

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ / TECHNOSPHERE SAFETY OF TRANSPORT SYSTEMS

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.12>

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ ПРИ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ ОТХОДОВ

Научная статья

Уразбахтин Д.А.^{1,*}, Аксенов С.Г.², Хакимов К.М.³, Мартынова О.Г.⁴, Махиянов Ш.Р.⁵, Галеев Р.Р.⁶
^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Уфимский университет науки и технологий, Уфа, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (linori[at]mail.ru)

Аннотация

В данной статье рассмотрены профессиональные риски при транспортной логистике отходов на примере водителя мусоровоза марки КО-440В. Произведен расчет риска воздействий шума и вибрации в течение рабочего дня. Выявлено, что с увеличением трудового стажа водителя мусоровоза риск воздействия данных факторов возрастает. Для снижения уровня шума и сохранения безопасного уровня вибрации в автомобиле предложена установка дополнительных материалов – шумо- и виброизоляторов. Предложенный подход позволяет научно-обоснованно подойти к выбору и подбору мероприятий по обеспечению безопасности труда при процессе транспортировки в логистической системе перевозки, а также научно-обоснованно подойти к выбору мероприятий по охране здоровья и защиты окружающей среды.

Ключевые слова: профессиональные риски, индивидуальный риск, идентификация опасностей, производственный шум, вибрационные нарушения.

OCCUPATIONAL RISKS IN WASTE TRANSPORT LOGISTICS

Research article

Urazbakhtin D.A.^{1,*}, Aksenov S.G.², Khakimov K.M.³, Martinova O.G.⁴, Makhyanov S.R.⁵, Galeev R.R.⁶
^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

* Corresponding author (linori[at]mail.ru)

Abstract

This article examines occupational risks in waste transport logistics on the example of a driver of a sanitation truck КО-440V. The risk of exposure to noise and vibration during the working day has been calculated. It is established that with the increase of labour experience of the driver of the sanitation truck, the risk of exposure to these factors increases. To reduce the noise level and maintain a safe level of vibration in the car, the installation of additional materials – noise and vibration insulators – is suggested. The proposed approach allows a scientifically-based approach to the selection and choice of measures to ensure labour safety in the process of transportation in the logistic system of transportation, as well as a scientifically-based approach to the selection of measures to protect health and the environment.

Keywords: occupational risks, individual risk, hazard identification, industrial noise, vibration disturbances.

Введение

Переход на новую систему обращения с ТКО после вступления в силу с 2019 года изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» требует ориентирования на комплексные показатели, по которым можно поэтапно оценивать протекающие процессы. Одним из таких показателей может выступать риск, например, риск здоровью проживающего вблизи населения или риск персоналу, задействованному в схеме логистики отходов (профессиональные риски). Работа является частью комплексного исследования, посвященного риск-анализу обращения с отходами, и рассматривает не только объекты складирования, но и процессы транспортировки в логистической системе перевозки.

Проблема негативного влияния на здоровье человека при эксплуатации полигона ТКО выбросов, содержащих вредные вещества, как правило, довольно подробно рассмотрена целым рядом авторов, в том числе соавторами в рамках комплексного исследования. В то же время воздействие физических опасных и вредных факторов, например, таких, как производственный шум и вибрация на рабочих местах перевозчиков ТКО редко рассматривается в работах исследователей [1], [2], [3]. В то же время стандартные методики определения профессиональных рисков носят в большей степени качественный характер и используют экспертные оценки [9], [10], поэтому актуальной задачей является использование новых подходов к количественной оценке рисков здоровью. В связи с этим целью является поиск и апробация современных подходов к оценке рисков здоровью работников по перевозке отходов, с учетом комплексного учета различных опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте.

Методы и принципы исследования

При воздействии шума на сотрудника необходимо учесть специфичность влияния физических факторов в отличие от других вредных факторов, а значит зону «пограничных условий» труда целесообразно рассматривать как зону «потенциальной опасности» для развития профессионального заболевания, что составляет от 5 до 16%. Возникновение шума происходит по множественным причинам: неисправность различных агрегатов мусоровоза, неудовлетворительная жесткость кузова, плохая аэродинамика, а также шум улицы и внутренние шумы, которые возникают во время работы двигателя или трансмиссии.

При риск-анализе объектом оценки индивидуального риска здоровью от воздействия шума и вибрации для примера выбрано рабочее место водителя мусоровоза марки КО-440В, который выполняет должностные обязанности по управлению мусоровозом и спецоборудованием, заправляет ГСМ, оценивает техническое состояние, подает мусоровоз под погрузо-разгрузочные операции, прессование ТКО, контролирует грузчиков, уборщиков, устраняет эксплуатационные неисправности, оформляет путевые листы, выполняет регулировку.

