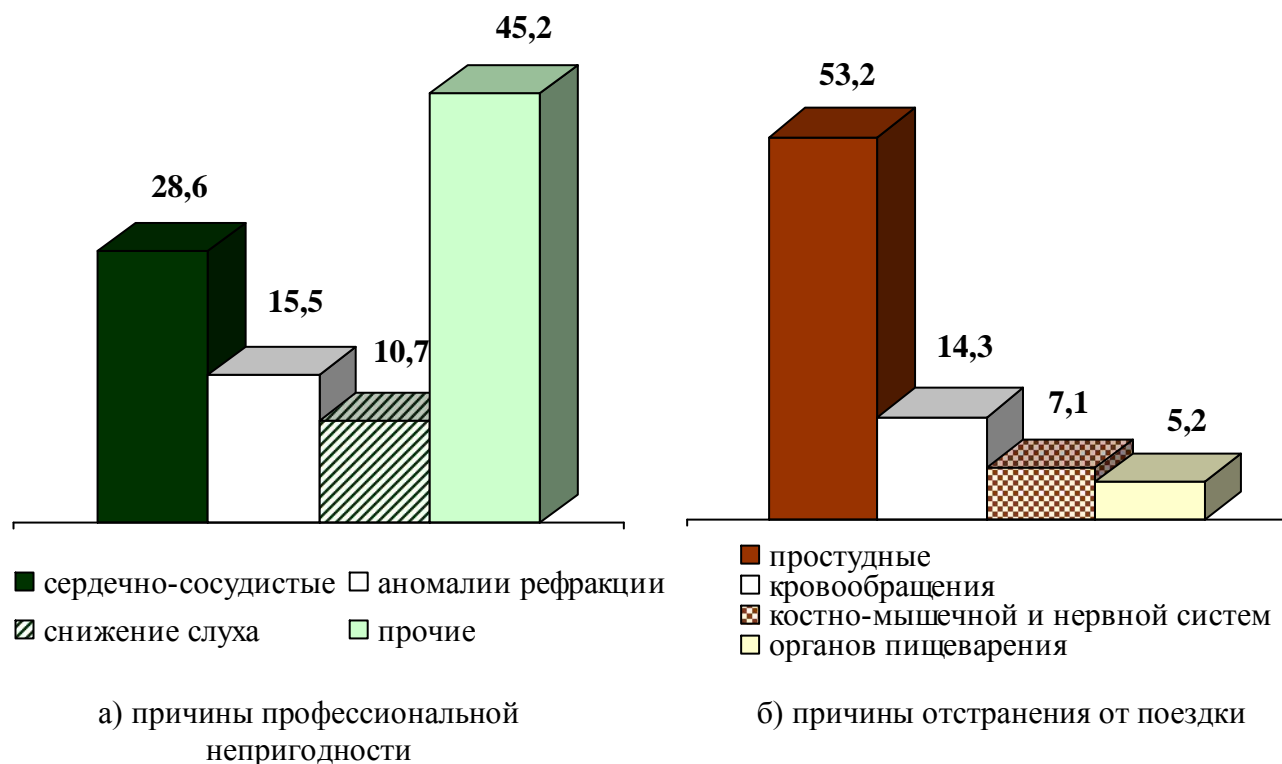


Рисунок 1 - Распределения персонала в зависимости от заболевания по результатам предрейсовых медицинских осмотров

Рассмотрим определение показателей надежности тягового электродвигателя (ТЭД), который является одним из главных составляющих электровоза, а единица тягового подвижного состава (электровоз, тепловоз) – это совокупность множества элементов. Безотказность работы каждого элемента в сумме определяют надежность ЕТПС.

Для примера рассмотрим условия работы электровоза ВЛ80, являющегося основным локомотивом для железной дороги Центрального Казахстана. Каждый электровоз оснащен 8 ТЭД. Цель анализа – выявление влияния внешних сезонных эксплуатационных факторов на их надежность.

Исходные статистические данные о работе 800 ТЭД на 100 электровозах были собраны за четыре года эксплуатации (2005-2008 гг.). Учтены все виды электрических повреждений изоляции ТЭД, обнаруженные на плановых ремонтах или создавшие отказы в пути следования. Во всех случаях, после отказа производилась замена отказавшего ТЭД или выполнен восстановительный ремонт.

Статистические данные о работе электровоза сведены в таблице 1, где также помещены и рассчитанные оценки показателей надежности. В качестве интервала группирования данных выбраны года и квартал, с целью оценки влияния сезонных изменений условия эксплуатации на надежность якорей ТЭД. В этом случае интервал по пробегу Δl получаемым переменным.

Анализ таблицы показывает, что вероятность безотказной работы электровоза за четыре года эксплуатации по кварталам уменьшается с 0,955 до 0,730, то есть, снижается в 1,3 раза (за первый квартал).

