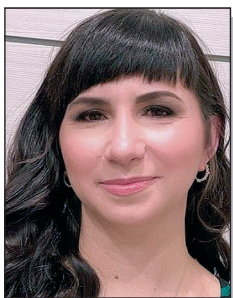


ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ У РАБОТНИКОВ ПУТЕВОГО ХОЗЯЙСТВА, СВЯЗАННЫХ С УСЛОВИЯМИ ТРУДА



О.С. Сачкова



Ю.В. Пименова

В статье изложен комплексный подход в оценке профессионального риска нарушений здоровья работников путевого хозяйства, включающий расчет индивидуального риска развития профессионально-обусловленных патологий и прогноз опасности воздействия профессиональных факторов для здоровья РПХ с изменением стажа и условий работы.

Ключевые слова: работники путевого хозяйства (РПХ), неблагоприятные производственные факторы, профессиональный риск

EDN: UMPRFK

Исследованиям по гигиенической оценке условий труда работников ремонтно-путевого комплекса посвящены научные работы ведущих специалистов ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора д.м.н. Ж.В. Овечкиной, д.м.н., профессора О.И. Копытенковой и др.

Выполнение исследований у данной профессиональной группы рабочих осуществлялось в целях совершенствования актуальной на текущий момент системы управления охраной труда и соблюдения предписаний положений, закрепленных Распоряжением ОАО «РЖД» № 2805р от 29 декабря 2017 года и

Распоряжением ОАО «РЖД» №2796/р от 17 декабря 2020 г., а также в целях повышения эффективности проведения процедуры выявления опасностей и определения значений профессиональных рисков в условиях профессиональной деятельности работников путевого хозяйства (РПХ).

Профессия РПХ считается одной из самых массовых, а также непосредственно связанных с обеспечением бесперебойности и безопасности перемещения грузопассажирских потоков железнодорожным транспортом, поэтому большое значение придается определению весомости и экспозиции каждого из

Сачкова Оксана Сергеевна, доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории коммунальной гигиены и эпидемиологии отдела медико-биологических исследований ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта» (ВНИИЖГ Роспотребнадзора), профессор кафедры «Техносферная безопасность» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: исследования полимерсодержащих материалов для железнодорожного транспорта, гигиеническая сертификация подвижного состава железнодорожного транспорта. Автор более 200 научных работ, в том числе пяти монографий, четырех учебников и восьми учебных пособий. Имеет пять патентов на изобретения.

Пименова Юлия Владимировна, инженер лаборатории коммунальной гигиены и эпидемиологии отдела медико-биологических исследований ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта» (ВНИИЖГ Роспотребнадзора). Область научных интересов: железнодорожная гигиена, охрана труда, железнодорожный транспорт. Автор восьми научных работ.

Кошель Лилиана Николаевна, главный специалист отдела охраны труда проекта акционерного общества «Федеральная пассажирская компания» (АО «ФПК»). Область научных интересов: железнодорожная гигиена, охрана труда, промышленная гигиена и санитария, железнодорожный транспорт. Автор семи научных работ.

профессиональных факторов при анализе риска возникновения всевозможных патологических процессов у данных работников.

Эффективность исследований заключается в:

- возможности составления прогноза неблагоприятных эффектов воздействия вредных производственно-средовых факторов для определения первоочередных, наиболее эффективных, экономически обоснованных и выгодных управленческих решений, гарантирующих увеличение работоспособности и надежности профессиональной функции РПХ;

- применении комплексного подхода для оценки профессионального риска нанесения ущерба здоровью РПХ, направленного на поддержание надежности работников данной профессиональной группы.

Исследования проведены по оценке:

- факторов производственной среды и трудового процесса РПХ;

- расчета величины риска для прогнозирования опасности влияния профессионально обусловленных факторов на здоровье РПХ с изменением стажа и условий работы.

Отметим, что в современных условиях социально-экономическое развитие государства напрямую зависит от увеличения протяженности железных дорог, интенсивности железнодорожного движения и роста численности работников железнодорожного транспорта, обеспечивающих безопасность эксплуатации железных дорог.

