

EDN: <https://elibrary.ru/fqsrrg>DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-1-31-38>

УДК 613.62 (985)

© Сюрин С.А., Винников Д.В., 2023

Сюрин С.А.<sup>1</sup>, Винников Д.В.<sup>2,3</sup>**Профессиональные риски здоровью при электролизном переделе никеля (продольное эпидемиологическое исследование)**<sup>1</sup>ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 4, 2-я Советская ул., г. Санкт-Петербург, 191036;<sup>2</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, пр-т Аль-Фараби, 71, Алматы Республика Казахстан, 050040;<sup>3</sup>Российский университет дружбы народов (РУДН), ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198**Введение.** Несмотря на технологическую модернизацию никелевой промышленности, занятые в ней работники продолжают подвергаться повышенному риску развития профессиональной патологии.**Цель исследования** — оценка профессиональных рисков здоровью при электролизном производстве никеля по данным продольного эпидемиологического исследования.**Материалы и методы.** Изучены данные аттестации рабочих мест, периодического медицинского осмотра (2008 г.) и регистра профессиональных заболеваний Мурманской области в 2009–2021 гг.**Результаты.** В 2008 г. у 1397 работников электролизного производства никеля выявлено 3744 хронических непрофессиональных заболеваний, в числе которых наиболее распространёнными были болезни костно-мышечной системы (23,0%). У 41,9% работников была установлена низкая, у 17,7% — умеренная, у 16,7% — средняя, у 10,7% — высокая и у 12,9% — очень высокая категория риска развития профессиональной патологии. В течение последующих 13 лет (2009–2021 гг.) у 89 работников впервые диагностировано 201 хроническое профессиональное заболевание преимущественно органов дыхания (58,7%) и костно-мышечной системы (28,9%). Всего профессиональные заболевания сформировались у 6,4% работников, в том числе у 13,6% чистильщиков, у 7,6% слесарей-ремонтников, у 6,6% электролизников, у 5,7% машинистов крана, у 4,9% аппаратчиков-гидрометаллургов и электромонтёров. Профессиональная заболеваемость составила 114,31 на 10 тыс. работников с наиболее высокими показателями у чистильщиков (328,69). Профессиональные заболевания были выявлены у 1,0% работников с низкой категорией риска, у 2,8% — с умеренной, у 6,8% со средней, у 13,3% — с высокой и у 22,2% — с очень высокой.**Ограничения исследования.** Невозможность полного исключения вероятности диагностики профессионального заболевания у работников, выбывших из группы наблюдения в другие регионы страны.**Заключение.** Получены новые данные о формировании профессиональной патологии в электролизном производстве никеля с учётом специальности работников и категории профессионального риска.**Этика.** Работа выполнялась в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Протокол и дизайн исследования одобрены локальным комитетом ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» от 12.05.2021 г., протокол № 35.4.**Ключевые слова:** электролизное производство никеля; профессиональные риски; болезни органов дыхания; ретроспективная оценка; Арктика**Для цитирования:** Сюрин С.А., Винников Д.В. Профессиональные риски здоровью при электролизном переделе никеля (продольное эпидемиологическое исследование). *Мед. труда и пром. экол.* 2023; 63(1): 31–38. <https://elibrary.ru/fqsrrg> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-1-31-38>**Для корреспонденции:** Сюрин Сергей Алексеевич, гл. науч. сотр. отдела исследований среды обитания и здоровья населения в Арктической зоне РФ, ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, а-р мед. наук. E-mail: [kola.reslab@mail.ru](mailto:kola.reslab@mail.ru)**Участие авторов:**

Сюрин С.А. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных;

Винников Д.В. — написание текста и редактирование.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 14.12.2022 / Дата принятия к печати: 16.12.2022 / Дата публикации: 29.01.2023

Sergei A. Syurin<sup>1</sup>, Denis V. Vinnikov<sup>2,3</sup>**Occupational health risks during nickel electrolysis production (longitudinal epidemiological study)**<sup>1</sup>Northwest Public Health Research Center, 4, 2-ya Sovetskaya St., St. Petersburg, 191036;<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, 71, Al-Farabi Ave., Almaty, Kazakhstan, 050040;<sup>3</sup>Peoples' Friendship University of Russia, 6, Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198**Introduction.** Despite the technological modernization of the nickel industry, workers employed in it continue to be at increased risk of developing occupational pathology.**The study aims** to assess occupational health risks in the electrolysis production of nickel according to the longitudinal epidemiological study.**Materials and methods.** Experts have studied the data of workplace certification, periodic medical examination (2008) and the register of occupational diseases of the Murmansk region in 2009–2021.**Results.** In 2008, scientists identified 3,744 chronic unprofessional diseases in 1,397 nickel electrolysis workers, among which the most common were diseases of the musculoskeletal system (23.0%). 41.9% of workers had a low, 17.7% — moderate, 16.7% — medium, 10.7% — high and 12.9% — very high category of risk for the development of professional pathology. During the next 13 years (2009–2021), the authors have diagnosed 201 chronic occupational diseases for the first time in 89 employees, mainly respiratory organs (58.7%) and musculoskeletal system (28.9%). In total, occupational diseases were

formed in 6.4% of workers, including 13.6% of cleaners, 7.6% of repairmen, 6.6% of electrolyzers, 5.7% of crane drivers, 4.9% of hydrometallurgical apparatuses and electricians. Occupational morbidity was 114.31 per 10,000 workers with the highest rates in cleaners (328.69). We have detected occupational diseases in 1.0% of workers with a low risk category, 2.8% with moderate, 6.8% with medium, 13.3% with high and 22.2% with very high.

