

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗУ ВЕРОЯТНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПАТОЛОГИИ, ОГРАНИЧИВАЮЩЕЙ ТРУДОСПОСОБНОСТЬ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СТАЖА

Предлагаемый подход позволяет давать обобщенную оценку риска формирования утраты здоровья группы работающих в определенных условиях труда на протяжении различного периода времени и индивидуальную оценку риска у работающего с различным профессиональным маршрутом. На этапе апробации методика дает возможность определить качества учета факторов, приводящих к ограничению трудоспособности.

Ключевые слова: условия труда; стаж работы; трудоспособность; риск здоровью; производственно-обусловленная патология

EDN: GCGOSG



Л.А. Леванчук



Е.Н. Дубровская

По данным статистики в 2022 г. в России каждый третий работник осуществляет свою трудовую деятельность в условиях, не соответствующих санитарно-гигиеническим нормам¹. В возрастной группе за 10 лет до достижения пенсионного возраста почти 70% работающего населения России имеют хроническую патологию, при этом 42% мужчин и 15% женщин не доживают до выхода на пенсию^{2,3} [1;2]. В среднем 30% ежегодно умирающих россиян — это граждане в трудоспособном возрасте⁴ [3]. Последствия заболеваемости, инвалидности и преждевременной смертности работающего населения снижают качество жизни и отражаются на социальных и экономических условиях жизни работающего населения [4;5].

Результаты анализа литературы в области управления рисками позволили установить, что наиболее эффективным является управление факторами, определяющими риск [6]. Меры по коррекции управляемых факторов риска в течение 6 лет позволяют на треть сократить продолжительность временной нетрудоспособности, за период до 15 лет позволяют снизить преждевременную смертность до 60%⁵.

В настоящее время в качестве важнейшей задачи, согласно Указа Президента Российской Федерации⁶, определены сбережение народа страны и развитие человеческого потенциала. Старение населения, с которым столкнулось человечество, перед системой здравоохранения ставит задачу сохранения активного

Леванчук Леонид Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Техносферная и экологическая безопасность» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС). Область научных интересов: охрана труда, организация риск-ориентированного контроля безопасности производственной деятельности. Автор 35 научных работ, в том числе двух монографий. Имеет четыре патента и пять свидетельств на программы для ЭВМ и базы данных.

Дубровская Екатерина Николаевна, научный сотрудник отделения изучения электромагнитных излучений отдела физических факторов, ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора. Область научных интересов: гигиеническая безопасность (организация риск ориентированного контроля физических факторов окружающей среды). Автор 55 научных работ, в том числе одной монографии. Имеет восемь патентов на изобретения.

Копытенкова Ольга Ивановна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры «Техносферная и экологическая безопасность» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС), главный научный сотрудник ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора. Область научных интересов: гигиеническая оценка условий труда, оценка риска здоровью населения. Автор 167 научных работ, в том числе шести монографий и девяти методических рекомендаций. Имеет восемь патентов и 10 свидетельств на программы для ЭВМ и базы данных.

долголетия для обеспечения удовлетворительного качества жизни. Активное долголетие является важным социальным и экономическим преимуществом общества. Для сохранения активного долголетия необходимо проводить и реализовать научные разработки, основанные на лучших мировых и отечественных достижениях [7–9]. Понимание недостижимости безвредности существующих условий труда для здоровья работающего человека требует обоснования и разработки методов прогноза вероятности формирования патологии, ограничивающей трудоспособность, в зависимости от продолжительности стажа в различных условиях труда⁷ [10]. Научным сообществом на современном этапе сформулированы основы анализа риска здоровью, разработана процедура оценки риска, а также методы оценки риска [11–16].

Значимыми российскими научными достижениями являются количественная оценка неканцерогенных рисков здоровью; учет не только вероятности, но и тяжести негативных изменений состояния здоровья человека; распространение методологии оценки риска воздействия факторов среды обитания на условия труда; предложена идея нарастания риска при увеличении интенсивности и времени экспозиции [20]. Предложенный подход позволяет при заданных сценариях экспозиции различного сочетания вредных факторов прогнозировать риск здоровью работающих для обоснования своевременного решения комплекса задач, направленных на сохранение их здоровья.

Современное состояние и прогноз демографических изменений в России характеризуется следующим образом: снижением рождаемости; повышением средней продолжительности жизни; повышением удельного веса старших возрастных групп населения. Такой демографический показатель как медианный возраст, делящий население на две равные части — моложе и старше данного возраста, по оценкам ООН в России с 24 лет в середине XX века повысился до 38 лет в

2010-2015 годы. По прогнозу до 2040 г. может достичь 44 лет⁸. Демографический прогноз до 2046 г. по данным Росстата, на основе результатов Всероссийской переписи населения 2021 г., учета демографических тенденций и реализуемых национальных проектов и федеральных программ, направленных на поддержку различных социальных групп населения, указывает на то, что доля населения старше трудоспособного возраста вырастет с 24,5 % в 2023 г. до 26,9 % в 2045 году, к 2050 г. число лиц старше 60 лет составит 31,3 % населения страны⁹.

Таким образом, в связи с увеличением числа лиц старших возрастных групп, снижением доли населения трудоспособного возраста, необходимостью сохранения трудоспособности работающего населения и наличием общих методических подходов к оценке риска здоровью населения перспективным направлением исследований можно считать обоснование методических подходов для определения риска развития патологических состояний, ограничивающих трудоспособность лиц, работающих в различных условиях труда в процессе увеличения продолжительности стажа их работы.