Объектом настоящего исследования являются РПХ — одна из наиболее важных профессиональных групп, обеспечивающих безопасность эксплуатации железных дорог. Даже с учетом того, что за последнее десятилетие возросла механизация труда РПХ, условия, в которых работают представители данной профессии, являются «вредными» и характеризуются воздействием целого комплекса отрицательных факторов производственного процесса.

Среди последних особо следует отметить: тяжесть труда; превышающие гигиенические нормативы уровень вибрации (локальной), шума; неблагоприятные метеоусловия (трудовая деятельность на открытых пространствах); загрязненность воздуха рабочей зоны выхлопными газами, образующимися вследствие работы оборудования, инструментов и подвижного состава на дизельной тяге. Указанные факторы крайне негативно влияют на функционирование основных жизненных систем организма, создают дополнительную нагрузку на общее состояние здоровья и работоспособность трудящихся.

Число аварий и инцидентов на железнодорожном транспорте в последние годы заметно сократилось.

Вместе с тем данные происшествия по-прежнему наносят существенный социальный и экономический ущерб.

Характер работы РПХ зачастую не позволяет соблюдать установленный режим труда и отдыха, что влечет за собой снижение профессиональной надежности, увеличение риска развития профессиональной патологии, а также негативные последствия для обеспечения безопасности железнодорожного движения в целом.

Особенности профессии РПХ предъявляют повышенные требования к функциональному состоянию органов и систем, а также к профессионализму лиц, осуществляющих ремонтные работы железнодорожного пути.

Профессиональная надежность РПХ предусматривает, что последние способны в полном объеме выполнять должностные обязанности в рамках отведенного времени, демонстрируя при этом безошибочность действий, а также устойчивость к внешним и внутренним раздражителям. Отсутствие отказов при выполнении отдельных операций и успешное своевременное завершение вверенного технологического процесса в целом, вне зависимости от фактических условий, считается признаком профессиональной надежности не только физических, но и психических функций организма трудящихся.

Сложные условия, в которых работают РПХ, серьезно повышают риск развития отклонений в функционировании различных органов и систем вследствие перенапряжения опорно-двигательного аппарата (далее — ОДА), влияния на центральную (шум) и периферическую (вибрация локальная) нервную системы, с увеличением трудового стажа могут стать триггером для формирования перечня профессиональных (нейросенсорная тугоухость и вибрационная болезнь) и профессионально-обусловленных заболеваний (патология ОДА и ЖКТ, АГ, ИБС и т.д.).

Вероятность воздействия на состояние здоровья, приводящая к производственной травме или профессиональному заболеванию, вследствие негативного влияния факторов производственного и трудового процесса называется профессиональным риском (далее — профриск).

Оценка профриска РПХ, обусловленного специфическими профессионально-производственными факторами, позволяет составить прогноз последствий воздействия рабочей среды на человека и наметить работодателям первоочередные наиболее эффективные, экономически обоснованные и оптимальные управленческие решения, гарантирующие увеличение работоспособности и надежности профессиональной функции РПХ.

Разработаны рекомендации на основе результатов комплексных исследований по оценке и обоснован алгоритм прогнозирования профессионального риска для профессиональной группы РПХ. Для расчетов использованы ведущие профессиональные факторы, дельта которых в качественном и количественном выражении сопоставима с показателями здоровья РПХ и способна влиять на их профнадежность.

Проведенные исследования позволили обосновать одновременное применение комплексного подхода и математического инструментария для оценки профессионального риска снижения (утраты) здоровья и/или профессиональной работоспособности РПХ с целью поддержания профессиональной надежности группы путевых работников.

Важным результатом работы стала возможность четкого разграничения индивидуальных факторов профессионального риска и определения укрупненных возрастно-стажевых групп РПХ, которым характерна высокая вероятность нарушения состояния здоровья. Результаты исследований позволяют дифференцировано планировать меры профилактики нарушений здоровья, что будет способствовать сохранению высокого уровня работоспособности и профессиональной надежности РПХ.