**Limitations.** The impossibility of completely eliminating the possibility of diagnosing an occupational disease in workers who have dropped out of the observation group to other regions of the country.

**Conclusion.** Researchers have obtained new data on the formation of occupational pathology in the electrolysis production of nickel, taking into account the specialty of employees and the category of occupational risk.

**Ethics.** We carry out the study in accordance with the principles of the Helsinki Declaration. The protocol and design of the study were approved by the local committee of the North-Western Scientific Center for Hygiene and Public Health of 12.05.2021, Protocol No. 35.4.

**Keywords:** nickel electrolysis production; occupational risks; respiratory diseases; retrospective assessment; Arctic

**For citation:** Syurin S.A., Vinnikov D.V. Occupational health risks during nickel electrolysis production (longitudinal epidemiological study). *Med. truda i prom. ekol.* 2023; 63(1): 31–38. <https://elibrary.ru/fqsrng> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-1-31-38> (in Russian)

**For correspondence:** Sergey A. Syurin, the Chief Researcher of Research of Habitat and Public Health Department in the Arctic Zone, Russian Federation, Northwest Public Health Research Center, Dr. of Sci. (Med.). E-mail: kola.reslab@mail.ru

**Information about the authors:** Syurin S.A. <https://orcid.org/0000-0003-0275-0553>

Vinnikov D.V. <https://orcid.org/0000-0003-0991-6237>

#### Contribution:

Syurin S.A. — research concept and design, data collection and processing;

Vinnikov D.V. — text writing and editing.

**Funding.** The study had no funding.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.

Received: 14.12.2022 / Accepted: 16.12.2023 / Published: 29.01.2023

**Введение.** Работники различных производств никелевой промышленности, в том числе электролизных цехов, относятся к лицам с повышенным риском развития профессиональных заболеваний [1]. Хотя для его снижения постоянно проводится модернизация технологических процессов и средств индивидуальной защиты, металлургии продолжают подвергаться воздействию промышленных загрязнителей, пыли, шума и других вредных производственных факторов [2].

Установлено, что при осуществлении электролизного передела никеля наибольшую угрозу здоровью работников представляют аэрозоли водорастворимых соединений никеля, обладающих сочетанным токсическим, аллергическим и канцерогенным действием [3–5]. Преимущественно ингаляционное поступление в организм соединений никеля обуславливает наиболее частое развитие патологических процессов в дыхательных путях и лёгочной ткани [6, 7]. Контакт соединений никеля с кожными покровами может быть причиной возникновения аллергического дерматита и экземы [8]. Реже выявляется резорбтивный эффект никеля и его соединений, например, в форме рака желудка, почек или других локализаций [9, 10], репродуктивными нарушениями [11]. Среди других вредных производственных факторов электролизного производства никеля можно также отметить ингаляционное воздействие водонерастворимых соединений никеля в отделениях готовой продукции, физические перегрузки, нагревающий микроклимат рабочих мест [12]. Из вредных производственных факторов отрицательное влияние на здоровье работников никелевых предприятий имеют курение табака и ожирение [13, 14].

Хотя проблемы сохранения здоровья работников никелевой промышленности не новы и достаточно известны, трудно ожидать их быстрого решения. Достижению этой цели могут способствовать новые знания, полученные при ретроспективном исследовании особенностей формирования профессиональных заболеваний.

**Цель исследования** — оценка профессиональных рисков здоровью при электролизном производстве никеля по данным продольного эпидемиологического исследования.

**Материалы и методы.** Исходной точкой исследования явились данные аттестации рабочих мест и деперсонифицированные результаты периодического медицинского осмотра 1397 работников в 2008 г. Развитие первичной профессиональной патологии в данной когорте изучено в 13-летнем продольном эпидемиологическом исследовании (2009–2021 гг.). Конечной точкой исследования стал 2021 г. в связи с изменениями условий труда при переходе на новую технологию электроэкстракции никеля. Сведения о состоянии здоровья работников и профессиональной патологии были получены в НИЛ ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» (выполняющий функции Мурманского областного центра профессиональной патологии), где проводились медицинский осмотр, экспертиза связи заболеваний с профессией и принималось заключение о наличии профессионального заболевания. Всего в 2009–2021 гг. профессиональные заболевания были зарегистрированы у 89 работников электролизного производства никеля.

Рассчитывались риск (Р) в отдельных группах специалистов как среднегодовой показатель профессиональной заболеваемости (на 10 тыс. работников), относительный риск (ОР) между группами специалистов и 95% доверительный интервал (95% ДИ). Число человеко-лет наблюдения составило:  $1397 \times 13 - 89 \times 6,5 = 17\,582,5$ .