Цель работы — разработка методического подхода к прогнозу вероятности формирования патологии, ограничивающей трудоспособность, в зависимости от продолжительности стажа в различных условиях труда.

Материалы и методы

Обоснование подхода к прогнозу вероятности формирования патологии, ограничивающей трудоспособность, в зависимости от продолжительности стажа в различных условиях труда выполнено в процессе анализа и обобщения опубликованных нормативно-методических документов и результатов научных исследований, содержащих информацию о влиянии факторов рабочей среды и трудового процесса на здо-

¹ Труд и занятость в России. 2023: Стат.сб./Росстат Т78 М., 2023. 180 с. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Trud_2023.pdf.

² Щепин О.П. Здоровье населения региона и приоритеты здравоохранения. Медика - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 384 с.

³ Занятость и безработица в Российской Федерации в 2023. URL: https://rosstat.gov.ru/labour_force.

⁴ Максимова Т.М. Состояние здоровья и проблемы медицинского обслуживания российского населения // Демографические перспективы России и задачи демографической политики. Материалы научно-практической конференции 6-8 апреля 2021 года. М. 2021. Вып. 2. С. 51-65.

⁵ Методические материалы «Корпоративные модельные программы «Укрепление здоровья работающих». - Екатеринбург: ГАУЗ СО «Центр общественного здоровья и медицинской профилактики», 2023. 97 с.

⁶ Указ Президента Российской Федерации от 02.07.2021 г. № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации».

⁷ Прогноз трудового долголетия. Альманах «Геронтология и гериатрия» (Российский научно-исследовательский институт геронтологии Минздрава РФ). М., 2004. Вып. 3. С. 14-17.

⁸ United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision, DVD Edition. POP/DB/WPP/Rev.2017/POP/F05.

⁹ Официальная статистика. Население. Демография. Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781>.

ровые работающих, а также практики оценки риска утраты здоровья в результате производственной деятельности.

Исследования проведены на примере работников локомотивных бригад, управляющих локомотивами на электрической и дизельной тяге, новых моделей (до 10 лет) и моделей, прошедших капитально-восстановительный ремонт (более 25 лет). Сформированы 4 группы условий труда, характеризующихся одинаковым набором неблагоприятных производственных факторов, но различной интенсивностью их воздействия. Характеристика условий труда работников локомотивных бригад проведена на основе действующей нормативной документации^{10,11,12}.

Изучение отдельных видов риска неизбежно приводит к фрагментарным оценкам. Перспективным направлением совершенствования процесса изучения риска утраты трудоспособности является применение комплексного подхода к определению показателя риска, включающего гигиенические, психофизиологические критерии и медико-статистические критерии производственно-обусловленных заболеваний.

В качестве приоритетных физических факторов рабочей среды работников локомотивных бригад (РЛБ) определены уровни шума, общей вибрации, микроклиматические условия в кабине локомотива. Приоритетными показателями тяжести труда определены: рабочая поза, количество стереотипных рабочих движений за смену, статическая нагрузка усилий, прилагаемых к педалям и рычагам, а также физические нагрузки при выполнении отдельных ремонтных работ. Напряженность труда оценивали по эмоциональным, интеллектуальным, сенсорным нагрузкам, режиму труда и монотонности нагрузок. Химическое загрязнение воздуха рабочей зоны учитывали только для рабочего процесса на тепловозах (локомотивы на дизельной тяге). Для детального анализа риска развития производственно-обусловленной патологии в зависимости от стажа работы у РЛБ проведена сравнительная оценка риска развития основных нозологических форм у работников, обслуживающих новые локомотивы и длительно эксплуатируемые локомотивы, прошедшие капитально-восстановительный ремонт на электрической и дизельной тяге.

Для детального изучения и определения динамики показателя риска здоровью работников локомотивных бригад за основу принят методический подход, изложенный в МР 2.2.0085-14¹³. Расчеты проведены для работников, осуществляющих трудовую деятельность в определенных условиях на протяжении рабочего стажа различной продолжительности с интервалом 5 лет. Определяли интегральный уровень профессионального воздействия (ИУПВ), который выражен количественно в условных единицах (для воздействия физических факторов, загрязнения воздуха рабочей зоны и факторов трудового процесса класс условий труда оценивали в условных единицах: 2-й класс «допустимый» — 0 усл. ед.; классы 3.1 «вредный первой степени» — 1 усл. ед.; 3.2 «вредный второй степени» — 2 усл. ед., 3.3 — «вредный третьей степени» 3 усл. ед.). Дополнительно учитывали возрастные коэффициенты, приведенные в вышеуказанных методических рекомендациях.

Статистическая обработка выполнена в пакете прикладных лицензионных программ Statistica 10.0. Статистически значимым принимался уровень различий при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования

Результаты анализа литературных источников указывают на то, что в качестве одной из основных причин незанятости трудовой деятельностью мужчины в возрасте 55–59 лет, указывают «плохое здоровье». Доля таких лиц среди мужчин в этой возрастной группе составляет 15,4% [17]. Анализ субъективных оценок здоровья показал, что в возрастной группе 60–64 года свое здоровье как «плохое» оценивают 37,1% мужчин. В возрастной группе 55–59 лет в структуре патологических состояний на первом месте указана патология опорно-двигательного аппарата, на втором и третьем месте — заболевания сердечно-сосудистой и дыхательной систем соответственно. В возрастной группе 60–64 года на первое место выходит патология сердечно-сосудистой системы.

