



Особенности этиопатогенеза пневмокониоза и хронического бронхита у работников пылевых профессий предприятий в Арктике

С.А. Сюрин¹, А.А. Ковшов^{1,2}

¹ ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 2-я Советская ул., д. 4, г. Санкт-Петербург, 191036, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России, Кирочная ул., д. 41, г. Санкт-Петербург, 191015, Российская Федерация

Резюме

Введение. Несмотря на улучшение условий труда, совершенствование средств индивидуальной защиты и проведение периодических медицинских осмотров пневмокониоз продолжает выявляться у работников пылевых профессий. **Цель исследования:** сравнительный анализ условий и обстоятельств развития, а также показателей распространенности пневмокониоза и хронического бронхита у работников пылевых профессий предприятий в Арктике.

Материалы и методы. За 2007–2023 годы изучены данные социально-гигиенического мониторинга «Условия труда и профессиональная заболеваемость» и данные 10 343 заболеваний из реестра выписок карт учета профессиональных заболеваний (Приказ Минздрава России от 28.05.2001 № 176). Для достижения цели были исследованы основная (пневмокониоз) и референтная (хронический бронхит) группы наблюдения. Статистическая обработка результатов проведена с использованием Microsoft Excel 2016, программы Epi Info (v.6.04d) и Statistica (v.12). Рассчитывались *t*-критерий Стьюдента, критерий согласия (χ^2), относительный риск (ОР) и 95 % доверительный интервал (95 % ДИ), коэффициент аппроксимации (R^2).

Результаты. В 2007–2021 годах впервые выявлено 77 случаев пневмокониоза. Его формирование было более вероятным у мужчин при классе условий труда 3.3 вследствие несовершенства технологических процессов и при добыче рудного сырья. В течение 15 лет не отмечено снижения случаев пневмокониоза даже при уменьшении численности экспонированных работников. Установлены существенные отличия условий и обстоятельств развития пневмокониоза и хронического бронхита ($n = 823$), число случаев которого в 2007–2021 годах снизилось преимущественно вследствие уменьшения численности экспонированных работников. Риск развития пневмокониоза в 2007–2021 годах не изменялся (ОР = 1,12; 95 % ДИ 0,66–1,92), а хронического бронхита в 2001–2011 годах был выше, чем в 2017–2021 годах (ОР = 3,28; 95 % ДИ 2,64–4,06).

Заключение. В 2007–2021 годах не произошло уменьшения случаев пневмокониоза, что делает необходимым снижение экспозиции работников к аэрозолям преимущественно фиброгенного действия, соблюдение регламента периодических медицинских осмотров, а также изучение патогенетических механизмов формирования заболеваний легких в условиях современного производства. Впервые выявляемые случаи пневмокониоза должны расследоваться комиссией экспертов-профпатологов.

Ключевые слова: условия труда, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, пневмокониоз, хронический бронхит, профилактика, Арктика.

Для цитирования: Сюрин С.А., Ковшов А.А. Особенности этиопатогенеза пневмокониоза и хронического бронхита у работников пылевых профессий предприятий в Арктике // Здоровье населения и среда обитания. 2025. Т. 33. № 3. С. 25–32. doi: 10.35627/2219-5238/2025-33-3-25-32

Features of Etiopathogenesis of Pneumoconiosis and Chronic Bronchitis in Workers of Dusty Occupations at Enterprises in the Arctic

Sergei A. Syurin,¹ Aleksandr A. Kovshov^{1,2}

¹ Northwest Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya Street, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation

² North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 41, Kirochnaya Street, Saint Petersburg, 191015, Russian Federation

Summary

Introduction: Despite periodic medical examinations, improvement of working conditions and personal protective equipment, pneumoconiosis is still diagnosed in workers of dusty occupations.

Objective: To compare conditions and circumstances of development, as well as the prevalence rates of pneumoconiosis and chronic bronchitis in workers in dusty occupations at enterprises in the Arctic.

Materials and methods: We studied public health monitoring data on working conditions and occupational diseases and information about 10,343 cases in the register of extracts from occupational disease registration cards (Order No. 176 of the Russian Ministry of Health of dated May 28, 2001) for 2007–2023. To achieve the goal, the main (pneumoconiosis) and reference (chronic bronchitis) observation groups were formed. Microsoft Excel 2016, Epi Info 6.04d, and Statistica 12 were used for statistical data analysis with the Student's *t*-test, goodness-of-fit test (χ^2), and calculation of the relative risk (RR), 95 % confidence interval (95 % CI), and approximation coefficient (R^2).

Results: In 2007–2021, 77 cases of pneumoconiosis were detected. Its development was more likely in men having class 3.3 working conditions, due to imperfect technological processes and during the extraction of ore raw materials. No decrease in the number of pneumoconiosis cases was noted over 15 years despite the decreasing number of exposed workers. We established significant differences in the conditions and circumstances of the development of pneumoconiosis and chronic bronchitis ($n = 823$), the number of cases of which decreased in 2007–2021 mainly due to a smaller exposed workforce. The risk of pneumoconiosis in 2007–2021 did not change (OR = 1.12; 95 % CI: 0.66–1.92), while that of chronic bronchitis in 2001–2011 was higher than in 2017–2021 (OR = 3.28; 95 % CI: 2.64–4.06).