Описательные характеристики изучаемой профессиональной группы представлены в виде абсолютных значений, процентной доли, среднего арифметического, стандартной ошибки среднего арифметического ( $M \pm m$ ), *t*-критерия Стьюдента. Критический уровень значимости нулевой гипотезы составлял 0,05. Статистическая обработка результатов была проведена с применением программного обеспечения *Microsoft Excel 2016* и *Epi Info*, *v. 7.0*.

**Результаты.** В цехах электролиза никеля основным вредным фактором являются аэрозоли водорастворимых соединений никеля (в основном сульфаты). Их средняя концентрация в воздухе производственных помещений находится на уровне 0,048–0,165 мг/м<sup>3</sup> (превышение ПДК в 9,6–33,0 раза). Средние концентрации соединений ко-

бальта и меди, хлора, серной кислоты значений ПДК не превышают. Для работников ряда специальностей, особенно электролизников водных растворов, выполнение трудовых операций связано с фиксированной рабочей позой, общими и локальными физическими нагрузками, повторяющимися наклонами и поворотами корпуса. Фактор шума имеет значение для лиц, занятых ремонтом и эксплуатацией различных механизмов. Микроклимат цехов отличается высокой влажностью и температурой воздуха, что обусловлено большой открытой поверхностью нагретых электролитных растворов. Температура воздуха в тёплый период года, может достигать 30–35°C при относительной влажности 90%. Наиболее экспонируемой группой рабочих при электролизном производстве никеля являются электролизники, условия труда которых, по общей оценке, соответствуют классу вредности 3.4. Условия труда остальных работников оцениваются как класс вредности 3.3.

Данные периодического медицинского осмотра 2008 г., помимо динамического наблюдения за состоянием здоровья работников и выявления ранних признаков воздействия вредных производственных факторов, были использованы для определения у каждого работника категории риска развития профессиональной патологии [15, 16]. Из 1397 обследованных лиц мужчин было 960 (68,7%), а женщин — 437 (31,3%) человек. Их средний возраст и продолжительность стажа равнялись 38,9±0,3 года и 13,5±0,2 года соответственно. Регулярно курили 717 (51,3%) человек с экспозицией к табачному дыму 9,94±0,35 пачка/лет.

Распределение работников по профессиям было следующим: аппаратчики-гидрометаллурги — 389 (27,8%), электролизники водных растворов — 366 (26,2%), слесари-ремонтники — 185 (13,2%), машинисты крана — 106 (7,6%), чистильщики готовой продукции — 103 (7,4%), электромонтеры — 102 (7,3%) человек, мастера и инженерно-технические работники — 69 (4,9%), работники других профессий — 77 (5,5%).

По результатам медицинского осмотра доля практически здоровых лиц колебалась от 11,3% (аппаратчики-гидрометаллурги) до 16,0% (машинисты крана). Всего было диагностировано 3744 хронических непрофессиональных заболеваний. Наиболее распространёнными были болезни костно-мышечной системы (23,0% в общей структуре патологии). Реже выявлялись болезни глаза (19,0%), органов дыхания (12,7%), системы кровообращения (12,5%), эндокринной системы (9,7%), органов пищеварения (6,2%),

мочеполовой системы (5,8%), инфекционные болезни (5,5%), болезни кожи и подкожной клетчатки (4,6%). В единичных случаях устанавливались болезни уха и нервной системы, новообразования, травмы и другие последствия воздействия внешних причин (0,5–2,0%). Число различных нозологических форм заболеваний, выявляемых у одного работника, варьировало от 2,46±0,22 (машинисты крана) до 2,79±0,17 (слесари-ремонтники) случаев. Число болезней органов дыхания ( $n=302$ ) у курящих работников было выше ( $p<0,001$ ), чем у некурящих ( $n=124$ ).

С учётом стажа, возраста, клинического состояния и условий труда у 586 (41,9%) работников была установлена низкая, у 247 (17,7%) — умеренная, у 234 (16,7%) — средняя, у 150 (10,7%) — высокая и у 180 (12,9%) — очень высокая категория риска развития профессиональной патологии.

В 2009–2021 гг., то есть в течение 13 лет после медицинского осмотра, профессиональные заболевания сформировались у 89 (6,4%) работников электролизного передела никеля, включая 13,6% чистильщиков, 7,6% слесарей-ремонтников, 6,6% электролизников, 5,7% машинистов крана и по 4,9% аппаратчиков-гидрометаллургов и электромонтёров. В числе лиц с профессиональной патологией было 60 (67,4%) мужчин и 29 (32,6%) женщин. Регулярно курили 54 (60,7%) человека.

Между работниками сравниваемых групп, у которых возникали заболевания, установлены возрастные и гендерные различия (*табл. 1*). Так, средний возраст на момент первичного выявления профессиональных заболеваний у слесарей-ремонтников был выше, чем у машинистов крана ( $p=0,035$ ). Гендерные различия заключались в том, что группы электромонтёров и слесарей состояли только из мужчин, а машинистами крана были только женщины. Между сравниваемыми группами отсутствовали значимые отличия по средней продолжительности стажа.

