

# МЕДИЦИНА ТРУДА

## OCCUPATIONAL MEDICINE

© СЮРИН С.А., ВИННИКОВ Д.В., 2025



Сюрин С.А.<sup>1</sup>, Винников Д.В.<sup>2</sup>

## Коморбидная профессиональная патология при металлургической переработке медно-никелевой руды

<sup>1</sup>ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 191036, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, 050040, Алма-Ата, Республика Казахстан

### РЕЗЮМЕ

**Введение.** Проблема коморбидной патологии, приобретающая всё большее значение для внутренней медицины, пока ещё мало известна в медицине труда.

**Цель** исследования состояла в изучении причин развития, распространённости и структуры коморбидной профессиональной патологии при металлургической переработке медно-никелевой руды.

**Материалы и методы.** Изучены данные реестра выписок из карт учёта профессиональных заболеваний и отравлений в Мурманской области и Красноярском крае в 2007–2021 гг.

**Результаты.** Коморбидная патология отмечена у 24,6% работников никелевой промышленности с впервые выявленными профессиональными заболеваниями. Она отсутствовала в 2007–2008 гг., впервые появилась в 2009 г., а в 2021 г. определялась у 83,3% работников. Число заболеваний у 1 работника за этот период увеличилось в 3,17 раза. Два заболевания были диагностированы у 66 (14,9%) работников, 3 — у 22 (5,0%), 4 — у 15 (3,4%), 5 у 11 (2,5%), 6 — у 3 (0,7%). Развитие профессиональной коморбидности было связано с увеличением экспозиции к сочетанному действию вредных производственных факторов (прежде всего, соединения никеля и тяжесть трудового процесса), несовершенством технологических процессов, условиями труда некоторых специалистов (чистильщики готовой продукции и машинисты крана). В структуре коморбидной патологии наиболее распространены болезни органов дыхания (31,5%) и костно-мышечной системы (23,0%).

**Ограничение исследования.** Исследование ограничено изучением причин развития, распространённости и структуры коморбидной профессиональной патологии у работников, занятых на металлургической переработке медно-никелевой руды на предприятиях Мурманской области и Красноярского края.

**Заключение.** У работников никелевой промышленности, подвергающихся сочетанному воздействию различных по природе вредных производственных факторов, к развитию профессиональной коморбидности приводит продолжающаяся трудовая деятельность лиц с начальными признаками нарушений здоровья. Для её профилактики необходимо своевременное определение соответствия состояния здоровья работников действующим вредным факторам.

**Ключевые слова:** никелевая промышленность; условия труда; риски здоровью; профессиональная коморбидность

**Соблюдение этических стандартов:** данное исследование не требует заключения комитета по биомедицинской этике, так как основано на архивных материалах, не содержащих персональных сведений.

**Для цитирования:** Сюрин С.А., Винников Д.В. Коморбидная профессиональная патология при металлургической переработке медно-никелевой руды. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2025; 69(3): 270–277. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2025-69-3-270-277> <https://elibrary.ru/otxoim>

**Для корреспонденции:** Сюрин Сергей Алексеевич, e-mail: kola.reslab@mail.ru

**Участие авторов:** Сюрин С.А. — концепция и дизайн исследования, сбор и анализ данных, написание статьи, редактирование; Винников Д.В. — сбор и анализ литературных источников, написание текста, редактирование. *Все соавторы* — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Поступила: 14.12.2023 / Принята к печати: 29.03.2024 / Опубликовано: 30.06.2025

Sergei A. Syurin<sup>1</sup>, Denis V. Vinnikov<sup>2</sup>

## Comorbid occupational diseases in copper-nickel ore metallurgical processing

<sup>1</sup>Northwest Public Health Research Center, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation;

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan

### ABSTRACT

**Introduction.** The problem of comorbid pathology, which is becoming increasingly more important for internal medicine, is still little known in occupational medicine.

**The purpose of the study** is to obtain new data on the development, prevalence, and structure of occupational comorbidity in the copper-nickel ore metallurgical processing.

**Materials and methods.** We studied the data from the register of extracts from occupational disease and poisoning records (Order of the Ministry of Health and Social Development of Russia No. 417 dated 27.04.2012 Health of Russia dated May 28, 2001 No. 176) in the Murmansk region and Krasnoyarsk Territory for 2007–2021.

**Results.** In 2007–2021, 24.6% of nickel industry workers with newly diagnosed occupational diseases developed comorbid pathology. Its prevalence rose from 0% in 2007–2008 to 83.3% in 2021, and the number of diseases increased by 3.17 times over this period. Two diseases were diagnosed in 66 (14.9%), three in 22 (5.0%), four in fifteen (3.4%), five in eleven (2.5%), and six in three (0.7%) of employees. The development of occupational comorbidity is associated with a rise in exposure to the combined effect of harmful production factors (primarily chemicals and the severity of labor), the imperfection of technological processes, and the working conditions of some specialists (primarily cleaners of finished products and crane operators). Respiratory and musculoskeletal diseases were the most prevalent in the structure of comorbid pathology: 31.5% and 23.0%, respectively.

**Research limitations.** The study is limited to the study of the causes of development, prevalence and structure of comorbid occupational pathology in workers engaged in metallurgical processing of copper-nickel ore at enterprises in the Murmansk region and Krasnoyarsk territory.

**Conclusion.** In the nickel industry workers, exposed to combination of production hazards of various natures, the development of occupational comorbidity is caused by the continued work activity of individuals with initial signs of health disorders. For its prevention, it is necessary to timely determine the compliance of the workers' health status with the current production hazards exposure.

**Keywords:** nickel industry; working conditions; health risks; occupational comorbidity

**Compliance with ethical standards.** This study does not require the approval of a biomedical ethics committee, as it is based on archival materials that do not contain personal information.