Результаты оценки условий труда РЛБ позволили установить, что в процессе специальной оценки условий труда, идентификации подлежит ограниченный перечень факторов рабочей среды, что отражается на

¹⁰ Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

¹¹ Приложение № 1 к приказу Минтруда России от 24 января 2014 г. №33н «Методика проведения специальной оценки условий труда».

¹² СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

¹³ МР 2.2.0085-14 «Оценка и прогноз профессиональной надежности и профессионального риска водителей различных автотранспортных средств».

Таблица 1

**Характеристика условий труда РЛБ,
эксплуатирующих новые локомотивы и локомотивы с длительным сроком
эксплуатации на электрической и дизельной тяге**

Факторы и показатели производственной среды	ПДК, ПДУ	Фактические величины				Класс условий труда			
		Тепловозы		Электровозы		Тепловозы		Электровозы	
		ТПКР*	НТ**	ЭПКР***	ЭН****	ТПКР	НТ	ЭПКР	НЭ
СО	5	0,78	0,65	—	—	2	2	—	—
NO ₂	0,2	2,20	1,04	—	—	3,2	3,1	—	—
Соединения тяжелых металлов (сумма)	0,01	1,09	0,92	—	—	3,2	3,1	—	—
ПАУ	0,001	0,01	0,01	—	—	3,2	3,2	—	—
Итоговая оценка фактора:						3,2	3,2	Не характерно	
Шум, дБА, дБ	80	89	85	86	81	3,2	3,1	3,2	3,1
Инфразвук, дБ	110	100	102	101	101	2	2	2	2
Вибрация общая, дБ, Z ₀	115	122	119	121	117	3,2	3,1	3,2	3,1
Вибрация общая, дБ, X ₀ , Y ₀	112	118	115	115	113	3,2	3,1	3,1	3,1
Температура воздуха, °С:									
В летний период	20–22	28–35	25–30	28–32	25–31	3,1	3,1	3,1	3,1
В зимний период	16–18	8–12	13–15	12–16	12–16	3,1	3,1	3,1	3,1
Скорость движения воздуха, м/с	0,3	0,8	0,5	0,5	0,5	3,1	3,1	3,1	3,1
Итоговая оценка фактора:						3,1	3,1	3,1	3,1
Тяжесть трудового процесса						3,1	3,1	3,1	3,1
Напряженность трудового процесса						3,2	3,2	3,2	3,2

*ТПКР — тепловозы, подвергавшиеся капитальному ремонту (локомотивы на дизельной тяге).

**НТ — новые тепловозы (локомотивы на дизельной тяге).

***ЭПКР — электровозы, подвергавшиеся капитальному ремонту.

****НЭ — новые электровозы (локомотивы на электрической тяге).

полноте информации и достоверности гигиенической характеристики условий труда. Учет не всех факторов рабочей среды в процессе трудовой деятельности снижает качество оценки риска здоровью работающих.

Результаты оценки условий труда РЛБ, работающих на локомотивах с электрической и дизельной тягой приведены в табл. 1. В ней представлены усредненные результаты измерения и результаты гигиенической оценки химического загрязнения воздуха рабочей зоны РЛБ локомотивов на дизельной тяге; шума, инфразвука и общей вибрации, а также метеорологических факторов в теплый и холодный периоды года; факторов производственного процесса на локомотивах с различным видом тяги и сроком эксплуатации. Результаты оценки факторов рабочей среды и трудового процесса использованы в дальнейшем для расчета величины показателя риска утраты здоровья РЛБ.

Известно, что производственно-обусловленные заболевания формируются у лиц, подвергающихся воздействию неблагоприятных факторов в более молодом возрасте, по сравнению с неэкспонированными работниками, характеризуются более высокой частотой встречаемости и более тяжелым течением заболевания. Возможность проведения исследований, посвященных влиянию условий труда на показатели заболеваемости, смертности и продолжительности жизни работающих, в России крайне ограничена в связи с действием законодательства¹⁴. В связи с этим существующие аналитические данные являются одним из источников информации. Установлено, что по средним многолетним данным у РЛБ профессиональные заболевания составляют около 40% от всех зарегистрированных случаев в железнодорожной отрасли. Две трети регистрируемой в железнодорожной отрасли профессиональной патологии составляет нейросенсорная тугоухость (НСТ). Вибрационная болезнь у РЛБ составляет 9% от числа зарегистрированных профессиональных заболеваний. Доля заболеваний периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата составляет по 7%. Предвестником проявления НСТ являются симптомы «шумовой болезни», выраженные патологическим состоянием сердечно-сосудистой системы (ССС)¹⁵. Выявление патологии НСТ и СССР при ежегодных периодических медицинских осмотрах РЛБ сопровождается отстранением от профессиональной деятельности, связанной с управлением железнодорожным

транспортным средством. Отстранение от работы в результате выявления случаев патологических состояний в СССР у РЛБ составляет 0,9% в возрастной группе 40–49 лет, и 1,8% (в два раза больше) в возрастной группе 50 лет и старше [18].