Наибольшее число нозологических форм заболеваний, выявляемых впервые у одного работника, отмечалось у машинистов крана. Оно было больше, чем у аппаратчиков-гидрометаллургов ( $p<0,001$ ), электролизников ( $p<0,001$ ), слесарей-ремонтников ( $p<0,001$ ) и электромонтёров ( $p<0,001$ ). После крановщиков второе место по числу заболеваний у одного работника занимали чистильщики, превосходя по этому показателю аппаратчиков-гидрометаллургов ( $p=0,047$ ) и электромонтёров ( $p=0,003$ ).

В структуре профессиональной патологии преобладали (58,7%) болезни органов дыхания ( $n=118$ ). На доли болезней костно-мышечной системы ( $n=58$ ) и уха ( $n=16$ )

Таблица 1 / Table 1

### Общая характеристика работников с профессиональной патологией General characteristics of workers with occupational pathology

Специальность работника	Возраст, лет	Стаж, лет	Мужчины, человек	Женщины, человек	Число болезней у одного работника
Аппаратчик-гидрометаллург ( $n=19$ )	53,5±1,8	26,6±1,9	12 (63,2%)	7 (36,8%)	1,95±0,24
Электролизник ( $n=24$ )	51,7±1,2	24,7±1,3	11 (45,8%)	13 (54,2%)	2,08±0,26
Слесарь-ремонтник ( $n=14$ )	54,6±1,4	27,1±2,2	14(100,0%)	0	2,07±0,22
Машинист крана ( $n=6$ )	48,2±2,3	22,2±3,6	0	6 (100,0%)	4,00±0,36
Чистильщик ( $n=14$ )	48,7±2,5	21,8±1,6	11 (78,6%)	3 (21,4%)	2,93±0,37
Электромонтер ( $n=5$ )	51,8±1,1	25,0±2,5	5 (100,0%)	0	1,40±0,24
Другие работники ( $n=7$ )	54,1±1,8	31,4±1,7	4 (57,1%)	3 (42,9%)	1,86±0,59

приходилось 28,9% и 8,0% соответственно. В единичных случаях выявлялись болезни нервной системы, кожи и злокачественные новообразования (по 1,5%). Курение повышало риск развития болезней органов дыхания: ОР=1,32; ДИ 1,01–1,73. Кроме чистильщиков, болезни органов дыхания преобладали в остальных пяти группах работников. Напротив, у чистильщиков доля костно-мышечных болезней превышала показатели у слесарей-ремонтников ( $p<0,001$ ), аппаратчиков-гидрометаллургов ( $p=0,020$ ) и электромонтёров ( $p=0,021$ ). Различия в удельном весе болезней уха проявлялись в их большей доле у слесарей-ремонтников по сравнению с чистильщиками ( $p=0,041$ ) и электролизниками ( $p=0,005$ ). Малое число случаев болезней кожи, нервной системы и злокачественных новообразований не позволили выявить особенности их развития (табл. 2).

В 2009–2021 гг. отмечались резкие колебания ежегодного количества впервые выявившихся профессиональных больных и заболеваний (различия в 22 и 44 раза соответственно). Наибольшими показателями были в начале периода наблюдения со значительным снижением в его середине и последующим подъёмом в конце (рисунок).

Среднегодовой уровень профессиональной заболеваемости в 2009–2021 гг. среди всех специалистов электролизного производства составил  $114,3\pm 9,0$  на 10 тыс. работников, что в 104,9 раза превышает общероссийский показатель для всех видов экономической деятельности в 2021 г.<sup>1</sup> Максимальные значения были выявлены у чистильщиков, а минимальные — у электромонтёров (табл. 3).

Риск развития профессиональной патологии в группе чистильщиков статистически значимо превышал аналогичные показатели во всех сравниваемых группах работников: электролизников (ОР=3,0; 95% ДИ 2,02–4,63), аппаратчиков-гидрометаллургов (ОР=4,4; 95% ДИ 2,81–6,80), электромонтёров (ОР=6,1; 95% ДИ 2,73–13,48), слесарей-ремонтников (ОР=2,6; 95% ДИ 1,61–4,19), машинистов крана (ОР=1,8; 95% ДИ 1,10–3,02), других специалистов (ОР=4,7; 95% ДИ 2,52–8,73).

Далее был проведён анализ формирования профессиональных заболеваний в зависимости от установленной по

<sup>1</sup> О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году: Государственный доклад. — М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2022.

Таблица 2 / Table 2

**Структура профессиональной патологии у работников электролизного производства никеля, случаи (%)**  
**Structure of occupational diseases in nickel electrolysis production employees, cases (%)**