**For citation:** Syurin S.A., Vinnikov D.V. Comorbid occupational diseases in copper-nickel ore metallurgical processing. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii / Health Care of the Russian Federation, Russian journal.* 2025; 69(3): 270–277. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2025-69-3-270-277> <https://elibrary.ru/otxoim> (in Russian)

**For correspondence:** Sergei A. Syurin, e-mail: kola.reslab@mail.ru

**Contribution of the authors:** Syurin S.A. — concept and design of the study, collection and analysis of literary sources, writing of the text, editing; Vinnikov D.V. — collection and analysis of literary sources, writing of the text, editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

**Funding.** The study had no sponsorship.

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

Received: December 14, 2023 / Accepted: March 29, 2024 / Published: June 30, 2025

## Введение

Состояние здоровья работающего населения, включая ежегодные данные о числе и характере впервые установленных профессиональных заболеваний (ПЗ), является одним из важнейших индикаторов благополучия общества [1–4]. Однако важно не только их общее число, но и количество нозологических форм заболеваний, диагностируемых у одного работника [5].

Проблема коморбидности, т. е. одновременного наличия у одного пациента двух и более необязательно связанных единым патогенезом заболеваний, чрезвычайно актуальна как для России, так и для других стран [6–8]. Доказано, что с коморбидностью связаны многочисленные неблагоприятные медико-социальные последствия: рост показателей госпитализации, временной и стойкой потери трудоспособности, смертности; снижение качества жизни; увеличение затрат на оказываемую медицинскую помощь [9–11], особенно у пожилых лиц [12–14] и при низком социально-экономическом статусе пациентов [15].

В отличие от общей медицины, феномен коморбидности пока не привлекает должного внимания специалистов

в области медицины и охраны труда, хотя есть все основания предполагать его большое клиническое значение [5]. По аналогии с общей медициной, можно считать, что профессиональная коморбидность представляет собой неблагоприятный вариант заболевания, проявляющийся распространением возникающих при воздействии вредных производственных факторов патологических изменений за пределы органа-мишени на другие органы и системы организма. От профессиональной коморбидности необходимо отличатьотягощающее сочетание ПЗ одним или несколькими общими заболеваниями, не связанными с действием вредных производственных факторов (или случаи, когда такая связь не очевидна) [16, 17].

Работники никелевой промышленности, основные предприятия которой расположены в Красноярском крае и Мурманской области, входящих в Арктическую зону Российской Федерации, составляют группу повышенного риска развития ПЗ. Никелевое производство связано с экспозицией к вредным химическим веществам, фиброгенным аэрозолям, шуму, а также характеризуется повышенной тяжестью труда в неблагоприятных микроклиматических условиях [18–20]. У работников отрасли

наиболее распространены болезни органов дыхания, костно-мышечной и нервной систем, кожи, причём нередко в их разных сочетаниях. Часть из этих нарушений здоровья официально считаются профессиональными, а в развитии других (производственно-обусловленных) признаётся влияние вредных условий труда, прежде всего соединений никеля [21–24].

**Цель** исследования — изучить причины развития, структуры и распространённости профессиональной коморбидности при металлургической переработке медно-никелевой руды.

### Материалы и методы

Изучены данные реестра выписок из карт учёта ПЗ и отравлений в 2007–2021 гг. в Мурманской области и Красноярском крае в пределах Арктической зоны Российской Федерации\*. Проведён анализ условий развития (вредные производственные факторы и технологические обстоятельства) и характера (распространённость и структура) профессиональной патологии у работников никелевой промышленности, имеющих одну (1-я группа) или несколько (2-я группа) нозологических форм, впервые диагностированных ПЗ.

Обработка результатов исследования была выполнена с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2016. Определяли *t*-критерий Стьюдента для несвязанных выборок, критерии согласия  $\chi^2$  и аппроксимации  $R^2$ . Числовые данные в тексте и таблицах представлены как абсолютные значения, процентная доля, среднее арифметическое и стандартная ошибка среднего арифметического ( $M \pm m$ ). Критическим считался уровень нулевой гипотезы  $p < 0,05$ .

### Результаты

У 444 работников, осуществлявших металлургическую переработку медно-никелевой руды, в 2007–2021 гг. было впервые выявлено 657 ПЗ. Среди работников было 355 (80,0%) мужчин и 89 (20,0%) женщин, имевших средний возраст  $53,0 \pm 0,3$  года и средний стаж работы в отрасли  $25,3 \pm 0,4$  года.

Развитие ПЗ было обусловлено 6 вредными производственными факторами. Химические вещества всех классов опасности вызвали 401 (61,0%) заболевание и отравление, повышенная тяжесть труда — 126 (19,2%) заболеваний, шум — 83 (12,6%), аэрозоли преимущественно фиброгенного действия — 33 (7,4%), вибрация локальная и общая — по 7 (1,1%). В подавляющем большинстве случаев (649, или 98,8%) технологическими обстоятельствами, делавшими возможным влияние вредных производственных факторов на работников, были несовершенство технологических процессов (46,7%), конструктивные недостатки различного оборудования (31,5%) и несовершенство санитарно-технических установок (20,5%). Остальные обстоятельства (8 случаев, или 1,2%) существенного значения не имели, к ним относятся несовершенство санитарно-технических установок (0,6%), отсутствие средств индивидуальной защиты (0,5%), несовершенство средств индивидуальной защиты (0,1%). В структуре классов ПЗ почти половину (294 случая, или 44,7%) занимали болезни органов дыхания. В 2,5–3,5 раза реже выявлялись заболевания класса «Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин» (17,7%), костно-мышечной системы (15,2%) и уха (12,6%). Пятое–

седьмое места занимали болезни нервной системы (4,9%), злокачественные новообразования (4,6%) и болезни кожи (0,3%). В число наиболее распространённых нозологических форм ПЗ вошли 183 (27,9%) случая хронического бронхита, 116 (17,7%) случаев хронической интоксикации никелем и другими металлами, 83 (12,6%) случая нейросенсорной тугоухости, 69 (10,5%) случаев бронхиальной астмы и 50 (7,6%) случаев радикулопатии.