Таблица 1 - Статистические данные о работе электровоза

Год	Квар-тал	ΔL наработка электровоза, 10^3 , км	$N * \Delta l$, 10^3 км	m (l)	m (число отказов)	$m_{cp}(l)$, 1/ТЭД	ω (l)	L , 10^3 км	$P(l)$
2005	1	42	4200	0-37	37	0,046	8,81	114	0,955
	2	44	4400	49	12	0,061	2,73	366	0,941
	3	47	4700	58	9	0,072	1,91	524	0,931
	4	40	4000	71	13	0,088	3,25	308	0,916
	Всего	43,25 (ср.)	4325		71		4,1	244	
2006	1	44	4400	96	25	0,12	5,68	176	0,887
	2	49	4900	117	21	0,146	4,28	234	0,864
	3	48	4800	126	9	0,157	1,87	535	0,855
	4	44	4400	142	16	0,177	3,64	275	0,838
	Всего	46,25 (ср.)	4625		71		3,84	260	
2007	1	46	4600	176	34	0,22	7,39	135	0,803
	2	49	4900	186	10	0,232	2,04	490	0,793
	3	52	5200	195	9	0,243	1,73	578	0,784
	4	48	4800	217	22	0,271	4,58	218	0,763
	Всего	48,75 (ср.)	4875		75		3,85	260	
2008	1	47	4700	252	35	0,315	7,44	134	0,730
	2	49	4900	268	16	0,335	3,26	307	0,715
	3	52	5200	277	9	0,346	1,73	578	0,707
	4	49	4900	290	13	0,362	2,65	377	0,696
	Всего	49,25 (ср.)	4925		73		3,70	270	

Для расчета оценок показателей надежности в таблице 1 использованы формулы (1, 2, 3, 4):

- среднее число отказов $m_{cp}(l)$, приходящееся на 1 ТЭД за пробег l (формула 1);

$$m_{cp}(l) = \frac{m(l)}{N}, 1/1\text{ТЭД} \quad (1)$$

где $m(l)$ – нарастающее с начала наблюдений число отказов всех 800 ТЭД;

N - число электродвигателей;

- параметр потока отказов $\omega(l)$ (формула 2);

$$\omega(l) = \frac{m(l) \times 10^3}{\Delta l \times N}, 1/1 \text{ млн. локом.-км} \quad (2)$$

где Δl – наработка электровоза за квартал года, тыс. км;

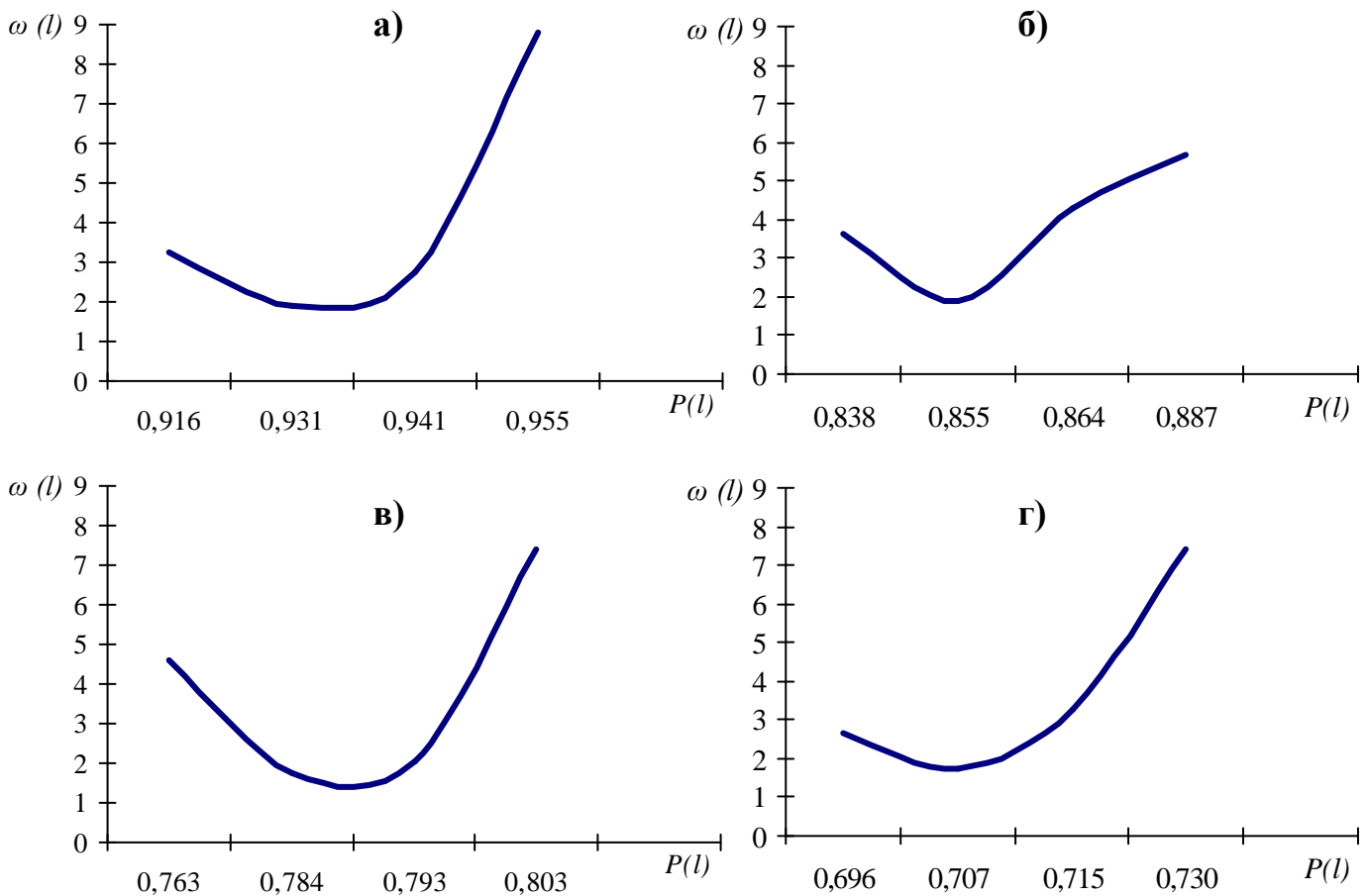
- наработка электровоза на один отказ ТЭД L (формула 3);

