

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 4, 2025 vol. 2
E-ISSN: 2181-2438
ISSN: 3060-5164



RESEARCH INNOVATION RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



JOURNAL OF TRANSPORT

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164

VOLUME 2, ISSUE 4

DECEMBER, 2025



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 2, ISSUE 4 DECEMBER, 2025

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

The “**Journal of Transport**” established by Tashkent State Transport University (TSTU), is a prestigious scientific-technical and innovation-focused publication aimed at disseminating cutting-edge research and applied studies in the field of transport and related disciplines. Located at Temiryo‘lchilar Street, 1, office 465, Tashkent, Uzbekistan (100167), the journal operates as a dynamic platform for both national and international academic and professional communities. Submissions and inquiries can be directed to the editorial office via email at jot@tstu.uz.

The Journal of Transport showcases groundbreaking scientific and applied research conducted by transport-oriented universities, higher educational institutions, research centers, and institutes both within the Republic of Uzbekistan and globally. Recognized for its academic rigor, the journal is included in the prestigious list of scientific publications endorsed by the decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission No. 353/3 dated April 6, 2024. This inclusion signifies its role as a vital repository for publishing primary scientific findings from doctoral dissertations, including Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc) candidates in the technical and economic sciences.

Published quarterly, the journal provides a broad spectrum of high-quality research articles across diverse areas, including but not limited to:

- Economics of Transport
- Transport Process Organization and Logistics
- Rolling Stock and Train Traction
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields, including Technology
- Technosphere Safety
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications
- Technological Machinery and Equipment
- Geodesy and Geoinformatics
- Automotive Service
- Air Traffic Control and Aircraft Maintenance
- Traffic Organization
- Railway and Road Operations

The journal benefits from its official recognition under Certificate No. 1150 issued by the Information and Mass Communications Agency, functioning under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. With its E-ISSN 2181-2438, ISSN 3060-5164 the publication upholds international standards of quality and accessibility.

Articles are published in Uzbek, Russian, and English, ensuring a wide-reaching audience and fostering cross-cultural academic exchange. As a beacon of academic excellence, the "Journal of Transport" continues to serve as a vital conduit for knowledge dissemination, collaboration, and innovation in the transport sector and related fields.

Modern methodological approaches to assessing health risks of the working population

O.I. Kopytenkova¹, L.A. Levanchuk¹, Z.Sh. Tursunov²

¹Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Saint Petersburg, Russian Federation

²Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article presents a comparative analysis of modern methodological approaches to assessing occupational health risks for workers in various countries, including Russia, the USA, the European Union, and China. The key principles, regulatory frameworks, and applied methodologies are considered, such as the regulatory-oriented approach in Russia, the OSHA system and the science-based recommendations of NIOSH and ACGIH in the USA, as well as methods based on the employer's responsibility in the EU. Special attention is paid to the transition from compliance control to comprehensive risk management. Using a practical example of risk assessment for locomotive crew workers, the application of a methodology based on the approaches of the US Environmental Protection Agency (EPA) and the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) is demonstrated, including the calculation of the Hazard Index. It is established that, despite differences in approaches, there is a global trend towards the convergence of methodologies and the integration of risk assessment into occupational health and safety management systems, which is confirmed by the active use of international standards such as ISO 45001.

Keywords: occupational risk assessment, occupational risk management, working conditions, occupational safety, industrial hygiene, OSHA, NIOSH, MAC (Maximum Allowable Concentration), Hazard Index, comparative analysis, international standards, workers' health

Современные методические подходы к оценке риска здоровью работающего населения

Копытенкова О.И.¹, Леванчук Л.А.¹, Турсунов З.Ш.²

¹Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, Российская Федерация

²Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В статье представлен сравнительный анализ современных методических подходов к оценке профессионального риска здоровью работающего населения в различных странах, включая Россию, США, страны Европейского Союза и Китай. Рассмотрены ключевые принципы, нормативная база и применяемые методики, такие как нормативно-ориентированный подход в России, система OSHA и научно-обоснованные рекомендации NIOSH и ACGIH в США, а также методы, основанные на обязанности работодателя в ЕС. Особое внимание уделено переходу от контроля соблюдения нормативов к комплексному управлению рисками. На практическом примере оценки риска для работников локомотивных бригад продемонстрировано применение методологии, основанной на подходах Агентства по охране окружающей среды США (EPA) и Национального института охраны труда (NIOSH), с расчетом индекса опасности (Hazard Index). Установлено, что, несмотря на различия в подходах, в мире наблюдается тенденция к сближению методик и интеграции оценки рисков в системы управления охраной труда, что подтверждается активным использованием международных стандартов, таких как ISO 45001.