В последние годы стабильно высоким остается число выявленных профессиональных заболеваний в локомотивном хозяйстве: 2021 г. — 32, что составляет 59,4% от общего числа зарегистрированных заболеваний в ОАО «РЖД» (2019 г. — 56,4%, 2018 г. — 72,4%; 2017 г. — 64,0%). В среднем по Российской Федерации профессиональная заболеваемость составляет $1,17 \pm 0,08$ случаев на 10 тыс. работающих. В ОАО «РЖД» ежегодно регистрируется — $1,28 \pm 0,12$ профессиональных заболеваний на 10 тыс. работающих; среди РЛБ ОАО «РЖД» — $3,1 \pm 0,09$ на 10 тыс. работающих, т.е. в 2,6 раза больше чем в РФ и в 2,4 раза больше чем в среднем на объектах ОАО «РЖД». В структуре профессиональных болезней регистрировались следующие нозологические формы: нейросенсорная тугоухость, вибрационная болезнь, заболевания опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы (ОДА и ПНС).

В табл. 2 приведена информация о влиянии комплекса факторов производственной среды на органы и системы организма работающего.

Для определения риска развития наиболее часто регистрируемой патологии у РЛБ расчет показателя интегрального воздействия профессиональных факторов $R_{\text{интегр}}$ проведен в соответствии с интенсивностью их воздействия в процессе трудовой деятельности (1):

$$R_{\text{интегр}} = (I_1 T_1 + I_2 T_2 + \dots + I_i T_i) \cdot V_{\text{возвр}}, \quad (1)$$

где $R_{\text{интегр}}$ — показатель интегрального воздействия профессиональных факторов, усл. ед.;

$I_1, I_2, \dots, I_i$ — интенсивность воздействия фактора, усл. ед.;

$T_1, T_2, \dots, T_i$ — стаж работы (в годах) интервал 5 лет.

$V_{\text{возвр}}$ — коэффициент для учета влияния возрастных изменений.

Ниже даны формулы для определения коэффициента «В».

Для определения возрастного коэффициента для патологии сердечно-сосудистой системы:

$$B = -3,09505 + 0,09093 \times X, \quad R^2 = 0,97,$$

¹⁴ Федеральный закон «О персональных данных» от 27.07.2006 № 152-ФЗ.

¹⁵ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия на железнодорожном транспорте в 2022 году. Государственный доклад. 2023. 84 с.

Таблица 2

**Комплекс факторов, оказывающих влияние на формирование
патологических процессов в организме работающих**

Вид патологии	Факторы рабочей среды и трудового процесса
Нейросенсорная тугоухость	Шум, инфразвук, вибрация, напряженность трудового процесса, свинец, тяжелые металлы, оксид углерода, бензол (токсическое действие)
Вибрационная болезнь	Вибрация, охлаждающие климатические условия, тяжесть трудового процесса
Патология опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы	Тяжесть трудового процесса, охлаждающие климатические условия, вибрация, непогашенное ускорение
Сердечно-сосудистая система	Напряженность трудового процесса, шум, вибрация, охлаждающие климатические условия, оксид углерода, тяжелые металлы, полициклические ароматические углеводороды

где B — возрастной коэффициент для расчета $P_{\text{интегр}}$ для патологии ССС; X — возраст работающего.

Для определения возрастного коэффициента развития нейросенсорной тугоухости:

$$B = -2,03637 + 0,06335 \times X, R^2 = 0,825.$$

Определение показателей интегрального воздействия профессиональных факторов для РЛБ с различным стажем работы в профессии (начало самостоятельной работы в возрасте 25 лет) позволило разработать уравнения регрессии для прогнозирования риска нейросенсорной тугоухости, патологии ССС, патологии опорно-двигательного аппарата, а также общего заболевания, приводящего к ограничению профессиональной деятельности (табл. 3).

На рисунках представлены графики, отражающие динамику показателей риска развития нейросенсорной тугоухости (рис.1), патологии ССС (рис.2), патологии костно-мышечной системы (рис.3) и общего заболевания, приводящего к ограничению профессиональной деятельности (рис.4) у РЛБ в сравнении с неэкспонированными (работающих в «допустимых» условиях труда).

Обсуждение

На основании анализа полученных результатов и сопоставления их с реальными статистическими данными о регистрации изучаемых патологических состояний нами создана обобщающая таблица для оценки риска утраты здоровья при выполнении работы в условиях, не соответствующих гигиеническим нормативам (табл. 4).

Риск развития патологического состояния (интегральный уровень профессионального воздействия,

условные единицы) у работающих, в соответствии с величиной расчетного показателя до 135 усл. ед. не оказывает существенного влияния на показатели заболеваемости работающих. Показатель в пределах 136–156 усл. ед. способствует увеличению частоты неспецифических заболеваний. Показатель в пределах 157–316 усл. ед. приводит к формированию производственно обусловленных заболеваний с различной степенью вероятности от «средней» (55%) до «очень высокой» (80%), более 317 усл. ед. — к формированию профессиональных заболеваний.