Показатель	Аппаратчики-гидрометаллурги	Электролизники	Слесари-ремонтники	Машинисты крана	Чистильщики готовой продукции	Электромонтёры	Прочие работники
Болезни органов дыхания, в том числе:	26 (70,3)	32 (64,0)	20 (69,0)	13 (54,2)	15 (36,6)	6 (85,7)	6 (46,2)
хронический бронхит	14 (37,8)	14 (28,0)	11 (37,9)	2 (8,3)	7 (17,1)	5 (71,4)	5 (38,5)
хроническая обструктивная болезнь лёгких	1 (2,7)	5 (10,0)	3 (10,3)	3 (12,5)	1 (2,4)	0	0
бронхиальная астма	8 (21,6)	7 (14,0)	2 (6,9)	4 (16,7)	3 (7,3)	0	1 (7,7)
хронический ринофарингит	0	1 (2,0)	2 (6,9)	2 (8,3)	1 (2,4)	0	0
хронический фаринголарингит	3 (8,1)	5 (10,0)	2 (6,9)	2 (8,3)	3 (7,3)	1 (14,3)	0
Болезни костно-мышечной системы, в том числе:	7 (18,9)	17 (34,0)	2 (6,9)	9 (37,5)	19 (46,3)	0	4 (30,8)
радикуллопатия	5 (13,5)	6 (12,0)	1 (3,4)	3 (12,5)	5 (12,2)	1	0
эпикондилит(ез) плечевых костей	1 (2,7)	1 (2,0)	0	0	5 (12,2)	0	0
деформирующий остеоартроз	0	0	0	0	1 (2,4)	0	1 (7,7)
плечелопаточный периартроз	0	1 (2,0)	0	0	5 (12,2)	0	1 (7,7)
рефлекторные синдромы (шейного и поясничного уровня)	3 (8,1)	11 (22,0)	0	6 (25,0)	2 (4,9)	0	2 (15,4)
Болезни уха (нейросенсорная тугоухость)	3 (8,1)	1 (2,0)	6 (20,7)	1 (4,2)	2 (4,9)	1 (14,3)	2 (15,4)
Болезни нервной системы (полиневропатия)	0	0	1 (3,4)	0	2 (4,9)	0	0
Болезни кожи (контактный дерматит, экзема)	0	0	0	2 (8,4)	1 (2,4)	0	2 (15,4)
Новообразования злокачественные	1 (2,7)	0	0	0	2 (4,9)	0	0



**Рисунок. Ежегодное количество впервые выявленных профессиональных больных и заболеваний**  
**Figure. Annual number of newly diagnosed occupational patients and diseases**

Таблица 3 / Table 3

**Среднегодовой показатель профессиональной заболеваемости (риск) у работников электролизного производства различных специальностей**  
**Occupational pathology indicators of electrolysis production workers of various specialties**

Специальность работника	Число человеко-лет наблюдения	Число профессиональных заболеваний (случаи)	Среднегодовая профессиональная заболеваемость (риск) на 10 тыс. работников
Аппаратчик-гидрометаллург	4933,5	37	75,10±12,31
Электролизник	4602,0	50	108,47±15,30
Слесарь-ремонтник	2314,0	29	125,24±23,14
Машинист крана	1339,0	24	179,24±36,3
Чистильщик готовой продукции	1248,0	41	328,69±50,49
Электромонтёр	1293,5	7	54,12±20,42
Другие специальности	1852,5	13	70,28±19,40

данным периодического медицинского осмотра (2008 г.) категории риска. За весь период наблюдения профессиональные заболевания были выявлены у 1,0% работников с низкой категорией риска, у 2,8% — с умеренной, у 6,8% со средней, у 13,3% — с высокой и у 22,2% — с очень высокой. Среднее время их формирования стабильно укорачивалось от низкой до очень высокой категории риска ( $p < 0,001$ ). Уровень профессиональной заболеваемости был максимальным при очень высокой категории риска, превышая показатель низкого риска в 24,3 раза (табл. 4).

Вероятность формирования профессиональной патологии увеличивалась с переходом в каждую следующую категорию риска. Исключение составила только переход от низкой к умеренной категории ( $OR=2,77$ ; 95% ДИ 0,94–8,15), где различия не достигали порога статистической значимости. При средней категории риска вероятность формирования профессиональной патологии была больше, чем при умеренной ( $OR=2,41$ ; ДИ 1,01–5,76), при высокой — больше, чем при средней ( $OR=1,95$ ; 1,04–3,64) и при очень высокой — больше, чем при высокой ( $OR=1,67$ ; ДИ 1,02–2,72).

**Обсуждение.** Проведённое исследование позволило установить ряд новых данных, заслуживающих рассмотре-

ния и обсуждения. Прежде всего, обращает на себя внимание высокий уровень профессиональной заболеваемости работников электролизного переделья никеля, превышающий на два порядка общероссийский показатель для всех видов экономической деятельности. В качестве причин этого феномена можно рассматривать комбинированное действие вредных условий труда и климата Арктики, а также, вероятно, более точный учёт данных в наблюдаемой когорте.

В ранее выполненных работах основное внимание уделялось условиям труда и состоянию здоровья электролизников и аппаратчиков-гидрометаллургов, которые, как считалось, имели максимальный риск развития производственно-обусловленных и профессиональных заболеваний [2, 6]. Однако представленные в статье данные свидетельствуют о том, что в 2009–2021 гг. из всех работников электролизного производства никеля наибольший риск профессиональному здоровью возникает у чистильщиков готовой продукции. У чистильщиков, по сравнению с другими специалистами, выявлена меньшая доля в структуре общей патологии болезней органов дыхания и бóльшая — болезней костно-мышечной системы. Также два из трех случаев злокачественных новообразований были выявлены у чистильщиков.