Ключевые слова: оценка профессионального риска, управление профессиональными рисками, условия труда, охрана труда, гигиена труда, OSHA, NIOSH, ПДК, Hazard Index, сравнительный анализ, международные стандарты, здоровье работающих

1. Введение

На современном этапе технологического развития производственная деятельность сопровождается неблагоприятным воздействием как на работающих, так

и на окружающую среду. В настоящее время методология оценки риска здоровью населения достаточно хорошо разработана. В различных странах



используется единый методологический подход [1]. Вместе с тем, единый подход к оценке риска здоровью работающих отсутствует.

В связи с этим целью настоящей работы является анализ и обобщение научных сведений о методах оценки и прогноза риска здоровью работающих в различных условиях труда.

Материалы и методы. Проведен анализ методических подходов к оценке риска здоровью работающих в России, США, странах Европейского Союза, Китае и анализ результатов расчета профессионального риска.

2. Методика исследования

Анализ методов в США показал, что система децентрализована, ключевую роль играют профессиональные ассоциации и стандарты OSHA (Occupational Safety and Health Administration). Оценка риска часто носит качественный или полуквантитативный характер, например, для опасностей, не имеющих установленных стандартов (Permissible Exposure Limits - PELs). Метод представляет собой мониторинг воздействия и сравнение со стандартами. Оценка риска направлена на количественное определение вероятности неблагоприятного эффекта при заданном уровне воздействия. Процесс включает четыре ключевых этапа. (идентификация опасности, оценка зависимости «доза-эффект» и экспозиции и характеристика риска). Риск выражается в вероятности, например, 4×10^{-3} (4 случая заболевания на 1000 работников). OSHA часто устанавливает нормативы, основанные на приемлемом уровне риска (1×10^{-3}). Основными особенностями методики можно считать использование моделей экстраполяции с животных на человека и концепцию «приемлемого риска» при управлении риском [2].

Дополнительно Национальный институт безопасности и гигиены труда США (NIOSH) разрабатывает более современные и часто более строгие нормативы (recommended Exposure Limits - RELs). Институт публикует детальные методики отбора проб и анализа и проводит углубленные исследования рисков, включая эпидемиологические и токсикологические.

Кроме того, передовой научно-обоснованный реализует Американская конференция правительственных специалистов по промышленной гигиене (ACGIH). Конференция обосновывает пороговые значения (TLV) и индексы биологического воздействия (BEI). Несмотря на то, что предложенные пороговые значения не являются законом, они широко признаны во всем мире как лучшая практика и используются для прогноза и управления рисками [1-4].

В ЕС действует рамочная Директива 89/391/ЕЕС «О введении мер по содействию улучшению безопасности и здоровья работников», которую каждая страна-член имплементирует в национальное законодательство. Директива закрепляет обязанность работодателя проводить оценку всех рисков для работников [5-8]. При этом в Великобритании методика включает контроль за веществами, опасными для здоровья (COSHH) и оценку риска по шагам, т.е. использование контрольных этапов. Основная идея – оценка риска как основа для его управления.

Германия реализует систему, управляемую институтами страхования от несчастных случаев

(DGUV). Они выпускают технические правила по безопасности (TRGS), например, TRGS 400 «Оценка рисков при деятельности с опасными веществами».

Во Франции обязательной является документация «Единого документа по оценке профессиональных рисков». В Нидерландах используется методика Stoffenmanager, основанная на контрольных этапах, которая получила международное признание. Анализ позволит установить, что европейские научные комитеты, например, SCHER, SCOEL разрабатывают научные обоснования для установления нормативов воздействия на рабочем месте (OELs). В основе оценки риска лежит принцип предосторожности и иерархия мер контроля. Особенностью является то, что работодатель сам выбирает адекватные для него методы оценки. Все методы оценки рисков интегрированы в общую систему управления охраной труда.