Полученные результаты корректно отражают реальную ситуацию с регистрацией анализируемых патологических состояний среди РЛБ, за исключением патологии костно-мышечной системы. Это указывает на наличие фактора рабочей среды, который не контролируется при гигиенической оценке и не был включен в анализ. Ранее сообщалось о наличии такого фактора производственной среды у работников транспортной отрасли. Это воздействие непогашенного ускорения при движении транспортного средства (локомотив, автомобиль, судно и др.). Для измерения непогашенного ускорения используют комплекс виброизмерительной аппаратуры «Аксиома» производства АО «Фирма ТВЕМА». Непогашенное ускорение представляет собой ускорение, которое возникает при наборе скорости и торможении транспортного средства, при прохождении кривых участков пути и поворотах, качании рабочего места при движении транспортного средства. Непогашенное ускорение рассматривается только как фактор, влияющий на «комфортность» условий для пассажиров, эксплуатационные характеристики верхнего строения пути и состояния транспортных средств. При этом оценка

Таблица 3

**Уравнения регрессии для прогнозирования риска развития
производственно-обусловленной
и профессиональной патологии у РЛБ**

Патология и тип воздействия	Уравнение регрессии: $y=f(x)$, где y – интегральный уровень профессионального воздействия (ИУПВ); x – стаж (лет)
Работники на локомотивах на электрической тяге	
Нейросенсорная тугоухость	
Группа 1*	$y=35,411x-23,571; R^2=0,98$
Группа 2**	$y=29,221x-18,086; R^2=0,98$
Неэкспонированные	$y=1,5952x^2+2,2381x-1,1; R^2=0,97$
Сердечно-сосудистой системы	
Группа 1	$y=4,9792x^2+18,979x-12,75; R^2=0,98$
Группа 2	$y=4,4018x^2+14,955x-8,0357; R^2=0,97$
Неэкспонированные	$y=2,1369x^2+0,1726x+0,2143; R^2=0,97$
Костно-мышечной системы	
Группа 1	$y=-0,4881x^2+26,769x-19,971; R^2=0,98$
Группа 2	$y=-0,9405x^2+28,174x-20,543; R^2=0,97$
Неэкспонированные	$y=0,6488x^2+8,3131x-11,357; R^2=0,95$
Общие заболевания	
Группа 1	$y=1,9524x^2+43,524x-29,143; R^2=0,97$
Группа 2	$y=1,906x^2+36,156x-21,257; R^2=0,97$
Неэкспонированные	$y=1,3702x^2+3,6702x+0,3857; R^2=0,98$
Группа 1* – РЛБ, эксплуатирующие новые локомотивы на электрической тяге; Группа 2** – РЛБ, эксплуатирующие локомотивы на электрической тяге после капитального ремонта.	
Работники на локомотивах на дизельной тяге	
Нейросенсорная тугоухость	
Группа 3***	$y=41,614x-29,086; R^2=0,98$
Группа 4****	$y=35,411x-23,571; R^2=0,98$
Неэкспонированные	$y=1,5952x^2+2,2381x-1,1; R^2=0,97$
Сердечно-сосудистой системы	
Группа 3	$y=5,5565x^2+23,003x-17,464; R^2=0,98$
Группа 4	$y=4,9804x^2+18,977x-12,75; R^2=0,98$
Неэкспонированные	$y=2,1369x^2+0,1726x+0,2143; R^2=0,97$
Костно-мышечной системы	
Группа 3	$y=-0,6893x^2+34,546x-27,9; R^2=0,98$
Группа 4	$y=-0,4881x^2+26,769x-19,971; R^2=0,98$
Неэкспонированные	$y=0,6488x^2+8,3131x-11,357; R^2=0,95$
Общие заболевания	
Группа 3	$y=66,896x-61,043; R^2=0,97$
Группа 4	$y=59,143x-52,571; R^2=0,97$
Неэкспонированные	$y=1,3702x^2+3,6702x+0,3857; R^2=0,98$
Группа 3 – РЛБ, эксплуатирующие новые локомотивы на дизельной тяге. *Группа 4 – РЛБ, эксплуатирующие локомотивы на дизельной тяге после капитального ремонта.	

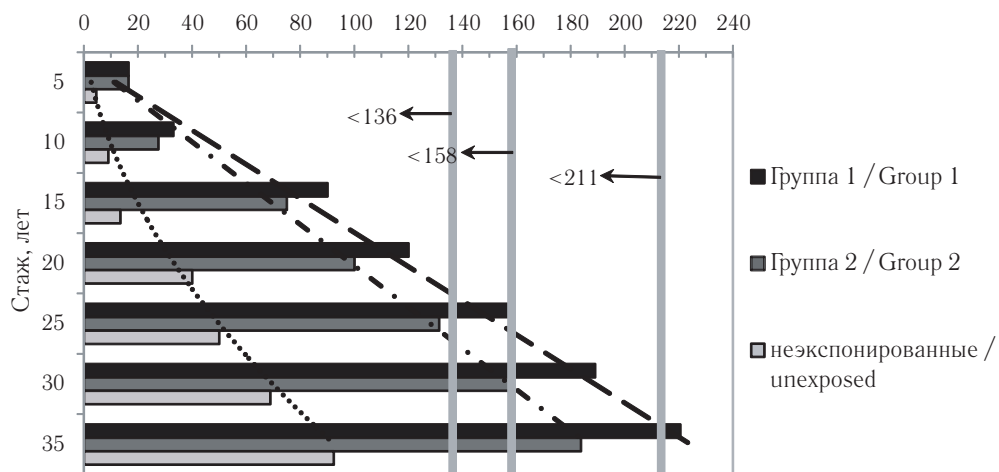


Рис. 1. Динамика показателей интегрального уровня профессионального воздействия (ИУПВ) для развития нейросенсорной тугоухости