$$L = \frac{10^3}{\omega(l)}, \text{ тыс. км} \quad (3)$$

- вероятность безотказной работы ТЭД за наработку $P(l)$ (формула 4);

$$P(l) = e^{-mcp(l)} \quad (4)$$

На рисунке 2 изображены графики изменения оценок показателей безотказности работы электровоза, в зависимости от времени эксплуатации.



а) – за первый год; б) – за второй год; в) – за третий год; г) – за четвертый год

Рисунок 2 - Изменения функциональных зависимости надежности от колебаний внешних условий по сезонам

Анализ графика изменения потока отказов свидетельствует о значительном влиянии сезонных изменений условий эксплуатации на надежность электровоза. Полученные данные могут быть использованы для прогнозирования и планирования мероприятий по предупреждению отказов, установления норм запасных частей и материалов.

Как видно из рисунка 2, имеется явно выражения зависимость надежности работы ТЭД от колебаний внешних условий по сезонам. Наибольшие параметры потока отказов приходятся на 1 квартал года. Практикой эксплуатации установлено, что максимум $\omega(l)$ обычно совпадает с периодом резких колебаний температур окружающего воздуха в конце февраля – начале марта. Знание этих закономерностей дает возможность разработать меры по улучшению содержания ТЭД.

Например, строгое соблюдение установленного специального порядка постановки локомотивов в резерв, ремонт, на обслуживание, запуска в эксплуатацию по-

сле отстоя позволяет предупредить увлажнение и иное образование, следовательно, и пробой изоляции.

Показатель «наработка на отказ» характеризует средний пробег между отказами в данном квартале, году, в тот или иной период. По этому показателю можно судить о безотказности между плановыми видами ремонтов, в различных периодах эксплуатации.

Анализ динамики изменения показателей надежности за некоторые периоды эксплуатации, дает возможность вовремя заметить намечающуюся тенденцию к снижению надежности, выявить ее причины и принять меры к их устранению, то есть, выполнить прогнозирование надежности на некоторый период будущей наработки, если изменение показателей идет достаточно плавно и монотонно, что является одной из задач экспертизы.

Все это позволит констатировать, что область прогноза может быть использована для оценки эффективности мероприятий по повышению надежности объектов, планирования нагрузки ремонтного производства, потребности в запасных частях и материалах.

Например, если были выполнены технические мероприятия с целью повышения уровня безотказности ТЭД, то их эффективность можно оценить по расположению относительно области прогноза значений параметра $\omega(l)$, достигнутых в последующей эксплуатации. Выход точек вниз за пределы области свидетельствует об эффективности мероприятий.

Следовательно, рекомендуемые зависимости отражают условия техногенного риска для технологии безотказной работы тягового подвижного состава и применимы в качестве экспертной оценки.

Инженерная практика свидетельствует, что любая деятельность потенциально опасна. Из этой аксиомы следует, что, несмотря на предпринимаемые защитные меры, всегда сохраняется некоторый остаточный риск, реализация которого связана с травматизмом и спецификой заболеваемости, что требует обязательность социальной защиты и формировании экономической заинтересованности субъектов страхования профессионального риска.

Профессиональный риск может быть определен суммированием рисков несчастного случая на производстве и профессионального заболевания с учетом тяжести. Отмечается, что несчастные случаи распределяются равномерно при продолжительности стажа 12 тыс. дней, при тяжести несчастного случая со смертельным исходом, по данным МОТ, 6000 дней.

Оценку риска по применяемому событию можно произвести по формулам Байеса, которые позволяют переоценить вероятности гипотез после того, как становится известным результат испытания, в итоге которого появилось событие.

Пусть событие A может наступить при условии одного из несовместимых событий B_1, B_2, \dots, B_n , образующих полную группу. Поскольку заранее неизвестно, какое из этих событий наступит, их называют гипотезами. Вероятность появления события A определяется полной вероятностью $P(A)$ (формула 5);

$$P(A) = P(B_1)P_{B_1}(A) + P(B_2)P_{B_2}(A) + \dots + P(B_n)P_{B_n}(A) \quad (5)$$

Вероятность травм $P(B_i)$ (формула 6).

$$P(B_i) = N_{mp} / N \quad (6)$$

где N_{mp} – численность пострадавших от воздействия травмирующих факторов;
 N – количество пострадавших.

Гипотезой травм (B_1 - инвалидная, B_2 – групповая, B_3 – смертельная) является нетрудоспособность работника K_n , которая рассчитывается как произведение частоты на тяжесть травмы (формула 7).

$$K_n = K_q \cdot K_m \quad (7)$$

где K_q - коэффициент частоты;
 K_m - коэффициент тяжести.