**Развитие профессиональной патологии при различных категориях риска**  
**Development of occupational pathology in various risk categories**

Категория риска развития профессиональных заболеваний	Число человеко-лет наблюдения	Число работников с профессиональными заболеваниями (человек)	Среднегодовая профессиональная заболеваемость на 10 тыс. работников	Средний период формирования профессиональной патологии (лет)
Низкая	7579,0	6	7,92±3,20	10,80±1,45
Умеренная	3165,5	7	22,11±8,29	9,14±1,58
Средняя	2938,0	16	54,46±13,61	7,94±1,00
Высокая	1820,0	20	109,89±24,43	4,75±0,82
Очень высокая	2080,0	40	192,31±30,08	3,69±0,50

Полученные данные делают необходимым более подробно охарактеризовать условия труда и выполняемые чистильщиками технологические операции. Функциональные обязанности чистильщика готовой продукции включают чистку и промывку никелевых пластин, удаление окислов, шероховатостей, остатков кислот и щелочей с поверхности металла с применением смазочных материалов и моющих растворов. Помимо этого, чистильщик производит сбор отходов металлической пыли, складирование очищенного металла, сортировку обработанной продукции, её маркировку, увязку и транспортировку. Работы осуществляются вручную и с применением вращающихся войлочных и кордовых щёток. Необычность условий труда чистильщика является экспозиция к пыли никеля и его соединений (а не к аэрозолям водорастворимых соединений никеля), химическим факторам (моющие средства и растворители), охлаждающий микроклимат отделений готовой продукции электролизных цехов. Условия труда чистильщика оцениваются как класс вредности 3.3, то есть как менее вредные по сравнению с электролизниками водных растворов (класс вредности 3.4).

Полученные данные не позволяют объяснить более высокий риск развития профессиональной патологии у чистильщиков при менее вредных условиях труда, чем у электролизников. Возможно, это следствие неполного учёта при определении итогового класса условий труда, негативного эффекта, возникающего при сочетании нескольких вредных производственных факторов, к которым экспонированы чистильщики. Во всяком случае, это даёт основание для проведения более тщательной оценки условий труда работников данной специальности.

Обращают на себя внимание выраженные ежегодные колебания числа профессиональных заболеваний и профессиональных больных среди работников электролизного производства никеля. Этот феномен может быть связан с недостаточным качеством организации и проведения медицинских осмотров, неполным выявлением патологии или её диагностикой на поздних стадиях развития, различными подходами врачей к трактовке выявленных нарушений здоровья [17].

Важно отметить, что данные периодического медицинского осмотра позволяют с определённой точностью прогнозировать вероятность и сроки формирования про-

фессиональной патологии на основе учёта стажа, возраста, условий труда, состояния органов-мишеней, структуры непрофессиональных заболеваний, курения. Выделение пяти степеней профессионального риска обеспечивает преемственность и большую дифференциацию профилактических мероприятий [15, 16].

Повышенный риск развития у курящих работников профессиональных заболеваний органов дыхания подтверждает важность прекращения курения при экспозиции к никельсодержащим аэрозолям и пыли, так как курение на рабочем месте многократно повышает риск таких заболеваний [18, 19]. Возможно предполагать потенцирование негативных эффектов табачного дыма и соединений никеля при их сочетанном ингаляционном воздействии на органы дыхания [6, 20].

В качестве ограничения данного исследования следует рассматривать невозможность у бывших работников полного исключения случаев профессиональных заболеваний, диагностированных в других регионах страны. Это касается лиц, выбывших из исследуемой группы в течение 13 лет наблюдения в связи с переездом на новое место жительства. Однако с учётом сложившейся в России практики, это маловероятно, так как бывшие работники выезжают на новое место жительства только после официальной регистрации профессионального заболевания.

**Заключение.** Впервые установлено, что в течение 13 лет профессиональная патология развивается у 6,4% работников электролизного передела никеля, не имевших противопоказаний к данному виду труда. В структуре профессиональной патологии преобладают болезни органов дыхания (58,7%), а уровень заболеваемости составляет 114,31 на 10 тыс. работников. Впервые показано, что наибольший риск здоровью возникает у чистильщиков, у 13,6% которых в течение 2009–2021 гг. развились профессиональные заболевания, а среднегодовой уровень заболеваемости достигал 328,69 на 10 тыс. работников.

Данные периодического медицинского осмотра работников электролизного производства никеля позволяют определить пять категорий риска развития у них профессиональных заболеваний, что делает возможным последующее проведение целенаправленных риск-ориентированных профилактических мероприятий.