Австралия использует модель WHS (Охрана труда и техника безопасности), основанную на оценке риска. Широко используется иерархия контроля, ключевым принципом которого является «настолько низко, насколько это практически достижимо».

В Канаде система похожа на американскую, но с более строгими нормативами. Широко используются пороговые значения американской Конференция ACGIH. В то же время различные территории имеют свою юрисдикцию.

В Японии действует Закон о промышленной безопасности и гигиене труда, который регламентирует достаточно сильную систему промышленной безопасности. Широко используются собственные нормативы (JSL) и методы оценки, включая прогноз риска на основе токсикологических данных.

Китайская система находится в стадии активного развития и сочетает традиционные подходы с заимствованием международного опыта [9-11]. Закон КНР о профилактике и лечении профессиональных заболеваний и стандарты GBZ/T 298-2017 «Руководство по оценке профессионального риска воздействия химических веществ на производстве» регламентируют методологию, которая включает этапы, схожие с западными: идентификация опасности, оценка экспозиции, оценка зависимости "доза-эффект" и характеристика риска.

На практике часто используется трехуровневая модель, которая включает предварительную оценку (на основе паспортов безопасности), детальную оценку (измерения в воздухе рабочей зоны) и оценку воздействия на основе биомониторинга. Рассчитывается Индекс Риска (RI) или вероятность превышения допустимого уровня. Подход все еще зависит от национальных стандартов ПДК.

В Российской Федерации ключевым принципом принят нормативно-ориентированный, комплексный подход [12-14]. Оценка риска сводится к сравнению фактических концентраций/уровней вредных факторов с гигиеническими нормативами (ПДК, ПДУ). Количественная оценка часто имеет формализованный, «полу-количественный» характер. Основу составляет Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска...». Используется не вероятностная оценка риска (как в США), а отнесение рабочего места к определенной категории риска, например, «высокий», «средний» или «низкий», для определения объема компенсаций и профилактических мероприятий.



Прямой расчет вероятности развития заболевания не проводится. Акцент делается на идентификации вредного фактора, а не на прогнозе последствий. Особенностями можно считать жесткую привязку к нормативам (ПДК/ПДУ). Результат используется для назначения льгот и компенсаций, а не для управления рисками на основе cost-benefit анализа.

Международная организация труда (МОТ) продвигает систему управления охраной труда, основанную на оценке рисков, как основу для

национальных законодательств. Международным стандартом, который требует от организаций проведения оценки профессиональных рисков и определения мер контроля является Стандарт ISO 45001:2018 «Системы менеджмента охраны здоровья и безопасности». Он задает общую рамку, но не предписывает конкретных методик.

Результаты сравнительного анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ методических подходов к оценке профессионального риска

Страна/Регион	Ключевые нормативы	Подход	Основные методики
Россия	ПДК, ПДУ (СОУТ)	От гигиенического нормирования к управлению рисками	Р 2.2.1766-03, МР 2.2.1.3641-20 (балльные, матричные)
США	PELs (OSHA), TLVs (ACGIH), RELs (NIOSH)	Нормативный + научно-обоснованный	Соответствие PEL, использование TLVs, Control Banding
ЕС	Директива 89/391/ЕЕС, национальные OELs	Упреждающий, основанный на обязанности работодателя	COSHH (UK), Stoffenmanager (NL), TRGS (DE)
Китай	GBZ Standards (MACs, TLs)	Государственно-нормативный	Оценка на основе классов условий труда, матрицы риска
Международный	ISO 45001, Рекомендации МОТ	Системный, менеджмент рисков	Любые методики, интегрированные в систему менеджмента

Стандарты ACGIH (TLVs) и ISO 45001 становятся де-факто международными ориентирами. Россия находится в процессе этого перехода, имея мощный научный задел в области гигиены, но еще только внедряя современные системы проактивного управления рисками на уровне предприятий.