Таким образом, вероятность нетрудоспособности работников $P_{BI}(A)$ равна (формула 8).

$$P_{BI}(A) = K_{qi} \cdot K_{mi} \quad (8)$$

где K_{qi} - коэффициент частоты от вида травматизма;
 K_{mi} - коэффициент тяжести от вида травматизма.

Коэффициент частоты травматизма K_q определяет число несчастных случаев за определенный период (формула 9).

$$K_q = N_{mp} / C \quad (9)$$

где C – среднесписочное число работающих.

Тяжесть K_m характеризует среднюю длительность нетрудоспособности, приходящуюся на один несчастный случай (формула 10).

$$K_m = D / N_{mp} \quad (10)$$

где D – суммарное число дней нетрудоспособности по всем несчастным случаям.

Условная вероятность нетрудоспособных дней $P_i(B_i)$ любой гипотезы B_i ($i = 1, 2, \dots, n$) может быть вычислена по зависимости (формула 11).

$$P_1(B_1) = \frac{P(B_1)P_{B_1}(A)}{P(B_1)P_{B_1}(A) + P(B_2)P_{B_2}(A) + \dots + P(B_n)P_{B_n}(A)} \quad (11)$$

Показатели K_q , K_m , $P(A)$, $P(B_i)$, $P_{BI}(A)$, $P_A(B_i)$, рассчитанные по формулам (5-11), приведены в таблице 2 за 2005-2008 гг.

Анализ таблицы 2 показал, что вероятность нетрудоспособных дней, в связи с НС, уменьшается. Так, если $P_A(B_i)$ за 2005 год составил 0,0237, то за 2007 год эта величина составила всего 0,00061.

Таблица 2 - Результаты расчетов условных вероятностей

Год	Вид травмы	N_{mp}	D	K_v	K_m	$P(Bi)$	$P_{Bi}(A)$	$P_A(Bi)$
2005	инвалидные	7	842	0,00006	19,5	0,1627	0,0012	0,0237
	легкие	22	1000	0,00019	23	0,5116	0,0044	0,0250
	летальные	14	84000	0,00012	1953	0,3255	0,017	0,9511
2006	инвалидные	5	625	0,00004	13,8	0,1111	0,0005	0,00108
	легкие	26	1213	0,00021	26,9	0,5777	0,0056	0,07032
	летальные	12	72000	0,00010	1600	0,2666	0,1614	0,92858
2007	инвалидные	7	840	0,04	24,5	0,2040	0,0001	0,00061
	легкие	2	820	0,01	14,8	0,5510	0,0017	0,02811
	летальные	10	6000	0,00005	1469	0,2448	0,1322	0,97127
2008	инвалидные	6	720	0,00005	37,8	0,1224	0,0019	0,1111
	легкие	10	608	0,00008	32	0,2040	0,0025	0,2777
	летальные	3	18000	0,00002	367	0,1578	0,0073	0,6111

С позиции теории множеств совместная область, характеризующая фактическую производственную безопасность объекта, определяется коэффициентом производственной безопасности K_6 (формула 12).

$$K_6 = (1 - K_p)(1 - K_T)(1 - K_{OT})(1 - K_{y.T.}) \quad (12)$$

где K_p - коэффициент профессионального риска; K_T - коэффициент тяжести; K_{OT} - коэффициент отказа электровоза из-за аварии; $K_{y.T.}$ - коэффициент условий труда, которые рассчитываются в соответствии с нормативными документами по безопасности и охране труда.

Таким образом, зная коэффициент производственной безопасности, можно будет оценить степень соблюдения работодателем законодательства по охране труда, правил техники безопасности и других нормативных актов, определить эффективность внедрения мероприятий по охране труда и разработать рекомендации по устранению причин производственного травматизма.

Применительно условий транспортной системы (АО «НК КТЖ») рассчитаны показатели: K_p ; K_T ; K_{OT} ; $K_{y.T.}$, которые приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Зависимость коэффициента безопасности от параметров K_p , K_T , K_{OT} , $K_{y.T.}$

Год	K_p	K_m	K_{om}	$K_{y.m}$	K_6
2005	0,0016	0,03	0,15	0,016	0,69
2006	0,0013	0,03	0,17	0,015	0,81
2007	0,0013	0,02	0,19	0,013	0,78
2008	0,0004	0,05	0,2	0,0011	0,75

Аварийное состояние определяется неисправностью оборудования и защитных средств, отсутствием документации об исправности технологической линии и ее фактического состояния. Нарушение этих параметров автоматически переводит условия труда в разряд опасных, как и наличие травматизма за рассматриваемый период.

Для прогнозирования надежности производственного травматизма разработан алгоритм его расчета. В основу методики положены следующие критерии показателей: частота несчастных случаев, оцениваемая коэффициентом частоты $K_{\text{ч}}$; тяжесть несчастных случаев, определенная алгоритмом гарантийного прогноза. Предлагаемый критерий оценивается уравнением Байесса и выражает плотность вероятности совместного распределения травматизма и потерь. В соответствии с законом условной вероятности, параметры распределения характеризуются условиями, выражающими прогнозируемую частотность и тяжесть травмирования.