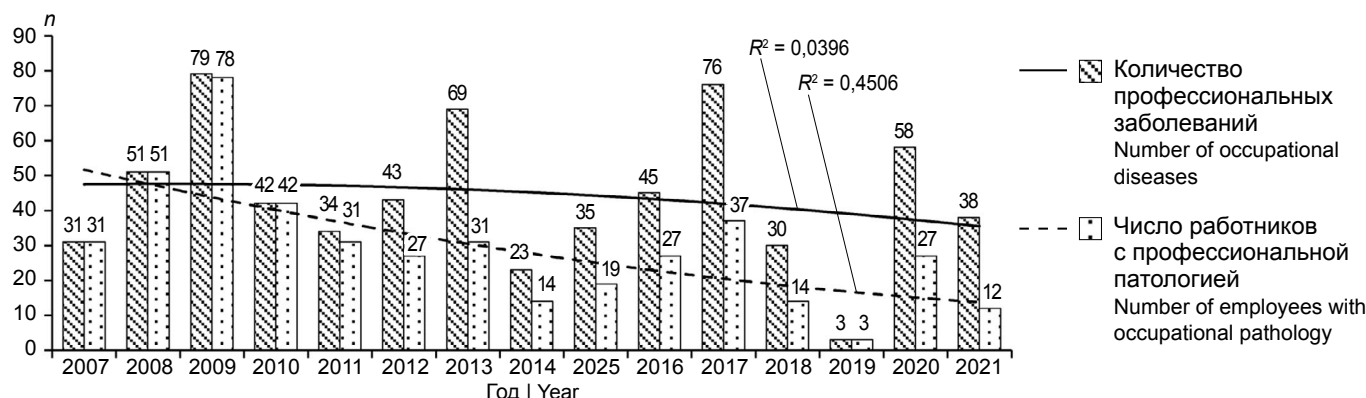
Особого внимания у лиц, занятых металлургической переработкой медно-никелевой руды, заслуживают имеющие неблагоприятный прогноз злокачественные новообразования ( $n = 30$ ). По возрасту ( $52,3 \pm 1,2$  года), продолжительности стажа ( $25,1 \pm 1,1$  года), гендерному составу (мужчины — 83,3%, женщины — 16,7%) эта группа не имела каких-либо отличий от остальных работников. В 17 (56,7%) случаях развитие злокачественного процесса было обусловлено действием никеля, никеля оксида, сульфида никеля, смесью соединений никеля в виде фэйштейна, никелевого концентрата, оборотной пыли очистных сооружений (максимальная разовая предельно допустимая концентрация по никелю  $0,05 \text{ мг/м}^3$ ). В 13 (43,3%) случаях причиной заболевания были признаны соли никеля в виде гидроаэрозоля (максимальная разовая предельно допустимая концентрация по никелю  $0,005 \text{ мг/м}^3$ ). У 14 работников превышения ПДК составляло 2,1–5,0 раз, у 8 — 5,1–10,0, у 3 — 10,1–50,0, у 5 — более 50. Превышения ПДК стали возможными вследствие конструктивных недостатков оборудования ( $n = 9$ ), несовершенства санитарно-технических установок ( $n = 5$ ), несовершенства технологических процессов ( $n = 16$ ). Локализацией опухолей были бронхи и лёгкие ( $n = 12$ ), желудок ( $n = 6$ ), почки ( $n = 4$ ), гортань ( $n = 4$ ), полость носа ( $n = 2$ ) и по 1 случаю в полости рта и костях.

В течение 15 лет отмечались значительные колебания числа ежегодно впервые выявляемых ПЗ (3–79 случаев) и больных с профессиональной патологией (3–78 человек). Оба показателя имели тенденцию к снижению (нисходящий тренд), не выраженную для числа заболеваний ( $R^2 = 0,0396$ ) и близкую к статистически значимой в отношении числа работников ( $R^2 = 0,4506$ ) (рис. 1).