Пример расчета показателя профессионального риска в соответствии с Методология Агентства по охране окружающей среды (EPA) и Национального института охраны труда (NIOSH) для часто встречающихся условий труда у работников локомотивных бригад: шум 84 дБА, общая вибрация 0,9 м/с², напряженность труда 3.2, тяжесть труда 3.1, показатели микроклимата 3.1, химическое загрязнение воздуха рабочей зоны 3.1.

Для расчета использован комплексный подход, основанный на оценке воздействия каждого вредного фактора и его комбинированного эффекта. Однако, важно отметить, что не существует единой, официально

утвержденной формулы от EPA или NIOSH, которая объединяла бы все эти разнородные факторы в один интегральный показатель риска. Эти агентства, как правило, оценивают риски по отдельным факторам. Поэтому расчет состоит из двух частей (оценка риска для каждого фактора на основе сравнения с гигиеническими нормативами и интегральная оценка комбинированного риска с использованием логики и принципов, принятых в профессиональной гигиене с использованием принципа аддитивности или потенцирования действий). Используются российские нормативы.

Методология NIOSH/EPA для оценки риска здоровью основана на концепции Коэффициента Hazard Quotient (HQ) и Индекса Hazard Index (HI).

$HQ = \frac{\text{Фактический уровень воздействия}}{\text{Референсный уровень (ПДК, ПДУ)}}$

Результаты представлены в таблице 2.



Таблица 2

Результаты расчета профессионального риска здоровью работников локомотивных бригад

Фактор	Референтный уровень	Фактическое значение	Результат
Шум	80 дБА	84 дБА	$HQ_{\text{шум}} = 84 \text{ дБА} / 80 \text{ дБА} = 1,05$
Вибрация	0,56 м/с ²	0,9 м/с ²	$HQ_{\text{вибрация}} = 0,9 / 0,56 \approx 1,61$
Загрязнение воздуха рабочей зоны	ПДК	1,5 ПДК	$HQ_{\text{химия}} = C / \text{ПДК} \approx 1,5$
Параметры микроклимата	Комплексное воздействие	3,1	Достоверный риск
Напряженность труда	Комплексное воздействие	3,2	Достоверный риск
Тяжесть труда	Комплексное воздействие	3,1	Достоверный риск

Поскольку на работника действует несколько факторов, учтено их совместное действие. Стандартный подход EPA/NIOSH — Hazard Index (HI), определяется как:

$$HI = \sum HQ_i$$

Подход предполагает аддитивность эффектов (риски складываются).

Расчет HI для количественных факторов проведен следующим образом:

$$HI = HQ_{\text{шум}} + HQ_{\text{вибрация}} + HQ_{\text{химия}} \\ HI = 1,05 + 1,61 + 1,5 = 4,16$$

Анализ риска: $HI > 1$ указывает на наличие неприемлемого риска для здоровья. $HI = 4,16$ означает, что совокупный риск достаточно высок. Учет качественных факторов (микроклимат, тяжесть и напряженность труда) усугубляют общую нагрузку на организм. Они могут потенцировать (усиливать) негативное действие физических и химических факторов. Работа в условиях нагревающего микроклимата усиливает восприимчивость к химическим веществам, а высокий стресс снижает общую резистентность организма, тяжесть труда в сочетании с вибрацией формирует патологию костно-мышечной системы.

3. Заключение

Окончательная оценка характеризует риск как «высокий», позволяет определить направления совершенствования условий труда и направления профилактических мероприятий. В связи с тем, что большинство факторов относится к «неустраняемым» на современном этапе, необходимо обратить внимание на профилактические мероприятия. Их основу будет составлять медицинский мониторинг (NIOSH): обязателен регулярный медицинский осмотр с акцентом на аудиометрию, обследование опорно-двигательного аппарата и нервной системы, обследование систем, на которые влияет конкретное химическое вещество (например, дыхательная,

кровенворная), кардиологический и психоневрологический скрининг (учитывая напряженность труда). Медицинский мониторинг направлен на раннее выявление изменений в показателях здоровья.