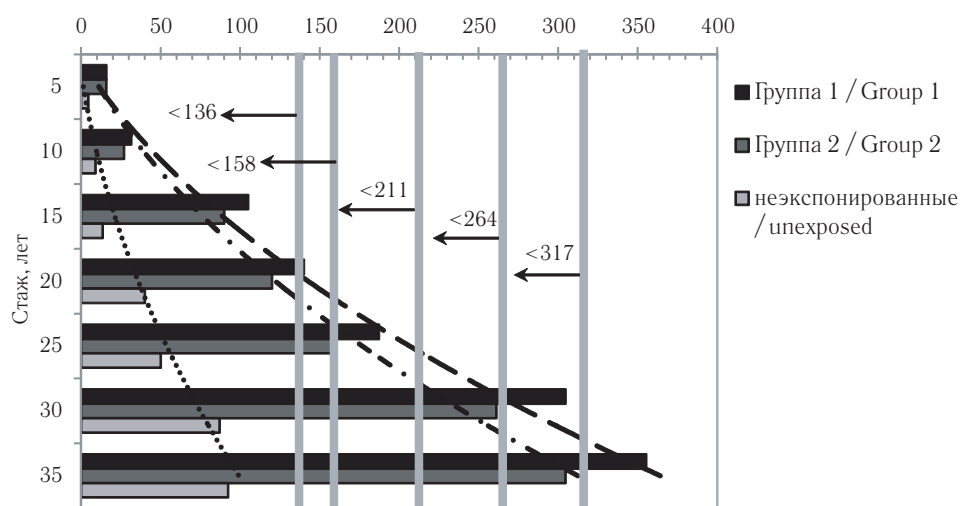


Рис. 2. Динамика показателей ИУПВ для развития патологии сердечно-сосудистой системы

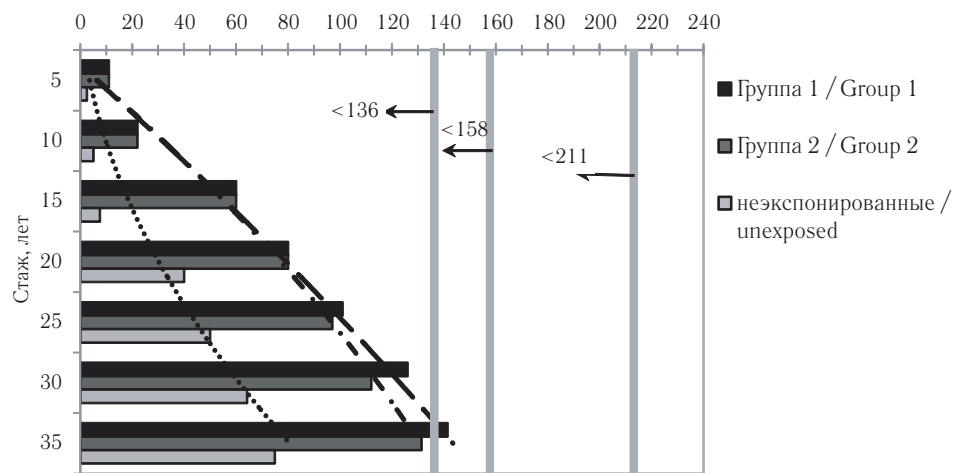


Рис. 3. Динамика показателей ИУПВ для развития патологии костно-мышечной системы

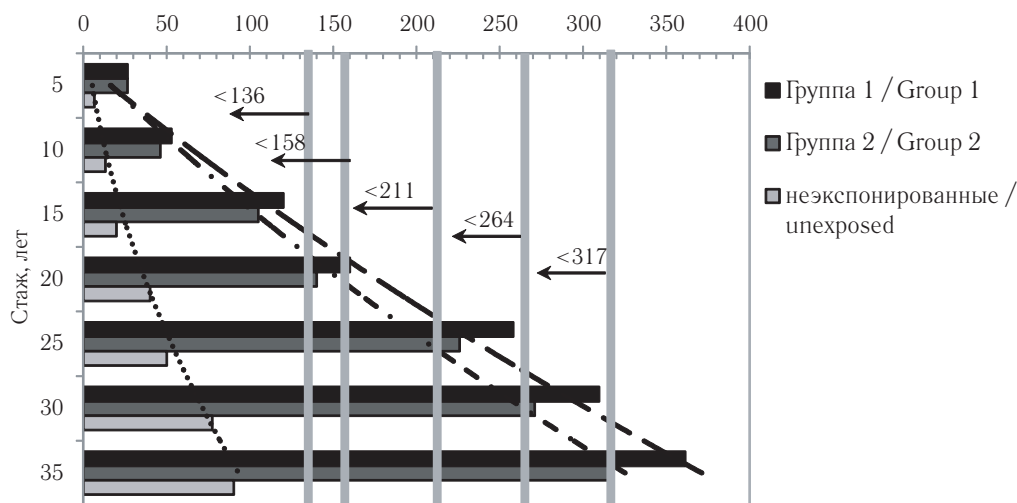


Рис. 4. Динамика показателей ИУПВ
для развития общего заболевания, приводящего к ограничению трудоспособности

Таблица 4

**Характеристика относительного риска (RR) нарушений здоровья
в связи с работой в неблагоприятных условиях**

Показатель	Условные единицы					
ИУВП	135	136–156	157–210	211–263	264–316	317 и выше
Величина риска	$0 < RR \leq 1$	$1 < RR \leq 1,5$	$1,5 < RR \leq 2$	$2 < RR \leq 3,2$	$3,2 < RR \leq 5$	$RR > 5$
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
Вид патологии	Общие заболевания		Профессионально обусловленные заболевания			Профессиональные заболевания

такого показателя используется для определения плавности хода подвижного состава. Оценка влияния на здоровье РЛБ не осуществляется.