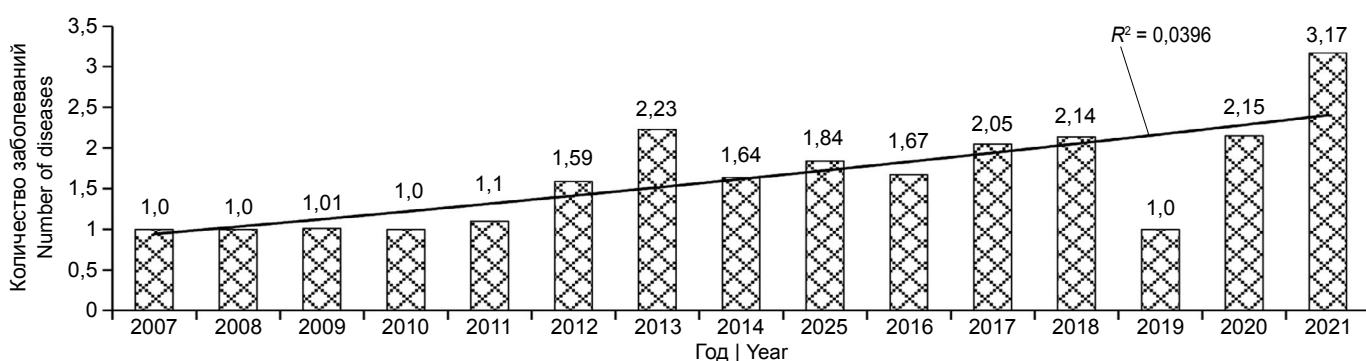
На момент первичного выявления профессиональной патологии одна нозологическая форма ПЗ отмечалась у 327 (73,6%) работников (1-я группа). Различная выраженность коморбидности имела место у 117 (26,4%) работников (2-я группа). Два заболевания были диагностированы у 66 (14,9%) работников, 3 — у 22 (5,0%), 4 — у 15 (3,4%), 5 — у 11 (2,5%), 6 — у 3 (0,7%). В первые 5 лет периода наблюдения число заболевших лиц и заболеваний было одинаковым (или почти одинаковым), а в последние 5 лет у одного работника всё чаще выявлялись несколько нозологических форм профессиональной патологии. Если в 2007–2008 гг. случаев профессиональной коморбидности не было, то в 2021 г. она отмечалась у 83,3% работников. В среднем в 2007–2021 гг. у 1 работника выявлялись  $1,48 \pm 0,05$  заболевания, но в течение 15 лет этот показатель статистически значимо ( $R^2 = 0,5324$ ) увеличился в 3,17 раза (рис. 2).

Какие причины обуславливали развитие коморбидной профессиональной патологии и в чём её клинические отличия? Проведённый анализ показал, что у работников 2-й группы, по сравнению с 1-й, был больше возраст ( $54,4 \pm 0,6$  и  $52,5 \pm 0,3$  года;  $p = 0,005$ ) и продолжительнее стаж ( $26,8 \pm 0,7$  и  $24,8 \pm 0,4$  года;  $p = 0,013$ ), однако число ПЗ у одного работника не зависело от возраста и стажа на момент их регистрации (табл. 1). Также во 2-й груп-

\* Приказ Министерства здравоохранения России от 28.05.2001 № 176 «О совершенствовании системы расследования и учета профессиональных заболеваний в Российской Федерации».



**Рис. 1.** Ежегодное число впервые выявляемых профессиональных заболеваний и работников с профессиональной патологией в 2007–2021 гг.  
**Fig. 1.** Annual number of newly diagnosed occupational diseases and workers with occupational diseases in 2007–2021.



**Рис. 2.** Число нозологических форм профессиональных заболеваний у одного работника в 2007–2021 гг.  
**Fig. 2.** Number of nosological forms of occupational diseases per employee in 2007–2021.

не была больше доля женщин (28,2 и 17,1%;  $p = 0,011$ ) и, соответственно, меньше доля мужчин (71,8 и 82,9%;  $p = 0,011$ ), но число заболеваний у 1 женщины ( $3,06 \pm 0,21$  случая) и мужчины ( $2,74 \pm 0,12$  случая) существенно не отличалось ( $p = 0,188$ ).

Один вредный производственный фактор вызывал развитие коморбидной патологии только у 29 (24,8%) работников. В 25 случаях это были вредные химические вещества и в 4 случаях — повышенная тяжесть трудового процесса. У остальных 88 (75,2%) работников коморбидная профессиональная патология была обусловлена сочетанным действием 2–4 факторов. При этом отмечалось снижение этиологической значимости химических факторов и фиброгенных аэрозолей на фоне повышения роли тяжести труда (по сравнению с их долями в 1-й группе). Из обстоятельств развития профессиональной патологии в 1-й группе большее значение имело несовершенство са-

нитарно-технических установок, а во 2-й — несовершенство технологических процессов (табл. 2).

Распространённость коморбидной профессиональной патологии зависела от специальности работника (изучены специальности, в которых число работников с профессиональной патологией превышало 10 человек). Коморбидность отмечалась у 56,3% чистильщиков готовой продукции, 50,0% машинистов крана, 34,5% аппаратчиков-гидрометаллургов, 23,3% слесарей-ремонтников, 22,6% электролизников, 22,2% мастеров, 19,4% плавильщиков, 8,3% электромонтеров. При этом показатели у чистильщиков были выше, чем у слесарей ( $p = 0,016$ ), электролизников ( $p = 0,009$ ), мастеров ( $p = 0,042$ ), плавильщиков ( $p = 0,004$ ) и электромонтеров ( $p = 0,008$ ). Также у машинистов крана распространённость коморбидности превышала показатели у слесарей ( $p = 0,015$ ), электролизников ( $p = 0,006$ ), плавильщиков ( $p = 0,002$ ) и электромонтеров ( $p = 0,012$ ).

**Таблица 1.** Возраст, стаж и число профессиональных заболеваний у одного работника

**Table 1.** Age, length of service, and number of occupational diseases per employee

Показатель Index	1-я группа 1 <sup>st</sup> group <i>n</i> = 327	2-я группа   2 <sup>nd</sup> group ( <i>n</i> = 117)				
		число заболеваний у одного работника   number of diseases per employee				всего / total <i>n</i> = 117
		2 <i>n</i> = 66	3 <i>n</i> = 22	4 <i>n</i> = 15	5–6 <i>n</i> = 14	
Возраст, лет Age, years	52,5 ± 0,3	54,3 ± 0,8	55,5 ± 1,0	54,1 ± 2,1	52,1 ± 1,6	54,4 ± 0,6
Стаж, лет Length of service, years	24,8 ± 0,4	26,3 ± 0,9	27,3 ± 1,2	26,9 ± 2,4	26,8 ± 2,2	26,8 ± 0,7

**Таблица 2.** Вредные производственные факторы и обстоятельства развития профессиональной патологии**Table 2.** Harm occupational factors and circumstances of the development of occupational pathology