Условные показатели производственного травматизма рассматриваются коэффициентом частоты $K_{\text{ч}}$, коэффициентом тяжести $K_{\text{т}}$ и коэффициентом потерь $K_{\text{п}}$.

Долевое участие травм P_n^i различного вида (формула 13).

$$P_n^i = T / T_1 \quad (13)$$

где T - количество несчастных случаев данной группы

T_1 - общее количество несчастных случаев всех групп

Условная вероятность долевого участия $P(B_i)$, (формула 14).

$$P(B_i) = \frac{N_{mp}}{N_o} \quad (14)$$

где N_{mp} - число пострадавших от воздействия травмирующих факторов;

N_o - общее число пострадавших от воздействия травмирующих факторов.

Вероятность появления события $P(A)$ (формуле 15).

$$P(A) = \sum P(B_i)P_{B_i}(A) \quad (15)$$

Алгоритм гарантированного прогноза тяжести $P_A(B_i)$ определяется согласно уравнению Байесса, выражает плотность распределения вероятностей травматизма, его тяжесть и характеризуется закономерностью (формула 16).

$$P_A(B_i) = \frac{P(B_i)P_{B_i}(A)}{P(A)} = \frac{K_{\text{ч}}I_{mp}}{P(A)} \quad (16)$$

Таким образом, вероятность нетрудоспособности работников $P_{B_i}(A)$ равна (формула 17).

$$P_{B_i}(A) = K_{n_i} \quad (17)$$

где K_{n_i} - нетрудоспособность работника от вида травматизма.

Условие риска I_{mp} (формула 18).

$$I_{mp} = \frac{N_{mp}D}{N_o^2} \quad (18)$$

где D - суммарное число дней нетрудоспособности по всем несчастным случаям;
 N_o - общее число пострадавших от воздействия травмирующих факторов;
 N_{mp} - число пострадавших от воздействия травмирующих факторов.
Показатель прогноза травмирования по признаку Π_n (формула 19).

$$\Pi_n = \frac{P_A(Bi)}{D} = \frac{K_q I_{mp}}{P(A)D} \quad (19)$$

Результаты расчетов по формулам (13-19) приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Показатель прогноза травмирования на железнодорожном транспорте

Год	Вид травмы	N_{mp}	D	K_q	K_m	Π_n
2005	инвалидные	7	842	0,00006	19,5	0,000028
	легкие	22	1000	0,00019	23	0,000025
	летальные	14	84000	0,00012	1953	0,000012
2006	инвалидные	5	625	0,00004	13,8	0,000017
	легкие	28	1213	0,00021	26,9	0,000057
	летальные	12	72000	0,00010	1600	0,000012
2007	инвалидные	10	1200	0,000008	24,5	0,000051
	легкие	27	400	0,000022	14,8	0,000073
	летальные	10	72000	0,000009	1469	0,000011
2008	инвалидные	6	720	0,00005	37,8	0,000154
	легкие	10	608	0,00008	32	0,000456
	летальные	3	18000	0,00002	367	0,000033

Как видно из таблицы 4, показатель прогноза (Π_n) тяжести травм за 2005 год с инвалидным исходом составляет $0,28 \times 10^{-4}$, в то время как за 2007 год эта величина равна $0,5 \times 10^{-4}$. В то же время, с летальным исходом данный показатель составляет $0,12 \times 10^{-4}$ и $0,11 \times 10^{-4}$, соответственно.

Следовательно, чем больше показатель тяжести травм, тем ухудшается условие труда работающих.

На основании выполненных работ была разработана «Методика снижения уровня травматизма на железнодорожном транспорте АО «НК КТЖ», которая согласована и утверждена в установленном порядке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является квалифицированной работой, в которой решены задачи прогнозирования травматизма и надежности работы железнодорожного транспорта:

1. На железнодорожном транспорте АО «НК КТЖ» количество несчастных случаев имеет тенденцию к увеличению почти 1,6 раза, по сравнению другими видами транспорта.

2. В связи с износом производственного оборудования и машин (электродвигателя), повышается степень воздействия вредных факторов на травматизм.

4. Установлена надежность работы электровоза за период работы с 2005-2008 годы по кварталам с учетом изменчивость климатических условий. Надежность ра-

боты электровозов в первом квартале 2005 год имеет величину 0,955, а в четвертом квартале – 0,916. В тоже время, данная величина только за первый квартал 2008 год составила 0,730, то есть, снизилась более чем на 30%. Это свидетельствует о том, что электровоз подлежит капитальному ремонту.

5. Вероятность нетрудоспособных дней работниками железнодорожного транспорта за 2005 год составила 0,023 , а за 2007 эта величина составила всего 0,000061, что указывает на ухудшение условий труда в 2005 году, то есть, чем больше значение вероятности нетрудоспособных дней, тем выше количество травмированных людей.

6. Коэффициент безопасности объекта на железнодорожном транспорте за 2005 год составил 0,69, а за 2008 год 0,75, что на 11 % больше. При этом коэффициент профессионального риска имеет тенденцию уменьшаться, коэффициент отказа электровоза, наоборот, увеличивается, что констатирует ухудшение условий труда.

7. На надежность работы железнодорожного транспорта влияют коэффициент частоты, коэффициент потерь, условия риска, показатель прогноза травматизма по признаку тяжести, которые определяются алгоритмом прогноза травматизма, положенным в основу разработанной методики.