Таким образом, установлено, что во всем мире происходит переход от простого контроля за соблюдением нормативов к комплексному управлению профессиональными рисками, когда оценка риска является первым и основным шагом. Страны отличаются по строгости нормативов, степени детализации методик, роли государства и уровню вовлеченности научного сообщества. Наблюдается постепенное сближение подходов. Использование общепринятой методики оценки профессионального риска позволяет получить объективные результаты и обосновать корректирующие мероприятия, направленные на сохранение здоровья работающих.

Использованная литература / References

- [1] Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS). Part A [Электронный ресурс] // U.S. Environmental Protection Agency (EPA). – 1989. – Режим доступа: <https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part> (дата обращения: 25.09.2025).
- [2] Manual of Analytical Methods (NMAM) [Электронный ресурс] // The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). – 5th Ed. – Режим доступа: <https://www.cdc.gov/niosh/nmam/> (дата обращения: 25.09.2025).
- [3] NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards [Электронный ресурс] / The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). – Режим доступа: <https://www.cdc.gov/niosh/npg/> (дата обращения: 21.08.2025).
- [4] Health and Safety Executive (HSE), UK. COSHH Essentials: Easy steps to control chemicals. HSG193. 2003.
- [5] European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). Risk assessment — Facts and figures. 2019.



[6] Ashley, K., & O'Connor, P. F. (2017). NIOSH Manual of Analytical Methods: A Review of the 2017 Fifth Edition. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 14(9), D103-D114.

[7] International Programme on Chemical Safety (IPCS). WHO Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards. 2010.

[8] Pausenbach D.J. (ed.). Human and Ecological Risk Assessment: Theory and Practice. – John Wiley & Sons, 2002.

[9] Wang, Z., Wang, L., & He, X. Occupational health risk assessment in China: Status, challenges and countermeasures // *Journal of Occupational Health*. – 2020. – Vol. 62(1). – (Аналитическая статья о состоянии дел в Китае).

[10] Закон КНР о профилактике и лечении профессиональных заболеваний

[11] GBZ/T 298-2017 «Руководство по оценке профессионального риска воздействия химических веществ на производстве»

[12] Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003.

[13] Разумов В.В., Михайлова Ю.В. Профессиональный риск: от оценки к управлению // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2019. – № 8. – С. 11-16.

[14] Кириллов В.Ф., Симонова Н.И. Современные проблемы оценки профессионального риска // *Гигиена и санитария*. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 5-9.

Информация об авторах/ Information about the authors

Копытенкова О.И / O. Kopytenkova	Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра, профессор
--	--

Леванчук Л.А / L.A. Levanchuk	Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра, профессор
-------------------------------------	--

Турсунов З.Ш / Z.Tursunov	Ташкентский государственный транспортный университет, заведующий кафедрой, доцент
---------------------------------	---



S. Razzakov, A. Martazaev, I. Egamberdiev, A. Akhmedov <i>Strength calculation of reinforced concrete beam reinforced with glass fibers.....</i>	133
O. Kopytenkova, L. Levanchuk, Z. Tursunov <i>Modern methodological approaches to assessing health risks of the working population.....</i>	139
O. Kopytenkova, L. Levanchuk, Z. Tursunov <i>Methodological approaches to organizing control of acoustic load from railway transport.....</i>	144
Z. Mirzaeva, Sh. Temirova <i>Promising directions for the development of automation of geodetic survey in the construction of the metropoliten.....</i>	147
E. Khidirov <i>Determination of the reliability of rolling stock derailment control devices.....</i>	152
J. Tolipov, A. Saidov, S. Makhamadjonov <i>Operating modes and control challenges of microgrids based on distributed generation.....</i>	156
J. Tolipov, Sh. Murtazov <i>Improving power quality using filtered compensation devices.....</i>	160
R. Djuraev, B. Allanazarov <i>On the possibility of transitioning opposite piston compressors to the cylinder-piston group lubrication operation mode.....</i>	165
M. Muzaffarova <i>Assessment of factor significance in minimizing sand encroachment.....</i>	169
Z. Rakhmatova, N. Kodirova, N. Tursunov <i>Comprehensive analysis of the chemical composition, mechanical properties, and microstructure of cast iron types.....</i>	172