Показатель Index	Случаи заболеваний, абс. (%)   Cases, abs. (%)		p
	1-я группа   1 <sup>st</sup> group n = 327	2-я группа   2 <sup>nd</sup> group n = 330	
Вредный производственный фактор   Production hazard			
Химические вещества всех классов опасности и канцерогены Chemicals of all hazard classes and carcinogens	226 (69,1)	175 (53,0)	< 0,001
Шум   Noise	42 (12,8)	41 (12,4)	0,872
Аэрозоли фиброгенного действия   Fibrogenic aerosols	25 (7,6)	8 (2,4)	0,002
Тяжесть труда   Labor severity	25 (7,6)	101 (30,6)	< 0,001
Вибрация локальная   Hand-arm vibration	5 (1,5)	2 (0,6)	0,250
Вибрация общая   Whole-body vibration	4 (1,2)	3 (0,9)	0,695
Технологические обстоятельства   Circumstances of disease development			
Конструктивные недостатки машин, механизмов и оборудования Design flaws of machines, mechanisms, and equipment	94 (28,7)	37 (31,6)	0,559
Несовершенство санитарно-технических установок Imperfection of sanitary installations	98 (30,0)	19 (16,2)	0,004
Несовершенство технологических процессов Imperfection of technological processes	127 (38,8)	59 (50,4)	0,009
Прочие   Others	8 (2,4)	2 (1,7)	0,645

**Таблица 3.** Классы профессиональных заболеваний**Table 3.** Classes of occupational diseases

Класс болезней Disease category	Случаи заболеваний, абс. (%)   Cases, abs. (%)		p
	1-я группа   1 <sup>st</sup> group n = 327	2-я группа   2 <sup>nd</sup> group n = 330	
Органов дыхания   Respiratory diseases	193 (59,0%)	104 (31,5%)	< 0,001
Уха   Ear diseases	42 (12,8%)	41 (12,4%)	0,872
Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин Injuries, poisoning and some other consequences of external causes	40 (12,2%)	76 (23,0)	< 0,001
Злокачественные новообразования   Malignant neoplasms	25 (7,6%)	4 (1,2%)	< 0,001
Костно-мышечной системы   Musculoskeletal diseases	23 (7,0%)	76 (23,0%)	< 0,001
Нервной системы   Nervous diseases	4 (1,2%)	27 (8,2%)	< 0,001
Кожи   Skin diseases	0	2 (0,6%)	0,159

Структура профессиональной патологии в сравниваемых группах имела существенные различия. У работников с 1 нозологической формой были большими доли болезней органов дыхания и злокачественных новообразований, а при коморбидной патологии — болезней класса «Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин», костно-мышечной и нервной систем (табл. 3).

У работников 1-й группы наиболее распространённым ПЗ был хронический бронхит (48,0%). Значительно реже выявлялись нейросенсорная тугоухость (12,8%), хронические интоксикации никелем и другими металлами (9,5%), бронхиальная астма (7,0%), радикулопатия (3,4%). У работников с коморбидной патологией в число наиболее распространённых болезней входили хронические интоксикации никелем и другими металлами (22,1%), бронхиальная астма (13,9%), нейросенсорная тугоухость (12,4%), моно- и полинейропатия (7,9%).

В случае 2 ПЗ, выявляемых у 1 работника, чаще всего отмечалось сочетание хронической интоксикации никелем с бронхиальной астмой (23,5%) или с нейросенсорной тугоухостью (22,1%). В случае 3 ПЗ наиболее часто

хроническая интоксикация никелем и бронхиальная астма сочетались с нейросенсорной тугоухостью (22,7%) или с заболеваниями верхних дыхательных путей (18,2%). Среди сочетаний 4–6 ПЗ наблюдалось много вариантов без явного преобладания какого-то из них. У работников с выявленными злокачественными опухолями коморбидность отмечалась только в 5 из 30 случаев. В 2 случаях вторым заболеванием была нейросенсорная тугоухость, а бронхиальная астма, хронический ларингит и полинейропатия диагностировались по 1 разу.

### Обсуждение

Выполненное исследование коморбидной профессиональной патологии у работников, осуществляющих металлургическую переработку медно-никелевой руды, установило ряд фактов, заслуживающих внимания и обсуждения:

- 1) если в 2007–2008 гг. случаев профессиональной коморбидности не отмечалось, то в 2021 г. она выявлялась у 83,3% работников;
- 2) число нозологических форм ПЗ, впервые диагностируемых у одного работника, за последние 15 лет (2007–2021 гг.) увеличилось в 3,17 раза;

Медицина труда

- 3) работники с впервые диагностированной коморбидной патологией отличаются большим возрастом и продолжительностью трудового стажа, а также большей долей среди них женщин;
- 4) коморбидная патология в 75% случаях была обусловлена сочетанным действием 2–4 вредных производственных факторов, среди которых преобладали химические вещества и повышенная тяжесть трудового процесса;
- 5) структура коморбидной патологии характеризуется большими долями хронической интоксикации металлами, болезней костно-мышечной и нервной систем, а также меньшими долями болезней органов дыхания и злокачественных новообразований.

Представленные факты позволяют определить наиболее вероятные причины возникновения коморбидной профессиональной патологии у работников никелевой промышленности. Прежде всего, это увеличение продолжительности трудового стажа, т. е. увеличение по времени экспозиции к вредным производственным факторам. В данном случае желание работника продлить период трудовой деятельности не может быть оправдано, т. к. оно приводит к негативным последствиям для его здоровья [25, 26].