Исследование профессионального риска РПХ проводилось в несколько этапов. В начале исследования проведен анализ факторов производственной среды и организации трудового процесса. Выполнен анализ материалов, полученных в результате изучения условий труда РПХ, в том числе результатов действующей на текущий момент специальной оценки условий труда (далее — спецоценки) и производственного контроля состояния рабочих мест.

Количественная оценка индивидуального риска для различных веществ химического происхождения не проводилась для профессиональной группы РПХ. Это связано с особыми условиями, в которых РПХ выполняют должностные обязанности: ремонт железнодорожного полотна производится на открытых площадках, где движение воздушных масс обеспечивает снижение концентрации минеральных масел и бензина, поступающих в зону дыхания работников от машин и механизмов. Результаты спецоценки (ПДК указанных химических веществ находятся в пределах гигиенических нормативов) характеризуют вредность показателя химического загрязнения как «допустимую» [2].

Также выполнен расчет индивидуального риска возникновения и развития патологий, имеющих производственно-обусловленную этиологию, в группе РПХ.

Для оценки профессионального риска, формирующегося под влиянием физических факторов рабочей среды и организации трудового процесса использованы стандартные данные, полученные по результатам санитарно-гигиенических измерений параметров звуковой нагрузки, локальной вибрации, фактических климатических факторов и др. Измерения и установление классов условий труда РПХ проведены в соответствии с рекомендациями, приведенными литературными источниками [2].

В качестве наиболее значимых физических факторов рабочей среды у РПХ рассмотрены вибрация (локальная), звуковая нагрузка и микроклимат.

По параметрам вибрации определены:

- эквивалентный скорректированный уровень вибрации (локальной) по оси X 136,9 дБ ($136,9 \pm 0,67$) дБ, $K=2$ ($p=0,95$); расширенная неопределенность эквивалентного скорректированного уровня по оси X при доверительной вероятности $P=0,95$ с коэффициентом охвата K равным 2 — 0,67; эквивалентный скорректированный уровень по оси Y 135,4 дБ ($135,4 \pm 0,70$) дБ, $K=2$ ($p=0,95$); расширенная неопределенность эквивалентного скорректированного уровня по оси Y при доверительной вероятности $P=0,95$ с коэффициентом охвата K равным 2 — 0,70; эквивалентный скорректированный уровень по оси Z 134,0 дБ ($134,0 \pm 1,18$) дБ, $K=2$ ($p=0,95$); расширенная неопределенность эквивалентного скорректированного уровня по оси Z при доверительной вероятности $P=0,95$ с коэффициентом охвата K равным 2 — 1,18.

Итоговый класс условий труда РПХ, установленный по результатам гигиенических измерений — 3.4.

По параметрам звуковой нагрузки определены:

- эквивалентный уровень звуковой нагрузки за восьмичасовой рабочий день 96,0 дБ ($96,0 \pm 2,4$) дБ, $K=2$ ($p=0,95$); расширенная неопределенность при доверительной вероятности $P=0,95$ с коэффициентом охвата K равным 2 — 2,4 (норматив 80 дБА).

По параметрам звуковой нагрузки РПХ установлен класс условий труда — 3.2.

По микроклиматическим параметрам установлено:

- метеорологические факторы на открытых рабочих территориях отличны в зависимости от сезона года и климатических зон, где производятся работы и могут находиться в диапазоне от класса 3.1 до класса 3.2.

Тяжесть труда и его напряженность оценивались с учетом факторов, представленных на рис. 1.

Результаты значений, полученные при оценке указанных факторов, позволили установить, что класс условий труда РПХ по фактору тяжесть труда = 3.2 (вредные), по напряженности труда = 1 (оптимальные).

Составив табл. 1, авторы получили количественную оценку (в усл. ед.) фактических условий труда исследуемой профессиональной группы (РПХ).

На основании количественной оценки условий труда РПХ установлен интегральный уровень профессионального воздействия (далее — ИУПВ), используя который оценили профессиональный риск отдельно взятого представителя профессиональной группы РПХ.

Информация о степени влияния наиболее значимых факторов производственной среды РПХ представлена в табл. 2.