#### Список литературы

1. Липатов Г.Я., Адриановский В.И., Гоголева О.И. Химические факторы профессионального риска у рабочих основных профессий в металлургии меди и никеля. *Гигиена и санитария*. 2015; 94(2): 64–7.
2. Горбанев С.А., Сюрин С.А. Профессиональная патология у работников медно-никелевой промышленности в Кольской Арктике (1989–2018 гг.) *Здоровье населения и среда обитания*. 2020; 10(331): 22–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-331-10-22-27>

3. Casarett and Doulls *Toxicology: The basic science of poisons*. 7<sup>th</sup> Edition. Ed. C.D. Klaassen P. McGraw-Hill Medical Publishing Division; 2008: 950–1.
4. Di Bucchianico S., Gliga A.R., Åkerlund E., Skoglund S., Walinder I.O., Fadeel B. et al. Calcium-dependent cyto- and genotoxicity of nickel metal and nickel oxide nanoparticles in human lung cells. *Part Fibre Toxicol.* 2018; 15(1): 32. <https://doi.org/10.1186/s12989-018-0268-y>
5. Buxton S., Garman E., Heim K.E., Lyons-Darden T., Schlekot C.E., Taylor M.D. et al. Concise Review of Nickel Human Health Toxicology and Ecotoxicology. *Inorganics.* 2019; 7(7): 89. <https://doi.org/10.3390/inorganics7070089>
6. Сюрин С.А., Шилов В.В. Бронхолегочная патология у работников никелевой промышленности: особенности развития, диагностики и киники. *Профилактическая и клиническая медицина.* 2015; 4: 50–6.
7. Серебряков П.В., Федина И.Н., Рушкевич О.П. Особенности формирования злокачественных новообразований органов дыхания у работников предприятий по добыче и переработке медно-никелевых руд. *Мед. труда и пром. экол.* 2018; 9: 9–15. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-9-9-15>
8. Ahlström M.G., Thyssen J.P., Wennervaldt M., Menné T., Johansen J.D. Nickel allergy and allergic contact dermatitis: A clinical review of immunology, epidemiology, exposure, and treatment. *Contact Dermatitis.* 2019; 81(4): 227–41. <https://doi.org/10.1111/cod.13327>
9. Michalek I.M., Martinsen J.I., Weiderpass E., Hansen J., Sørensen P., Tryggvadottir L. et al. Heavy metals, welding fumes, and other occupational exposures, and the risk of kidney cancer: A population-based nested case-control study in three Nordic countries. *Environ Res.* 2019; 173: 117–23. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.03.023>
10. Sciannameo V., Ricceri F., Soldati S., Scarnato C., Gerosa A., Giacomozzi G. et al. Cancer mortality and exposure to nickel and chromium compounds in a cohort of Italian electroplaters. *Am. J. Ind. Med.* 2019; 62(2): 99–110. <https://doi.org/10.1002/ajim.22941>
11. Vaktskjold A., Talykova L.V., Chashchin V.P., Odland J.Ø., Nieboer E. Spontaneous abortions among nickel-exposed female workers. *Int. J. Environ. Health Res.* 2008; 18(2): 99–115. <https://doi.org/10.1080/09603120701498295>
12. Черкай З.Н., Шилов В.В. К вопросу о профессиональной заболеваемости работников в горно-металлургической промышленности. *Горный информационно-аналитический бюллетень.* 2015; 2: 641–9.
13. Тарновская Е.В., Сюрин С.А. Значение образа жизни в развитии бронхолегочных заболеваний у работников никелевой промышленности Кольского Заполярья. *Экология человека.* 2011; 11: 7–11.
14. Шилов В.В., Сюрин С.А. Влияние курения и производственных аэрополлютантов на респираторное здоровье работников никелевой промышленности. *Мед. труда и пром. экол.* 2015; 11: 40–5.
15. Сюрин С.А., Горбанев С.А. Профессиональная патология: как сохранить здоровье работающего человека. *Безопасность и охрана труда.* 2018; 3: 48–50.
16. Кизеев А.Н., Сюрин С.А. Общая и профессиональная патология при производстве черного никеля и меди. *Здоровье населения и среда обитания.* 2022; 30(5): 76–85. <https://doi.org/https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-5-76-85>
17. Чеботарев А.Г. Состояние условий труда и профессиональной заболеваемости работников горнодобывающих предприятий. *Горная промышленность.* 2018; 1(137): 92–5. <http://doi.org/10.30686/1609-9192-2018-1-137-92-95>
18. Vinnikov D., Raushanova A., Kyzayeva A., Romanova Z., Tulekov Z., Kenessary D. et al. A Lifetime occupational history, respiratory symptoms and chronic obstructive pulmonary disease: results from a population-based study. *Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis.* 2019; 14: 3025–34. <https://doi.org/10.2147/COPD.S229119>
19. Vinnikov D., Blanc P.D., Brimkulov N., Redding-Jones R. Five-year lung function observations and associations with a smoking ban among healthy miners at high altitude (4000 m). *Occup. Environ. Med.* 2013; 55(12): 1421–5. <https://doi.org/10.2147/COPD.S229119>
20. Thanasiyas E., Koutsoumplias D., Vlastos D., Halkos G., Matthopoulos D., Makropoulos V. Evaluation of Genetic Damage to Workers in a Nickel Smelting Industry. *Occup. Dis. Environ. Med.* 2019; 7: 21–35. <https://doi.org/10.4236/odem.2019.71003>