В качестве важной причины профессиональной коморбидности следует рассматривать недостаточную эффективность периодических медицинских осмотров, во время которых не удаётся определить реальное состояние здоровья работника [27]. Кроме того, при проведении осмотров нет возможности определить оптимальное время для рационального трудоустройства или прекращения производственной деятельности во вредных условиях труда. Такая неэффективность может быть следствием как низкой диагностической оснащённости врачей, так и их недостаточной подготовки в вопросах ранней диагностики профессиональной патологии [28].

Третья вероятная причина возникновения коморбидной патологии — это сочетанное воздействие на работника нескольких вредных производственных факторов, что преимущественно связано с таким обстоятельством развития нарушений здоровья, как несовершенство технологических процессов. Наиболее высокая распространённость коморбидности у чистильщиков и машинистов

крана совпадает с данными о том, что работники именно этих профессий наиболее подвержены развитию профессиональной патологии [24]. В целом, все эти данные говорят о необходимости улучшения условий труда и повышения эффективности средств индивидуальной и коллективной защиты работников.

Требуется объяснения более высокая распространённость коморбидной патологии у женщин. Возможно, это следствие преобладания женщин (70,6%) в специальности «машинист крана» с высоким уровнем коморбидности. Также можно предполагать большую чувствительность женского организма к действию вредных производственных факторов никелевого производства, что приводит к распространению патологических изменений за пределы органов-мишеней [29].

**Ограничение исследования.** Исследование ограничено изучением причин развития, распространённости и структуры коморбидной профессиональной патологии у работников, занятых на металлургической переработке медно-никелевой руды на предприятиях Мурманской области и Красноярского края.

### Заключение

Установлено, что у 24,6% работников никелевой промышленности с впервые выявленными ПЗ формируется прогностически неблагоприятная коморбидная патология (2–6 заболеваний). Ее распространённость повысилась с 0% в 2007–2008 гг. до 83,3% в 2021 г. Развитие профессиональной коморбидности связано с увеличением экспозиции к сочетанному действию вредных производственных факторов (прежде всего, химические вещества и тяжесть труда), несовершенством технологических процессов, условиями труда некоторых специалистов (прежде всего, чистильщиков готовой продукции и машинистов крана). В структуре коморбидной патологии наиболее распространены болезни органов дыхания (31,5%) и костно-мышечной системы (23,0%). Для профилактики коморбидной патологии необходимо улучшение условий труда и качества периодических медицинских осмотров, позволяющих своевременно определять соответствие состояния здоровья работников действующим вредным производственным факторам.

### ЛИТЕРАТУРА

(п.п. 2, 4, 8, 10–15, 18, 22, 24 см. References)

1. Ретнев В.М. Профессиональные заболевания: современное состояние, проблемы и совершенствование диагностики. *Безопасность в техносфере*. 2014; 3(4): 40–4. <https://doi.org/10.12737/5314> <https://elibrary.ru/sjcuup>
3. Мигунова Ю.В. Динамика профессиональной заболеваемости в России: сущность, признаки, особенности проявления на региональном уровне. *Теория и практика общественного развития*. 2021; (6): 37–40. <https://doi.org/10.24158/tipor.2021.6.5> <https://elibrary.ru/hleemo>
5. Сюрин С.А., Полякова Е.М. К вопросу профессиональной полиморбидности (на примере российской Арктики). *Медицина труда и промышленная экология*. 2022; 62(7): 459–65. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-7-459-465> <https://elibrary.ru/ojyudj>
6. Тарловская Е.И. Коморбидность и полиморбидность — современная трактовка и насущные задачи, стоящие перед терапевтическим сообществом. *Кардиология*. 2018; 58(S9): 29–38. <https://doi.org/10.18087/cardio.2562> <https://elibrary.ru/yatimr>
7. Чукаева И.И., Самородская И.В., Ларина В.Н. Сочетанная патология: дискуссионные вопросы терминологии, учета и влияния на выбор тактики ведения пациента. *Терапевтический архив*. 2018; 90(8): 125–30. <https://doi.org/10.26442/terarkh2018908125-130> <https://elibrary.ru/xvyhjr>
9. Севостьянова Е.В., Николаев Ю.А., Поляков В.Я. Проблема полиморбидности в современной терапевтической клинике. *Бюллетень сибирской медицины*. 2022; 21(1): 162–70. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2022-1-162-170> <https://elibrary.ru/popaxs>
16. Шпагина Л.Н., Захаренков В.В. Профессиональная патология у рабочих промышленных предприятий. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2010; (4): 158–60. <https://elibrary.ru/oguubd>
17. Ямщикова А.В., Флейшман А.Н., Гидаева М.О. Коморбидные состояния у больных вибрационной болезнью. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(7): 718–22. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-7-718-722> <https://elibrary.ru/afhzba>
19. Никанов А.Н., Чашин В.П., Дардынская И., Горбанев С.А., Гудков А.Б., Лагхайн Б. и др. Риск-ориентированный подход к сохранению профессионального здоровья работников на предприятиях цветной металлургии в Арктической зоне Российской Федерации. *Экология человека*. 2019; 26(2): 12–20. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2019-2-12-20> <https://elibrary.ru/zdmkct>
20. Шур П.З., Редько С.В., Фадеев А.Г., Горяев Д.В., Фокин В.А. Оценка условий труда и состояния здоровья работников предприятий цветной металлургии. *Медицина труда и промышленная экология*. 2023; 63(8): 537–44. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-8-537-544> <https://elibrary.ru/swennz>