Для расчета ИУПВ применили возрастные коэффициенты K_{age} , полученные на основании информации о хронических патологиях, присущих группам РПХ разного возраста и данных о степени их распространенности среди путевых работников. В табл. 3 учтен коэффициент K_{age} для тех классов заболеваний, кото-



Рис. 1. Факторы трудового процесса, учтенные при оценке напряженности и тяжести труда РПХ

Таблица 1

Принципы оценки условий труда РПХ, усл. ед.

Класс условий труда	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Условные единицы	0	1	2	3	4	5

Таблица 2

Результаты оценки условий труда монтера пути, усл. ед.

Наименование фактора	Класс (подкласс) условий труда	Оценка в условных единицах
Локальная вибрация	3.4	4
Шум	3.2	2
Климатические условия	3.2	2
Загрязнение воздуха рабочей зоны	2	0
Тяжесть трудового процесса	3.2	2
Напряженность трудового процесса	1	0

рые имеют наибольший удельный вес и занимают лидирующие позиции в исследуемой группе.

Для расчета интегрального воздействия вредных факторов производственной среды используем формулу:

$$K_{integr} = (F_1 t_1 + F_2 t_2 + \dots + F_n t_n) \cdot K_{age} \quad (1)$$

где K_{integr} — коэффициент интегрального воздействия факторов, обусловленных профессиональной средой, на отдельно взятого участника профессиональной группы РПХ, усл. ед.;

$F_1, F_2, \dots, F_n$ — уровень или степень воздействия отдельного фактора, обусловленного профессиональной средой, усл. ед.;

K_{age} — возрастной коэффициент;

$t_1, t_2, \dots, t_n$ — непрерывный рабочий стаж отдельного участника профессиональной группы РПХ (исчисленный в годах и/или годах и их долях).

В профессиональной группе работников ремонтно-путевого комплекса ведущими системами организма человека, считающимися «мишенями» для неблагоприятных факторов производственной среды, являются нервная, сердечно-сосудистая и костно-мышечная системы. Исходя из этого было составлено сочетание факторов профессионального риска и риска возникновения патологий для группы РПХ (см. рис. 2), на основании которого получен K_{integr} .

На завершающем этапе исследования установлено количественное соотношение между величиной воздействия вредных факторов производственной среды (экспозицией) и интенсивностью проявления (степенью выраженности) неблагоприятного эффекта от воздействия изучаемых факторов.

Используя корреляционно-регрессионный анализ, установим величину риска

$$[y = a_0 + a_1 x],$$

где $[y]$ — величина риска, требующая вычисления.

Важно, чтобы при составлении достоверного прогноза опасности воздействия профессиональных факторов на состояние здоровья РПХ соблюдалось условие — зависимость величины риска $[y]$ от меняющихся факториальных признаков $[K_{integr} - x]$. Факториальные признаки $[K_{integr} - x]$, использованные при составлении прогноза, варьировались в зависимости от изменения рабочего стажа РПХ и условий их работы (табл. 4).

Оценка корреляции между нарушениями здоровья и условиями работы по величине относительного риска RR выполнена в соответствии с полученными расчетными данными и табл. 5, характеризующей количественные показатели риска снижения или утраты профессиональной трудоспособности. В табл. 6 отображены результаты оценки.

Таблица 3

Возрастные коэффициенты K_{age} для расчета риска развития хронических заболеваний в группе РПХ

Класс заболеваний (болезней)	Возрастные группы (лет)			
	До 39	40–49 *	50 и выше	Уравнение регрессии: $y=f(x)$, где y — возрастной коэффициент; x — возраст (лет)
Все болезни	0,66	1	1,29	$y=0,02x+0,132; R^2=0,94$
Болезни нервной системы (нейросенсорная тугоухость)	0,55	1	1,05	$y=0,175x+0,138; R^2=0,87$
Болезни сердечно-сосудистой системы	0,45	1	1,45	$y=0,03x+0,34; R^2=0,97$
Болезни ОДА и периферической нервной системы (вибрационная болезнь)	0,92	1	1,07	$y=0,005x-0,794; R^2=0,84$

* — заболеваемость, характерная для возрастной группы 40–49 лет, была принята за единицу.