Основные результаты

С учетом оценки уровней звукового давления (дБ) в октавных полосах и уровней звука в дБА на рабочем месте водителя мусоровоза гигиеническая оценка показала, что в течение 8 часового рабочего дня на водителя мусоровоза марки КО-440В, действует эквивалентный уровень звука 69 дБА (ГОСТ ISO 9612-2016).

Гигиеническая оценка производственной вибрации на основе измерений уровней вибрации (ГОСТ 12.1.012-2004) позволила определить характер вибрации при работе водителя мусоровоза, который соответствует I грузовой степени (транспортная вибрация). Эквивалентный скорректированный уровень вибрации при 8-часовом рабочем дне составляет: 88 дБ (ось X); 87 дБ (ось Y); 80 дБ (ось Z). В связи с этим, для анализа воздействия шума, а также развития вибрационных нарушений, необходим расчет риска воздействия шума и вибрации при 8-часовом рабочем дне для водителя мусоровоза.

Риск здоровью от воздействия шума для водителя мусоровоза описывается зависимостью [4], [5]:

$$Pr = -8,25 + 0,07 \cdot L_{\text{дш}}(T),$$

где $L_{\text{дш}}(T)$ – стажевая доза шумового воздействия за рабочий стаж, которая учитывает эквивалентный уровень шума и определяется по формуле:

$$L_{\text{дш}}(T) = L_{\text{экв}} + 10 \lg(T/T_0),$$

где T – стаж в годах;

T_0 – 1 год.

Расчет риска воздействия производственного шума при продолжительности трудового стажа 5, 10, 15 лет представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Риск воздействия производственного шума

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.12.1>

| Эквив. уровень шума $L_{\text{экв}}$, дБА | Трудовой стаж T , год | Стажевая доза $L_{\text{дш}}$, дБА | Pr | Risk |
|--|-------------------------|-------------------------------------|-------|--------|
| 69 | 5 | 75,98 | -2,93 | 0,0017 |
| 69 | 10 | 79,00 | -2,72 | 0,0038 |
| 69 | 15 | 80,76 | -2,59 | 0,0051 |

Из таблицы 1 видно, что с увеличением трудового стажа водителя мусоровоза риск воздействия производственного шума возрастает, что можно определить графически и определить математическую зависимость.

Вероятностная оценка развития нарушений состояния здоровья вследствие воздействия вибрации (как ожидаемый процент людей с нарушениями состояния здоровья вследствие воздействия вибрации) базируется на зависимости «доза – эффект» [8], с учетом частотно-взвешенного, эквивалентного по энергии виброускорения, приведенного к 4-м часам воздействия в течение смены (м/с^2) и времени экспозиции воздействия до симптома побеления пальцев (в годах).

Величина риска развития вибрационных нарушений оценивается формулой:

$$\ln T = -20 \cdot \ln(L) + C_p,$$

где T – латентный период развития вибрационной болезни I степени, годы;

L – эквивалентный скорректированный уровень вибрации, дБ;

C_p – переменный коэффициент от частоты (вероятности) развития.

Оценка риска нарушения здоровья вследствие воздействия вибрации на водителя мусоровоза по максимальным значениям вибрации [6], [8] при стаже 5...15 лет (с шагом 5 лет) представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Риск развития вибрационных нарушений

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.12.2>

| Эквив. коррект. ур. вибрации L , дБ | Стаж T , года | Перем. коэфф. C_p | Risk |
|---------------------------------------|-----------------|---------------------|---------|
| 88 | 5 | 0,347 | 0,00001 |
| 88 | 10 | 1,389 | 0,00001 |
| 88 | 15 | 3,127 | 0,00001 |

По результатам расчетов, представленных в таблице 2, можно сделать вывод, что при данном значении уровня вибрации (88 дБ), риск развития вибрационных нарушений отсутствует. С учетом достоверности значений (10% [6]) вероятность нарушения здоровья вследствие воздействия вибрации на водителя мусоровоза составит приблизительно

112 дБ. Полученная количественная оценка может быть использована для обоснованного подхода в выборе мероприятий по защите здоровья водителя мусоровоза.

Обсуждение

На основе идентификации опасностей при работе водителя мусоровоза марки КО-440В, для снижения уровня шума и сохранения безопасного уровня вибрации в автомобиле предложена установка дополнительных материалов – шумо- и виброизоляторов [7], [8]. Подбор и расчет количества материала для дополнительной шумо- и виброизоляции кабины водителя мусоровоза марки КО-440В представлен в таблице 3.