Патология пояснично-крестцового отдела, часто регистрируемая у РЛБ, сочетает такие факторы риска как общая вибрация, фиксированная рабочая поза и непогашенное ускорение. В странах ЕС дорсопатия относится к профессионально обусловленным заболеваниям. Профессиональные дорсопатии регистрируются при стаже работы в контакте с вредным профессиональным фактором свыше 12–15 лет.

Анализ нормирования показателя непогашенного ускорения в России и странах ЕС приведен в ранее опубликованной работе [19;20]. Основным норма-

тивом непогашенного ускорения в России является величина ускорения до $1,0 \text{ м/с}^2$, преодолеваемого за период не более 5 с. Измерения, проведенные при движении поезда «Сапсан» с рабочей скоростью от 160 до 220 км/ч, позволили зарегистрировать показатели от $1,1 \text{ м/с}^2$ до $1,68 \text{ м/с}^2$ (по оси X, измеренные в соответствии с ГОСТ 31191.1-2004: ИСО 2631-1:1997¹⁶) на протяжении более двух часов. В соответствии с данным ГОСТ (Приложение С) такое воздействие оценивается как «отчетливое ощущение дискомфорта» и «сильное ощущение дискомфорта». Воздействие такой интенсивности не может не оказывать влияние на состояние костно-мышечной системы пояснично-крестцового отдела РЛБ и

¹⁶ ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997) «Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования».

поездных бригад, обслуживающих железнодорожный поезд. Введение в оценку условий труда работников, эксплуатирующих транспортные средства, и соответственно учет в расчете показателя интегрального уровня профессионального воздействия фактора непогашенного ускорения позволит разработать более адекватную модель для определения риска развития патологии костно-мышечной системы у работников, эксплуатирующих транспортные средства.

Расчеты, проведенные для патологии ССС, НСТ и «общего заболевания» позволили выявить, что у работающих в условиях труда, оцениваемых как «допустимые» (класс 2) — неэкспонированных работников, на протяжении всего рабочего стажа (до 65 лет) вышеуказанная патология, связанная с профессиональной деятельностью, не формируется. Установлено, что риск заболевания ССС имеет тенденцию к росту даже у лиц, работающих в «допустимых» условиях труда, что связано с возрастной динамикой показателей здоровья. Следует отметить, что у РЛБ пороговый возраст формирования патологии ССС наступает на рубеже 50 лет.

Условия труда, в которых осуществляется трудовая деятельность РЛБ, создают на рубеже 40 лет (более 15 лет стажа) высокую вероятность возникновения начальных явлений нейросенсорной тугоухости у наиболее чувствительных лиц. При стаже работы более 25 лет в возрастной группе 52–55 лет с высокой вероятностью формируется профессиональная нейросенсорная тугоухость.

У РЛБ при стаже более 17 лет на локомотивах, подвергавшихся капитальному ремонту и стаже более 20 лет на новых марках локомотивов определена высокая вероятность утраты здоровья, причинно-следственно связанная с воздействием факторов производственной среды и трудового процесса. К 55 годам выявлена высокая (более 50 %) вероятность формирования патологии общего характера, связанной с профессиональной деятельностью.

Заключение

Представленное исследование раскрывает методический подход к разработке показателя, характеризующего интегральный уровень профессионального воздействия. Показатель применяется для отражения воздействия всего комплекса факторов, характеризующих условия труда и интенсивность их воздействия. Методика расчета учитывает стаж — продолжительность неблагоприятного воздействия.

Предлагаемый подход позволяет давать как обобщенные оценки риска формирования утраты здоровья работающих в определенных условиях труда на протяжении различного периода времени, так и индивидуальные оценки риска у работающего с различным профессиональным маршрутом. На этапе апробации методика дает возможность определения полноты и качества учета факторов, приводящих к ограничению трудоспособности.



Литература

1. Измеров, Н. Ф. Современные проблемы медицины труда в России / Н. Ф. Измеров. - Текст : непосредственный // Медицина труда и экология человека. - 2015. - № 2. - С. 5-12.
2. Измеров, Н. Ф. Смертность населения трудоспособного возраста в России и развитых странах Европы: тенденции последнего десятилетия / Н. Ф. Измеров, Г. И. Тихонова, Т. Ю. Горчакова. - Текст : непосредственный // Вестник РАМН. - 2014. - № 7-8. - С. 121-126.
3. Условия труда как фактор риска повышения смертности в трудоспособном возрасте / И. В. Бухтияров, Н. Ф. Измеров, Г. И. Тихонова, А. Н. Чуранова, Т. Ю. Горчакова, М. С. Брылева [и др.]. - Текст : непосредственный // Медицина труда и промышленная экология. - 2017. - № 8. - С. 43-49.
4. Лебедева, И. В. Здоровье населения - важнейший фактор социально-экономической стабильности страны / И. В. Лебедева. - Текст : непосредственный // Евразийский союз ученых. - 2015. - № 10 (19). - С. 109-110. DOI: 10.31618/esu.2411-6467.8.53.1.
5. Дубовец, Д. С. Социальный и экономический ущерб от производственного травматизма и профессиональных заболеваний / Д. С. Дубовец. - Текст : непосредственный // Охрана и экономика труда. - 2018. - № 3 (32). - С. 20-24.
6. Онищенко, Г. Г. Оценка и управление рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации / Г. Г.