Рис. 2. Ведущие функциональные системы организма, испытывающие воздействие неблагоприятных условий труда в группе РПХ

Таблица 4

Результаты расчета K_{integr} монтера пути, усл. ед.

Фактор	Оценка	Стаж работы						
		10	15	20	25	30	35	40
Нейросенсорная тугоухость	6	33	90	139	150	189	220	252
Вибрационная болезнь	9	82	140	183	229	294	345	398
Патология сердечно-сосудистой системы	8	36	72	122	196	240	406	464

Таблица 5

Особенности относительного риска RR нарушений здоровья, обусловленного неблагоприятными условиями работы

Показатель	Условные единицы					
ИУВП	135	136–156	157–210	211–263	264–316	317 и выше
Величина риска	$0 < RR \leq 1$	$1 < RR \leq 1,5$	$1,5 < RR \leq 2$	$2 < RR \leq 5$	$3,2 < RR \leq 5$	$RR > 5$
Этиологическая доля фактора	$EF=0$	$EF < 33\%$	$EF=33-55\%$	$EF=51-66\%$	$EF=67-80\%$	$EF=81-100\%$
Качественная характеристика	Нулевая	Малая	Средняя	Высокая	Очень высокая	Почти полная

Таблица 6

**Результаты анализа риска снижения и/или утраты
профессиональной трудоспособности монтеров пути**

Фактор	Стаж работы, лет						
	10	15	20	25	30	35	40
Нейросенсорная тугоухость	Низкая вероятность		Вероятность 33%		Вероятность до 55%	Вероятность до 80%	
Вибрационная болезнь	Низкая вероятность	Вероятность 33%	Вероятность до 55%	Вероятность до 80%		Вероятность 100%	
Патология сердечно-сосудистой системы	Низкая вероятность			55%	Вероятность до 80%	Вероятность 100%	

Заключение

Установлено, что признаки вибрационной болезни у РПХ с вероятностью 33% появятся через 15 лет стажа работы в анализируемых условиях труда. У лиц, склонных к вегетососудистой дистонии, признаки вибрационной болезни могут появиться в более ранние сроки. При стаже 20 лет вероятность формирования вибрационной болезни составит 55%, после 25 лет воздействия вероятность составит 80%. Работа в течение 35 лет и больше с вероятностью 100% закончится тяжелой формой вибрационной болезни.

Проявления нейросенсорной тугоухости могут быть зарегистрированы на рубеже 20-летнего стажа. На протяжении увеличения стажа работы до 35 лет вероятность проявления нейросенсорной тугоухости увеличивается до 80%.

После 25 лет стажа у РПХ с вероятностью более 50% будут возникать проблемы с сердечно-сосудистой системой. При стаже более 35 лет вероятность патологии сердечно-сосудистой системы составляет 100%.

Предприятиям железнодорожного транспорта, занимающимся ремонтом и текущим содержанием железнодорожного пути (Центральной дирекции инфраструктуры, Центральной дирекции по ремонту пути), рекомендуется проводить профилактические мероприятия по оздоровлению условий труда РПХ и соблюдению требований промышленной гигиены и санитарии.



Литература

1. Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки : утверждены. Главным государственным санитарным врачом РФ 24.06.2003 : [сайт]. - URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=364401&ysclid=m03ijwsyr733992177> (дата обращения: 21.08.2024). - Текст : электронный.
2. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда : утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2005 : [сайт]. - URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=92758&ysclid=m03icf0uum377558426> (дата обращения: 21.08.2024). - Текст : электронный.
3. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду : (утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004 : [сайт]. - URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=85628&ysclid=m03ikmnr85876414860> (дата обращения: 21.08.2024). - Текст : электронный.
4. МосМР 2.1.9.004-03. Критерии оценки риска для здоровья населения приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду : утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 10 ноября 1997 года № 25 и Главного государственного инспектора РФ по охране природы от 10 ноября 1997 года № 03-19/24-3483 : [сайт]. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/420276-120?marker> (дата обращения: 21.08.2024). - Текст : электронный.