Таблица 3 - Расчет дополнительной шумо- и виброизоляции кабины мусоровоза КО-440В

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.12.3>

| Зона монтажа | Тип шумо-изолирующего материала | Нормативный размер материала, м ² | Расчетный размер материала, м ² | Тип вибро-изолирующего материала | Нормативный размер материала, м ² | Расчетный размер материала, м ² |
|--------------------------------|---------------------------------|--|--|----------------------------------|--|--|
| Капот | Акцент 10ЛМКС | 0,6 | 0,66 | Noico classic 15 | 0,5 | 0,55 |
| Крыша | Шумоизолятор Сплэн 3004 | 3 | 3,3 | Noico classic 15 | 3 | 3,3 |
| Моторный щит со стороны салона | Шумоизолятор Сплэн 3004 | 3 | 3,3 | Визомат ПБ-2 | 1,2 | 1,32 |
| Дверь (1 шт.) | Шумоизолятор Сплэн 3004 | 1 | 1,1 | Визомат ПБ-2 | 0,8 | 0,88 |
| Обшивка двери (1 шт.) | Битопласт 10 мм (5мм) А5К | 0,75 | 0,825 | Вибропласт М1 | 0,2 | 0,22 |
| Облицовочный пластик салона | Битопласт 10 мм (5мм) А5К | 1 | 1,1 | Вибропласт М1 | 0,4 | 0,44 |
| Панель приборов | Битопласт 10 мм (5мм) А5К | 1,5 | 1,65 | Вибропласт Сильвер | 0,8 | 0,88 |

Примечание: поправочный коэфф. – 1,1

Из таблицы 3 видно, что конструктивные особенности мусоровоза предусматривают компоновку различных видов звуко- и виброизолирующего материала, а применение данных технических решений, позволит улучшить условия труда на рабочем месте водителя мусоровоза КО-440В в течение всего трудового стажа.

Заключение

В ходе исследования предложено использование подхода количественной оценки профессиональных рисков с учетом комплексного учета различных опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте. Апробация на рабочем месте водителя мусоровоза показала, что такой подход позволяет определять критические значения стажа работы в определенных условиях воздействия комплекса опасностей (например, шум и вибрация), а также обоснованно разрабатывать и предлагать не только организационные мероприятия, но и технические решения по дополнительной защите здоровья работников.