8. Показатель прогнозирования травматизма имеет величины: за 2005 год инвалидные – 0,000028; легкие - 0,000025; летальные - 0,000012; за 2006 год инвалидные – 0,000017; легкие - 0,000057; летальные - 0,000012; за 2007 год инвалидные – 0,000051; легкие - 0,000073; летальные – 0,000011; За 2008 год инвалидные – 0,000154; легкие – 0,000456; летальные – 0,000033, что отвечает действительности и требует улучшения условий труда.

9. Разработана методика по снижению травматизма на железнодорожном транспорте, определяющая надежность работы железнодорожного транспорта и прогноз вероятности травмирования, которая прошла апробацию в филиале АО «НК КТЖ» в Карагандинской дистанции электроснабжения и внедрена на производстве.

Оценка полноты решения поставленных задач

В процессе исследования полностью решены следующие задачи:

- выполнен аналитический обзор и анализ существующих методов оценки несчастных случаев на производстве;
- проведен анализ несчастных случаев, произошедших на АО «НК КТЖ» с 2005 по 2008 годы;
- обоснованы критерии степени опасности и вредности производственных факторов, влияющие на условия труда и оценена надежность работы технологических процессов на железнодорожном транспорте;
- предложена методика по снижению травматизма на железнодорожном транспорте, которая определяет надежность работы железнодорожного транспорта и определяет вероятность травмирования, которая прошла апробацию в филиале АО «НК КТЖ» в Карагандинской дистанции электроснабжения.

Оценка научного уровня выполнения работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области

В диссертационной работе впервые:

- установлена вероятностная зависимость на основе использования метода Байесса, которая учитывает фактическую степень тяжести травм и оценивает условия риска системы;

- предложен алгоритм прогнозирования травматизма для расчета оценки надежности производственного процесса с учетом показателей травматизма;
- разработана методика по снижению травматизма на железнодорожном транспорте, на основании алгоритма по определению надежности и прогноза травматизма.

Список опубликованных работ по теме диссертации

- 1 Калиаскарова А.Ж. Оценка количества наблюдений для анализа безопасных условий труда // Труды Международной научной конференции: «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030». - Караганда: КарГТУ, 2004. –С. 206-209.
- 2 Харьковский В.С., Калиаскарова А.Ж. Экспертная оценка надежности, эксплуатации электровозной откатки на примере Карагандинского локомотивного депо РГП «Казахстан темир жолы» // Международный сборник научных трудов: «Актуальные проблемы современности». - Караганда:Болашак-Баспа, 2004. – С. 205-208.
- 3 Харьковский В.С., Плотников В.М., Калиаскарова А.Ж. Идентификация риска с целью определения затратных условий на страхования работников предприятия // Материалы VIII Международных научных чтений «Белые ночи-2004». – СПб.: МАНЭБ, 2004. - С.32-35.
- 4 Харьковский В.С., Плотников В.М., Демина Т.В., Акимбекова Н.Н., Калиаскарова А.Ж. Применение методов теории вероятностей и теории надежности в расчетах по определению параметров травматизма и степени опасности на объектах хозяйствования // Материалы Международной научно-практической конференции «WYKSTA SENIE I NAUKA BEZ GRANIC - 2005». – Прага, 2005. – С.28-33.
- 5 Харьковский В.С., Акимбекова Н.Н., Калиаскарова А.Ж., Демина Т.В. Статистический анализ базы данных по аттестации рабочих мест и оценке классов опасности предприятий // Труды Университета. - Караганда: КарГТУ, 2007. - № 2. – С. 85-86.
- 6 Харьковский В.С., Плотников В.М., Демина Т.В., Калиаскарова А.Ж. Оценка степени опасности технологического процесса на основе применения теории вероятности и надежности функционирования производственной системы // Материалы Международных научных чтений «Белые ночи - 2008». – СПб.: МАНЭБ, 2008. – С. 258-266.
- 7 Харьковский В.С., Плотников В.М., Демин В.Ф., Акимбекова Н.Н., Калиаскарова А.Ж. К вопросу оценки вероятности опасности техногенной ситуации на основе прогноза допустимого риска // Материалы Международных научных чтений «Белые ночи-2008». – СПб.: МАНЭБ, 2008. – С.254-257.
- 8 Долгов П.В., Калиаскарова А.Ж. Анализ несчастных случаев на железнодорожном транспорте «Казахстан темир жолы» // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационные и наукоемкие технологии в строительной индустрии». – Алматы, КазГАСА, 2009. - С. 164.
- 9 Долгов П.В., Калиаскарова А.Ж. Анализ уровня травматизма в АО «Национальной компании «Казахстан темир жолы» // Труды 11 Международной научно-технической конференции «Новое в безопасность жизнедеятельности». – Алматы, КазНТУ им. К. И. Сатпаева, 2009. - С. 31-33.

Теміржол көлігінде өндірістік жарақатты болжау және әдістеме құру

05.26.01 – еңбек қорғау

Техникалық ғылымдарының кандидаты ғылыми дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

ТҰЖЫРЫМ

Мәселенің өзектілігі. Өнеркәсіптегі қауіпсіздік және еңбекті қорғау мәселелері әлем өркениетінің аса маңызды әлеуметтік және инженерлік міндеттерінің қатарында тұр.