Л.А. Леванчук, Е.Н. Дубровская, О.И. Копытенкова
«МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗУ ВЕРОЯТНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
ПАТОЛОГИИ, ОГРАНИЧИВАЮЩЕЙ ТРУДОСПОСОБНОСТЬ, В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СТАЖА»

Онищенко. - Текст : непосредственный // Анализ риска здоровью. - 2013. - № 1. - С. 4-14. DOI: 10.21668/health.risk/2013.1.01.

7. Измеров, Н. Ф. Проблемы здоровья работающего населения в России / Н. Ф. Измеров, Г. И. Тихонова. - Текст : непосредственный // Проблемы прогнозирования. - 2011. - № 3. - С. 56-70.

8. Причины утраты профессиональной пригодности для работы во вредных и (или) опасных условиях труда / В. Б. Гурвич, А. С. Шастин, В. Г. Газимова, Э. Г. Плотко, Т. С. Устюгова. - Текст : непосредственный // Медицина труда и промышленная экология. - 2019. - № 59 (2). - С. 107-112. DOI: 10.31089/1026-9428-2019-2-107-112.

9. Онищенко, Г. Г. Концепция риска и ее место в системе социально-гигиенического мониторинга (проблемы и пути решения) / Г. Г. Онищенко. - Текст : непосредственный // Вестник Российской академии медицинских наук. - 2005. - № 11. - С. 27-33.

10. Зайцева, Н. В. Концептуальная математическая модель накопления нарушений функций организма, ассоциированных с факторами среды обитания / Н. В. Зайцева, П. В. Трусов, Д. А. Кирьянов. - Текст : непосредственный // Медицина труда и промышленная экология. - 2012. - № 12. - С. 40-45.

11. Актуальные проблемы управления рисками здоровью населения в России / В. Н. Ракитский, С. Л. Авалиани, Т. А. Шашина, Н. С. Додина. - Текст : непосредственный // Гигиена и санитария. - 2018. - № 97 (6). - С. 572-575. DOI: 10.47470/0016-9900-2018-97-6-572-575.

12. Методические подходы к расчету вероятности негативных ответов для оценки индивидуальных рисков здоровью человека / Н. В. Зайцева, П. З. Шур, Д. А. Кирьянов, В. М. Чигвинцев, О. В. Долгих, К. П. Лужецкий. - Текст : непосредственный // Профилактическая и клиническая медицина. - 2015. - № 56 (3). - С. 5-11.

13. Оценка связи разнородных факторов риска и заболеваемости работающего населения регионов России с различным фоном формирования здоровья / Н. А. Лебедева-Несевря, А. О. Барг, М. Ю. Цинкер, В. Г. Костарев. - Текст : непосредственный // Анализ риска здоровью. - 2019. - № 2. - С. 91-100. DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.10.

14. Определение дополнительного риска здоровью населения за счёт загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух при эксплуатации дорожно-автомобильного комплекса / Ю. А. Рахманин, А. В. Леванчук, О. И. Копытенкова, Н. М. Фролова, А. М. Сазонова. - Текст : непосредственный // Гигиена и санитария. - 2018. - № 97 (12). - С. 1171-1178. DOI: 10.47470/0016-9900-2018-97-12-1171-1178.

15. Применение методологии оценки риска для здоровья населения от вредных факторов окружающей среды в практической деятельности управления Роспотребнадзора / Е. Е. Андреева, А. В. Иваненко, В. А. Силиверстов, Е. В. Судакова. - Текст : непосредственный // Гигиена и санитария. - 2016. - № 95 (2). - С. 219-222. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-2-219-222.

16. Оценка риска, связанного с воздействием поведенческих факторов на здоровье работающего населения России / Н. А. Лебедева-Несевря, С. Ю. Елисеева. - Текст : непосредственный // Здоровье населения и среда обитания. - 2018. - № 30 (5). - С. 8-11.

17. Развитие методологии анализа риска здоровью в задачах государственного управления санитарно-эпидемиологическим благополучием населения / Н. В. Зайцева, Г. Г. Онищенко, И. В. Май, П. З. Шур. - Текст : непосредственный // Анализ риска здоровью. - 2022. - № 3. - С. 4-20. DOI: 10.21668/health.risk/2022.3.01.

18. Ляшок, В. Ю. Влияние здоровья на предложение труда пожилых / В. Ю. Ляшок, С. Ю. Рошин. - Текст : непосредственный // Прикладная эконометрика. - 2015. - № 40 (4). - С. 6-27.

19. Гутор, Е. М. Факторы риска развития заболеваний у работников локомотивных бригад / Е. М. Гутор, Е. А. Жидкова, К. Г. Гурвич. - Текст : непосредственный // Медицина труда и промышленная экология. - 2022. - № 1. - С. 43-52.

20. Копытенкова, О. И. Фактор непогашенного ускорения при эксплуатации транспортных средств / О. И. Копытенкова, Е. Н. Дубровская, Л. А. Леванчук. - Текст : непосредственный // Гигиена и санитария. - 2022. - № 101 (8). - С. 910-914. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-8-910-914.