Таким образом, предложенный подход позволяет научно-обоснованно подойти к выбору и подбору мероприятий по обеспечению безопасности труда в процессе транспортировки в логистической системе перевозки отходов.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Дружакина О.П. Территориальная схема обращения с ТКО как новая модель управления отходами / О.П. Дружакина // Управление техносферой. — 2019. — Т. 2. — № 4. — С. 419-432.
2. Трейман М.Г. Управление и развитие логистической деятельности предприятия по транспортировке отходов / М.Г. Трейман. — Санкт-Петербург: Центр научно-информационных технологий "Астерион", 2018. — 96 с.
3. Христовуло О.И. Алгоритм комплексирования маршрутов для разработки электронной модели территориальной схемы обращения с отходами / О.И. Христовуло, А.Х. Абдуллин, Г.Ф. Багаманшина // Программные продукты и системы. — 2020. — № 1. — С. 76-83.
4. Ахмеров В.В. Системный анализ в техносферной безопасности: практикум / В.В. Ахмеров, И.В. Вдовина, Н.Ю. Цвиленева. — Уфа: УГАТУ, 2022. — 142 с.
5. Мельцер А.В. Практика применения методологии оценки риска здоровью работающих от воздействия шума / А.В. Мельцер // Вестник Санкт-петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова. — 2006. — Т. 7. — № 2. — С. 40-41.
6. Мельцер А.В. Оценка риска воздействия производственных факторов на здоровье работающих : дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.07 / А.В. Мельцер. — Санкт-Петербург, 2008. — 268 с.
7. Маколова Л.В. Развитие логистики в управлении вторичными ресурсами на предприятии / Л.В. Маколова // Транспорт: наука, образование, производство. — 2017. — Т. 4. — С. 153-156.
8. Боденко Е.М. Проблемы безопасности организации мультимодальных перевозок строительных отходов / Е.М. Боденко, А.М. Перепечёнов // Техничко-технологические проблемы сервиса. — 2018. — № 2(144). — С. 56-61.
9. Ахтямов Р.Г. Риск-ориентированный подход к управлению техносферной безопасностью: учебное пособие / Р.Г. Ахтямов, А.Н. Елизарьев, Е.Н. Елизарьева. — Санкт-Петербург: Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, 2020. — 41 с.
10. Елизарьев А.Н. Риск-анализ пожарной опасности объектов складирования отходов / А.Н. Елизарьев, Д.А. Тараканов, Е.М. Малышева и др. // Естественные и технические науки. — 2023. — № 2(177). — С. 219-223.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Druzhakina O.P. Territorial'naja shema obraschenija s TKO kak novaja model' upravlenija othodami [Territorial Scheme of MSW Management as a New Waste Management Model] / O.P. Druzhakina // Upravlenie tehnosferoj [Technosphere Management]. — 2019. — Vol. 2. — № 4. — P. 419-432. [in Russian]
2. Treyman M.G. Upravlenie i razvitie logisticheskoy dejatel'nosti predprijatija po transportirovke othodov [Management and Development of Logistics Activities of the Waste Transportation Enterprise] / M.G. Treyman. — Saint Petersburg: "Asterion" Centre for Scientific and Information Technologies, 2018. — 96 p. [in Russian]
3. Hristodulo O.I. Algoritm kompleksirovanija marshrutov dlja razrabotki elektronnoj modeli territorial'noj shemy obraschenija s othodami [Route Aggregation Algorithm for the Development of an Electronic Model of the Territorial Waste Management Scheme] / O.I. Hristodulo, A.H. Abdullin, G.F. Bagamanshina // Programmnye produkty i sistemy [Software Products and Systems]. — 2020. — № 1. — P. 76-83. [in Russian]
4. Ahmerov V.V. Sistemnyj analiz v tehnosfernoj bezopasnosti: praktikum [System Analysis in Technosphere Security: a workshop] / V.V. Ahmerov, I.V. Vdovina, N.Ju. Tsvileneva. — Ufa: Ufa State Aviation Technical University, 2022. — 142 p. [in Russian]
5. Mel'tser A.V. Praktika primenenija metodologii otsenki riska zdorov'ju rabotajuschih ot vozdejstvija shuma [The Practice of Applying the Methodology for Assessing the Health Risk of Workers from Exposure to Noise] / A.V. Mel'tser // Vestnik Sankt-peterburgskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii im. I.I. Mechnikova [Bulletin of the St. Petersburg State Medical Academy named after I.I. Mechnikov]. — 2006. — Vol. 7. — № 2. — P. 40-41. [in Russian]
6. Mel'tser A.V. Otsenka riska vozdejstvija proizvodstvennyh faktorov na zdorov'e rabotajuschih [Risk Assessment of the Impact of Production Factors on the Health of Workers] : dis. ... of PhD in Medicine : 14.00.07 / A.V. Mel'tser. — Saint Petersburg, 2008. — 268 p. [in Russian]
7. Makolova L.V. Razvitie logistiki v upravlenii vtorichnymi resursami na predprijatii [Logistics Development in the Management of Secondary Resources at the Enterprise] / L.V. Makolova // Transport: nauka, obrazovanie, proizvodstvo [Transport: Science, Education, Production]. — 2017. — Vol. 4. — P. 153-156. [in Russian]
8. Bodenko E.M. Problemy bezopasnosti organizatsii mul'timodal'nyh perevozok stroitel'nyh othodov [Safety Problems of Organization of Multimodal Transportation of Construction Waste] / E.M. Bodenko, A.M. Perepechenov // Tehniko-tehnologicheskie problemy servisa [Technical and Technological Problems of the Service]. — 2018. — № 2(144). — P. 56-61. [in Russian]
9. Ahtjamov R.G. Risk-orientirovannyj podhod k upravleniju tehnosfernoj bezopasnost'ju: uchebnoe posobie [Risk-based Approach to Technosphere Safety Management: a textbook] / R.G. Ahtjamov, A.N. Elizar'ev, E.N. Elizar'eva. — St. Petersburg: St. Petersburg State University of Railway Transport of Emperor Alexander I, 2020. — 41 p. [in Russian]
10. Elizar'ev A.N. Risk-analiz požarnoj opasnosti ob'ektov skladirovanija othodov [Risk Analysis of Fire Hazard of Waste Storage Facilities] / A.N. Elizar'ev, D.A. Tarakanov, E.M. Malysheva et al. // Estestvennye i tehnicheckie nauki [Natural and Technical Sciences]. — 2023. — № 2(177). — P. 219-223. [in Russian]