Тәжірибелер көрсеткендей жарақаттанудың негізгі себептері инженерлік жіберілген қателіктер, жұмысты ұйымдастырудың кемшіліктері, өндірістегі жағдайдың жіті бағаланбауы, жәнеде жұмысшылардың қауіпсіздік техникасын және еңбек қорғау бойынша нормативті-құқықтық актілердің ережелерін сақтамау.

Жол-көліктеріне байланысты қайғылы оқиғалар жалпы санның 18% құрайды.

Жарақаттануды талдауға қолданылатын әдістер жарақаттануды алдын-алуға арналған шараларды егжей-тегжейлі бағалауға мүмкіндік бермейді, өйткені тоқтаусыздық, ұзақ тұрақтылық, технологиялық жабдықтардың жұмысқа қабілетсіздігі жәнеде технологиялық үрдістерді қолданудың қауіпсіздігі, осылардың барлығы уақытша көрсеткіштермен сипатталады, ал олар өз алдына нақты бір мақсат үшін анықталуы керек, сондықтан теміржол көлігіндегі өндірістік жарақаттанудың заңдылығын анықтау және өндірістік жарақаттануды болжау мақсатындағы оларды жүзеге асыру өзекті ғылыми-инженерлік міндет болып табылады.

Жұмыстың мақсаты. жарақаттану деңгейін төмендету әдістемесін жасау үшін теміржол көлігіндегі қайғылы оқиғалардың пайда болу заңдылықтарын зерттеу.

Зерттеу нысаны. Қазақстан Республикасының теміржол көлігі.

Зерттеулер әдістері. Жұмыс зерттеулердің тәжірибелік және теориялық әдістерін, әдебиеттік, қордағы және патентті-ақпараттық көздерді, зерттеу нәтижелерінің теориялық жалпылауы мен алынған ақпараттарды өңдеу статистикасын талдаумен орындалған.

Зерттеулер тәжірибелік тұжырымдар мен нәтижелері келесідей:

1. АҚ «НК КТЖ» теміржол көлігіндегі қайғылы оқиғалар басқа көліктер түрімен салыстырғанда 1,6 есеге дейін өсетін тенденциясы бар.

2. Өндірістік жабдықтардың және машиналардың (электрқозғалтқыштарының) тозуына байланысты, жарақаттану оқиғаларына зиянды факторлардың әсер ету деңгейі жоғарылайды.

4. Климаттық өзгерістер ескеріле отырып кварталдар бойынша 2005-2008 жылдар аралығында электровоздар жұмысының сенімділігі анықталды. 2005 жылдың бірінші кварталында электровоздар жұмысының сенімділігінің өлшемі 0,955, ал төртінші кварталда - 0,916 болды. Сонымен қатар 2008 жылы бірінші

кварталда осы өлшем 0,730, яғни 30% төмендеді. Бұл электровоздың күрделі жөнделуге жіберілу қажеттілігін көрсетеді.

5. 2005 жыл бойынша теміржол көлігіндегі жұмыскерлердің жұмысқа қабілетсіздігінің ықтималдығы 0,023, ал 2007 жылы бұл көрсеткіш 0,000061 ғана болды, бұл 2005 жылы еңбек жағдайының төмен болғанын, яғни ықтималды жұмысқа қабілетсіздік күндері көбірек болған сайын жарақаттанған адамдар саны көп болатындығын көрсетеді.

6. 2005 жылы теміржол көлігіндегі нысанның қауіпсіздік коэффициенті 0,69 құраса, 2008 жылы 0,75 яғни салыстырмалы түрде 11% жоғары. Сонымен қатар кәсіби қауіп-қатер төмендеу тенденциясына ие, ал электровоздың тоқтамау коэффициенті керісінше жоғарылайды, яғни еңбек жағдайының төмендеуін көрсетіп тұр.

7. Теміржол көлігі жұмысының сенімділігіне жиілік коэффициенті, жоғалту коэффициенті, қауіп-қатер жағдайы, жарақаттанудың ауырлық көрсеткіштері әсер етеді.

8. Жарақаттануды болжаудың көрсеткішінің көлемдері: 2005 жылы мүгедектік – 0,000028; жеңілдері - 0,000025; өлімге әкелетін - 0,000012; 2006 жылы мүгедектік – 0,000017; жеңілдері - 0,00005; өлімге әкелетін - 0,000011; 2007 жылы мүгедектік – 0,000051; жеңілдері - 0,000073; өлімге әкелетін – 0,000011; 2008 жылы мүгедектік – 0,000154; жеңілдері – 0,000456; өлімге әкелетін – 0,000033, бұл еңбек жағдайын жақсарту керектігін талап етеді.

9. АҚ «НК КТЖ» Қарағандылық электржабдықтаушы дистанцияларының филиалында апробация өткен жарақаттану ықтималдығын анықтайтын және теміржол көлігіндегі жұмыстардың сенімділігін анықтайтын, жарақаттануды төмендету әдістемесі жасалынды.

Енгізу дәрежесі

Теміржол көлігіндегі жарақаттану деңгейін төмендетуге арналған әдістемені анықтаған алгоритм құрылды.