21. Горбанев С.А., Сюрин С.А. Профессиональная патология у работников медно-никелевой промышленности в Кольской Арктике (1989–2018 гг.). *Здоровье населения и среда обитания* — 3HuCO. 2020; 331(10): 22–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-331-10-22-27> <https://elibrary.ru/bilrzu>
23. Никанов А.Н., Чашин В.П., Новикова Ю.А., Гудков А.Б., Попова О.Н. Производственно обусловленная заболеваемость среди рабочих цветной металлургии при пирометаллургическом способе получения никеля. *Медицина труда и промышленная экология*. 2021; 61(5): 305–10. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-5-305-310> <https://elibrary.ru/arabrr>
25. Сорокин Г.А. Возрастная и стажевая динамика показателей здоровья работающих как критерий для сравнения профессиональных и непрофессиональных рисков. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(4): 355–60. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-4-355-360> <https://elibrary.ru/vvzvll>
26. Сюрин С.А. Стажевые особенности профессиональной патологии работников промышленных предприятий в Арктике. *Медицина труда и промышленная экология*. 2020; 60(8): 511–7. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-8-511-517> <https://elibrary.ru/axjjzf>
27. Бабанов С.А., Будах Д.С., Байкова А.Г., Бараева Р.А. Периодические медицинские осмотры и профессиональный отбор в промышленной медицине. *Здоровье населения и среда обитания* — 3HuCO. 2018; (5): 48–53. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-302-5-48-53> <https://elibrary.ru/xxhjftz>
28. Фадеев Г.А., Гарипова Р.В., Архипов Е.В., Михопарова О.Ю., Берхеева З.М., Ощепкова О.Б. и др. Роль периодических медицинских осмотров в профилактике профессиональных и соматических заболеваний. *Вестник современной клинической медицины*. 2019; 12(4): 99–105. [https://doi.org/10.20969/VSKM.2019.12\(4\).99-105](https://doi.org/10.20969/VSKM.2019.12(4).99-105) <https://elibrary.ru/fyhzvq>
29. Панков В.А., Кулешова М.В. Анализ профессиональной заболеваемости женщин трудоспособного возраста. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(10): 1056–61. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-10-1056-1061>

## REFERENCES

1. Retnev VM. Occupational illness: current state, problems and improvement of diagnostics. *Bezopasnost' v tekhnosfere*. 2014; 3(4): 40–4. <https://doi.org/10.12737/5314> <https://elibrary.ru/sjcuup> (in Russian)
2. Blanc P.D., Annesi-Maesano I., Balmes J.R., Cummings K.J., Fishwick D., Miedinger D., et al. The occupational burden of nonmalignant respiratory diseases. An official American Thoracic Society and European Respiratory Society statement. *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 2019; 199(11): 1312–34. <https://doi.org/10.1164/rccm.201904-0717st>
3. Migunova Yu. V. The dynamics of occupational morbidity in Russia: the essence and signs, features of manifestation at the regional level. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya*. 2021; (6): 37–40. <https://doi.org/10.24158/tipor.2021.6.5> <https://elibrary.ru/hleemo> (in Russian)
4. Vinnikov D., Rybina T., Strizhakov L., Babanov S., Mukatova I. Occupational burden of chronic obstructive pulmonary disease in the Commonwealth of Independent States: systematic review and meta-analysis. *Front. Med. (Lausanne)*. 2021; 7: 614827. <https://doi.org/10.3389/fmed.2020.614827>
5. Syurin S.A., Polyakova E.M. To the question of occupational polymorbidity (on the example of the Russian Arctic). *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2022; 62(7): 459–65. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-7-459-465> <https://elibrary.ru/ojyydj> (in Russian)
6. Tarlovskaya E.I. Comorbidity and polymorbidity — a modern interpretation and urgent tasks facing the therapeutic community. *Kardiologiya*. 2018; 58(S9): 29–38. <https://doi.org/10.18087/cardio.2562> <https://elibrary.ru/yatim> (in Russian)
7. Chukayeva I.I., Samorodskaya I.V., Larina V.N. The prevalence of multimorbidity: discussion about the terminology, registration and its effect on patient's health care utilization. *Terapevticheskii arkhiv*. 2018; 90(8): 125–30. <https://doi.org/10.26442/terarkh2018908125-130> <https://elibrary.ru/xvyhjr> (in Russian)
8. Nicholson K., Makovski T.T., Griffith L.E., Raina P., Stranges S., van den Akker M. Multimorbidity and comorbidity revisited: refining the concepts for international health research. *J. Clin. Epidemiol.* 2019; 105: 142–6. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2018.09.008>
9. Sevostyanova E.V., Nikolaev Yu.A., Polyakov V.Ya. The problem of multimorbidity in a modern therapeutic clinic. *Byulleten' sibirskoi meditsiny*. 2022; 21(1): 162–70. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2022-1-162-170> <https://elibrary.ru/popaxs> (in Russian)
10. Aramrat C., Choksomngam Y., Jiraporncharoen W., Wiwatkunupakarn N., Pinyopornpanish K., Mallinson P.A.C., et al. Advancing multimorbidity management in primary care: a narrative review. *Prim. Health Care Res. Dev.* 2022; 23: e36. <https://doi.org/10.1017/S1463423622000238>
11. Quinaz Romana G., Kislaya I., Cunha Gonçalves S., Salvador M.R., Nunes B., Matias Dias C. Healthcare use in patients with multimorbidity. *Eur. J. Public Health*. 2020; 30(1): 16–22. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckz118>
12. Buja A., Rivera M., De Battisti E., Corti M.C., Avossa F., Schievano E. Multimorbidity and hospital admissions in high-need high-cost elderly patients. *J. Aging Health*. 2018; 32(5-6): 259–68. <https://doi.org/10.1177/0898264318817091>
13. Franse C.B., van Grieken A., Qin L., Melis R.J.F., Rietjens J.A.C., Raat H. Socioeconomic inequalities in frailty and frailty components among community-dwelling older citizens. *PLoS One*. 2017; 12(11): e0187946. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187946>
14. Rodrigues L.P., de Oliveira Rezende A.T., Delpino F.M., Mendonça C.R., Noll M., Nunes B.P., et al. Association between multimorbidity and hospitalization in older adults: systematic review and meta-analysis. *Age Ageing*. 2022; 51(7): afac155. <https://doi.org/10.1093/ageing/afac155>
15. Vinjerui K.H., Bjørngaard J.H., Krokstad S., Douglas K.A., Sund E.R. Socioeconomic position, multimorbidity and mortality in a population cohort: The HUNT Study. *J. Clin. Med*. 2020; 9(9): 2759. <https://doi.org/10.3390/jcm9092759>
16. Shpagina L.N., Zakharenkov V.V. Occupational pathology in workers of industrial enterprises. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk*. 2010; (4): 158–60. <https://elibrary.ru/oguubd> (in Russian)
17. Yamshchikova A.V., Fleishman A.N., Gidayatova M.O. Comorbid conditions in the vibration disease patients. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(7): 718–22. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-7-718-722> <https://elibrary.ru/afhzba> (in Russian)
18. Syurin S., Vinnikov D. Occupational disease predictors in the nickel pyrometallurgical production: a prospective cohort observation. *J. Occup. Med. Toxicol.* 2022; 17(1): 21. <https://doi.org/10.1186/s12995-022-00362-2>
19. Nikanov A.N., Chashchin V.P., Dardynskaia I., Gorbaney S.A., Gudkov A.B., Lachhein B., et al. Risk-based approach to improve workplace health in non-ferrous metallurgy located in the Arctic zone of the Russian Federation. *Ekologiya cheloveka*. 2019; 26(2): 12–20. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2019-2-12-20> <https://elibrary.ru/zdmkct> (in Russian)
20. Shur P.Z., Redko S.V., Fadeev A.G., Goryaev D.V., Fokin V.A. Assessment of working conditions and health conditions of employees of non-ferrous metallurgy enterprises. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2023; 63(8): 537–44. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-8-537-544> <https://elibrary.ru/swennz> (in Russian)
21. Gorbaney S.A., Syurin S.A. Occupational diseases in workers of copper and nickel industry in the Kola Arctic (1989–2018). *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya* — ZNiSO. 2020; 331(10): 22–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-331-10-22-27> <https://elibrary.ru/bilrzu> (in Russian)
22. Kong L., Dong J., Lu W., Wu Y., Liu L., Tang M. Exposure effects of inhaled nickel nanoparticles on the male reproductive system via mitochondria damage. *NanoImpact*. 2021; 23: 100350. <https://doi.org/10.1016/j.impact.2021.100350>
23. Nikanov A.N., Chashchin V.P., Novikova Yu.A., Gudkov A.B., Popova O.N. Manufacturing-conditioned morbidity among non-ferrous workers in pyro-metallurgic way of nickel production. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2021; 61(5): 305–10. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-5-305-310> <https://elibrary.ru/arabrr> (in Russian)
24. Syurin S., Vinnikov D. Occupational disease claims and non-occupational morbidity in a prospective cohort observation of nickel electrolysis workers. *Sci. Rep.* 2022; 12(1): 7092. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11241-5>