## References

1. Lipatov G.Я., Adrianovsky V.I., Gogoleva O.I. Chemical factors of occupational cancer in workers of the main professions in the metallurgy of copper and nickel. *Gigiena i Sanitariya.* 2015; 94(2): 64–7 (in Russian).
2. Gorbanev S.A., Syurin S.A. Occupational pathology among workers in the copper-nickel industry in the Kola Arctic (1989–2018). *Zdorove naseleniya i sreda obitaniya.* 2020; 10(331): 22–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-331-10-22-27> (in Russian).
3. Casarett and Doulls *Toxicology: The basic science of poisons*. 7<sup>th</sup> Edition. Ed. C.D. Klaassen P. McGraw-Hill Medical Publishing Division; 2008: 950–1.
4. Di Bucchianico S., Gliga A.R., Åkerlund E., Skoglund S., Walinder I.O., Fadeel B. et al. Calcium-dependent cyto- and genotoxicity of nickel metal and nickel oxide nanoparticles in human lung cells. *Part Fibre Toxicol.* 2018; 15(1): 32. <https://doi.org/10.1186/s12989-018-0268-y>
5. Buxton S., Garman E., Heim K.E., Lyons-Darden T., Schlekot C.E., Taylor M.D. et al. Concise Review of Nickel Human Health Toxicology and Ecotoxicology. *Inorganics.* 2019; 7(7): 89. <https://doi.org/10.3390/inorganics7070089>
6. Syurin S.A., Shilov V.V. Bronchopulmonary pathology in workers of the nickel industry: features of development, diagnosis and clinic. *Profilakticheskaya i klinicheskaya medicina.* 2015; 4: 50–6 (in Russian).
7. Serebryakov P.V., Fedina I.N., Rushkevich O.P. Features of the formation of malignant neoplasms of the respiratory organs in workers of enterprises for the extraction and processing of copper-nickel ores. *Мед. труда и пром. экол.* 2018; 9: 9–15. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-9-9-15> (in Russian).
8. Ahlström M.G., Thyssen J.P., Wennervaldt M., Menné T., Johansen J.D. Nickel allergy and allergic contact dermatitis: A clinical review of immunology, epidemiology, exposure, and treatment. *Contact Dermatitis.* 2019; 81(4): 227–41. <https://doi.org/10.1111/cod.13327>
9. Michalek I.M., Martinsen J.I., Weiderpass E., Hansen J., Sørensen P., Tryggvadottir L. et al. Heavy metals, welding fumes, and other occupational exposures, and the risk of kidney cancer: A population-based nested case-control study in three Nordic countries. *Environ Res.* 2019; 173: 117–23. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.03.023>
10. Sciannameo V., Ricceri F., Soldati S., Scarnato C., Gerosa A., Giacomozzi G. et al. Cancer mortality and exposure to nickel and chromium compounds in a cohort of Italian electroplaters. *Am. J. Ind. Med.* 2019; 62(2): 99–110. <https://doi.org/10.1002/ajim.22941>
11. Vaktskjold A., Talykova L.V., Chashchin V.P., Odland J.Ø., Nieboer E. Spontaneous abortions among nickel-exposed female workers. *Int. J. Environ. Health Res.* 2008; 18(2): 99–115. <https://doi.org/10.1080/09603120701498295>
12. Cherkai Z.N., Shilov V.V. To the question of occupational morbidity of workers in the mining and metallurgical industry. *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten'.* 2015; 2: 641–9 (in Russian).

13. Tarnovskaya E.V., Syurin S.A. Significance of lifestyle in the development of bronchopulmonary diseases among employees of the nickel industry of the Kola Arctic. *Ekologiya cheloveka*. 2011; 11: 7–11 (in Russian).
14. Shilov V.V., Syurin S.A. Effects of smoking and industrial air pollutants on the respiratory health of workers in the nickel industry. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2015; 11: 40–5 (in Russian).
15. Syurin S.A., Gorbanev S.A. Occupational pathology: how to maintain health of a working person. *Bezopasnost' i ohrana truda*. 2018; 3: 48–50 (in Russian).
16. Izeev A.N., Syurin S.A. General medical conditions and occupational diseases in workers engaged in crude nickel and copper production. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2022; 30(5): 76–85. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-5-76-85> (in Russian)
17. Chebotarev A.G. The state of working conditions and occupational morbidity of workers in mining enterprises. *Gornaya promyshlennost'*. 2018; 1(137): 92–5. <https://doi.org/10.30686/1609-2018-1-137-92-95> (in Russian).
18. Vinnikov D., Raushanova A., Kyzayeva A., Romanova Z., Tulekov Z., Kenessary D., Auyezova A. Lifetime occupational history, respiratory symptoms and chronic obstructive pulmonary disease: results from a population-based study. *Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis*. 2019; 14: 3025–34. <https://doi.org/10.2147/COPD.S229119>
19. Vinnikov D., Blanc P.D., Brimkulov N., Redding-Jones R. Five-year lung function observations and associations with a smoking ban among healthy miners at high altitude (4000 m). *Occup. Environ. Med.* 2013; 55(12): 1421–25. <https://doi.org/10.2147/COPD.S229119>
20. Thanasiyas E., Koutsoumplias D., Vlastos D., Halkos G., Matthopoulos D., Makropoulos V. Evaluation of Genetic Damage to Workers in a Nickel Smelting Industry. *Occup. Dis. Environ. Med.* 2019; 7: 21–35. <https://doi.org/10.4236/ojem.2019.71003>