Ұсыныстар

Зерттеудің міндеттерін, алғашқы қабылданған шолуларды, талдаудың әдістері мен жарақаттанудың себептерін зерттеуді дұрыс қоя білу; халықаралық конференциялардағы жұмыстарды, семинарлар мен ашық басылымдардағы негізгі ғылыми жағдайларды апробациялау.

Қолдану саласы

Электровоздар жұмысын, электровоздарға қызмет көрсететін қызметкерлердің жұмысын, теміржол көлігіндегі апаттылықты алдын-алу және қауіпті жағдайды анықтау.

Жұмыстың маңыздылығы

Теміржол көлігіндегі өндірістік жарақаттануды болжау заңдылықтары ұсынылды.

Зерттелуші нысанның дамуы жөніндегі болжамды ұсыныстар

Сараптау нәтижесінде теміржол көлігіндегі қайғылы оқиғалардың басқа түрлері үшін нақтылануы мүмкін заңдылықтар ұсынылды.

Kaliyaskarova Aizhan Zhasulanovna

Working out of technique of industrial traumatism forecasting at railroad transportation

05.26.01 – labour protection

Dissertation on competition to the degree
of candidate of technical science

SUMMARY

Problem urgency. The safety problem at the industry are among the most significant social and engineering problems of the world civilization.

Practice shows the basic causes of traumatism and breakdown susceptibility are connected with engineering omissions, lacks in work organizations, a wrong estimation of affairs at manufacture, and also not observance of safety precautions, legislative and regulatory legal acts on a labor safety the working more often.

Accidents which connected with road and transport incidents occupy more than 18 % from total number. And that is why decreasing level of a traumatism at a railway transportation is the major scientific problem in the decision of a labor safety.

Used methods of traumatism analysis do not allow to estimate action for the traumatism prevention in details as such indicators as non-failure operation, durability, not working capacity of equipment process and safety of technological processes operation. It's characterized by time parameters which should be defined for a specific goal, therefore definition of industrial traumatism laws at a railway transportation and its realization for the purpose of an industrial traumatism forecasting is an actual scientifically-engineering problem.

The work purpose is researching of accidents laws occurrence at a railway transportation for working out of a technique for decreasing the level of traumatism.

Object of research - railway transportation in the Republic of Kazakhstan.

Research methods. The work is executed with using of theoretical and experimental methods of researches with the analysis of literary, share and patent--information sources, theoretical generalization of results of researches and statistical processing of received information.

The main conclusions and practical results of working out are the following:

1. The quantity of accidents tends increasing almost at 1,6 times, in comparison with other types of transport at JSC «The national company Kazakhstan Temir Zholy».

2. In accordance with deterioration of the industrial equipment and cars (electric motor), influence degree of harmful factors at a traumatism raises.

3. Electric locomotive work reliability during 2005-2008 years by quarters with taking into account a variability of environmental conditions is established. Electric locomotive work reliability has value 0.955 at the first quarter of 2005, and 0,916 at the fourth quarter. At the same time, the given value is 0,730 at the first quarter of 2008, that is, it is de-

creased more than on 30 %. It testifies that the electric locomotive is subject to major repairs.

4. The probability of invalid days by workers of a railway transportation for 2005 year has been 0,023, and only 0,000061 is for 2007 year, that means working conditions deterioration at 2005, so, the more value of probability of invalid days, the above quantity of the injured people.

5. The factor of object safety at a railway transportation is 0,69 for 2005 year, and 0,75 is for 2008, that it is more at 11 %. Thus the professional risk factor tends to decrease, the factor of refusal of an electric locomotive increases that ascertains working conditions deterioration.

6. Frequency factor, factor of losses, risk conditions, an indicator of the traumatism forecast at the basis of weight are influenced at railway transportation work reliability.

7. The indicator of traumatism forecasting is: for 2005 the invalid - 0,000028; lungs - 0,000025; deadly - 0,000012; for 2006 the invalid - 0,000017; lungs - 0,00005; deadly - 0,000011; for 2007 the invalid - 0,000051; lungs - 0,000073; the deadly - 0,000011; for 2008 the invalid - 0,000154; lungs - 0,000456; the deadly - 0,000033, that demands improvement of working conditions.

8. The technique of traumatism decreasing at railway transportation is developed, which define work reliability at a railway transportation and probability of traumatize. It has approbation at JSC «The national company Kazakhstan Temir Zholy» at Karaganda distance of electrical supply.

Inculcation degree

The algorithm which has defined a technique of decreasing a level of traumatism at a railway transportation is worked out.

Inculcation results

The offered materials are used at the enterprise JSC «The national company Kazakhstan Temir Zholy» in Karaganda distance of an electrical supply on which basis verification modes of electric locomotives and the personnel locomotive depot work are specified.

Scope

Electric locomotive works, personnel work on service of electric locomotives, definitions of a dangerous condition and the breakdown susceptibility prevention at railway transportation

The importance of work

Laws of industrial traumatism forecast at railway are offered.

Look-ahead offers on development of object research

The formulas which can be specified for other kinds of accidents at railway transportation as a result of their examination

Подписано в печать 23.10.2010 г. Формат изд. 60x84/16
Бумага «Svetosory». Объем 1,0 у.п.л. Тираж 100 экз.
Отп. в типографии ТОО «Технопринт», г.Караганды, ул. Ермакова, 73.