Медицина труда

25. Sorokin G.A. The age and work experience dynamics of indices of health of employees as criteria for comparison of occupational and nonoccupational risks. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95(4): 355–60. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-4-355-360> <https://elibrary.ru/vzvzll> (in Russian)
26. Syurin S.A. Features of occupational pathology with varying experience in Arctic enterprise workers. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2020; 60(8): 511–7. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-8-511-517> <https://elibrary.ru/axjjzf> (in Russian)
27. Babanov S.A., Budash D.S., Baikova A.G., Baraeva R.A. Periodic medical examinations and professional selection in industrial medicine. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya — ZNiSO*. 2018; (5): 48–53. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-302-5-48-53> <https://elibrary.ru/xxhjtz> (in Russian)
28. Fadeev G.A., Garipova R.V., Arkhipov E.V., Mikhoparova O.Y., Berkheeva Z.M., Oshchepkova O.B., et al. The role of routine medical examinations in occupational and corporal disease prevention. *Vestnik sovremennoi klinicheskoi meditsiny*. 2019; 12(4): 99–105. [https://doi.org/10.20969/VSKM.2019.12\(4\).99-105](https://doi.org/10.20969/VSKM.2019.12(4).99-105) <https://elibrary.ru/fyhzyq> (in Russian)
29. Pankov V.A., Kuleshova M.V. Analysis of the occupational morbidity among working-age women. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(10): 1056–61. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-10-1056-1061> (in Russian)

Информация об авторах

Сюрин Сергей Алексеевич, доктор мед. наук, ст. науч. сотр. отдела гигиены ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: [kola.reslab@mail.ru](mailto:kola.reslab@mail.ru)

Винников Денис Владимирович, доктор мед. наук, зав. лаб. здоровья и окружающей среды Казахского национального университета им. аль-Фараби, 050040, Алма-Ата, Республика Казахстан. E-mail: [denisvinnikov23@gmail.com](mailto:denisvinnikov23@gmail.com)

Information about the authors

Sergei A. Syurin, Dr. Sci. (Med.), Senior Researcher, Department of Hygiene, Northwest Public Health Research Center, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-0275-0553> E-mail: [kola.reslab@mail.ru](mailto:kola.reslab@mail.ru)

Denis V. Vinnikov, Dr. Sci. (Med.), Head of the Health and Environment Laboratory, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0003-0991-6237> E-mail: [denisvinnikov23@gmail.com](mailto:denisvinnikov23@gmail.com)