Conclusion: No decrease in the number of pneumoconiosis cases was observed in 2007–2021, which necessitates reduction of workers' exposure to fibrogenic aerosols, compliance with the regulations for periodic medical examinations, and the study the pathogenetic mechanisms of development of lung diseases in the current occupational setting. Newly diagnosed cases of pneumoconiosis should be investigated by a commission of expert occupational pathologists.

Keywords: working conditions, fibrogenic aerosols, pneumoconiosis, chronic bronchitis, disease prevention, Arctic.

Cite as: Syurin SA, Kovshov AA. Features of etiopathogenesis of pneumoconiosis and chronic bronchitis in workers of dusty occupations at enterprises in the Arctic. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2025;33(3):25–32. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2025-33-3-25-32

Введение. Пневмокониоз в историческом аспекте можно рассматривать как старейшее профессиональное заболевание, так как неблагоприятное влияние пыли на здоровье и легкие работников было описано в медицинской литературе еще в XVI веке [1, 2]. В настоящее время причины и условия развития пневмокониоза хорошо изучены, хотя некоторые вопросы патогенеза все еще нуждаются в уточнении [3, 4].

На предприятиях, расположенных в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ)¹, условия для воздействия на работников аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД) возникают главным образом при добыче и переработке каменного угля, апатит-нефелиновой, медно-никелевой, железной и некоторых других видов руды, производстве никеля и сопутствующих металлов [5]. На этих предприятиях для снижения пылевой нагрузки широко применяются различные системы пылеподавления и средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), а также медицинские методы профилактики профессиональной респираторной патологии [6, 7]. Особый интерес к изучению этой проблемы в АЗРФ обусловлен еще и тем, что производственные операции, выполняемые на открытом воздухе в холодном арктическом климате, связаны с повышенной опасностью воздействия пыли на работников. Она формируется из-за повышенного накопления пыли в приземном слое атмосферного воздуха, увеличения ингаляционного поступления и ее депонирования в организме вследствие легочной гипервентиляции и снижения эффективности фильтрующих свойств СИЗОД [8]. В подземных рудниках Арктики при производстве работ в условиях вечной мерзлоты горных пород концентрации АПФД в воздухе рабочей зоны могут многократно превышать ПДК из-за отсутствия или неэффективного применения средств борьбы с пылью [9, 10]. Помимо этого, известно, что арктические климатические условия оказывают дополнительную нагрузку на регуляторные системы организма [11–13]. Таким образом, они способны модифицировать действие вредных производственных факторов, делая возможным более частое и быстрое развитие профессиональной патологии [14, 15].

Данные исследований последних лет выявили снижение показателей распространенности (как абсолютного числа случаев, так и уровня заболеваемости) профессиональных заболеваний органов дыхания у работников предприятий в АЗРФ в основном за счет хронического бронхита [16]. При этом анализ изменений условий формирования и динамика распространенности пневмокониоза не проводился в связи с незначительным, по сравнению с хроническим бронхитом, числом заболеваний.

Цель исследования заключалась в сравнительном анализе условий и обстоятельств развития, а также показателей распространенности пневмокониоза и хронического бронхита у работников пылевых профессий предприятий в Арктике.

Материалы и методы. Проведен анализ данных социально-гигиенического мониторинга «Условия труда и профессиональная заболеваемость» и данных 10 343 заболеваний из реестра выписок из карт учета профессионального заболевания (отравления)². Для достижения поставленной цели в субъектах АЗРФ были исследованы основная (пневмокониоз) и референтная (хронический бронхит) группы наблюдения в трех пятилетних периодах: 2007–2011, 2012–2016 и 2017–2021 годы.

Проведена статистическая обработка полученных результатов с использованием Microsoft Excel 2016, программы Epi Info (v.6.04d) и Statistica (v.12). Рассчитывались *t*-критерий Стьюдента для количественных данных в несвязанных (независимых) выборках, для номинальных данных – критерий согласия χ^2 (для таблиц 2×2 , где хотя бы в одной из ячеек число наблюдений было меньше 10 – с поправкой на правдоподобие, меньше 5 – точный критерий Фишера), относительный риск (ОР) и 95 % доверительный интервал (95 % ДИ), коэффициент аппроксимации (R^2). Числовые данные представлены как абсолютные и процентные значения, среднее арифметическое и его стандартная ошибка ($M \pm m$). Значимость нулевой гипотезы считалась критической при $p < 0,05$.

Ограничение исследования. Отсутствие данных о реальном влиянии использования СИЗОД и их характеристик на формирование хронического бронхита и пневмокониоза.

Результаты. На территории АЗРФ в течение 15 лет вследствие воздействия АПФД было зарегистрировано 77 случаев пневмокониоза и 823 случая хронического профессионального бронхита. Работники с пневмокониозом и хроническим бронхитом не отличались по гендерному составу (подавляющее число мужчин), возрасту и продолжительности стажа работы в условиях воздействия АПФД на момент установления профессионального заболевания (табл. 1).

Анализ условий и обстоятельств развития основной и референтной групп заболеваний при экспозиции к АПФД показал, что основное количество случаев заболеваний регистрировалось при вредных условиях труда 4-й степени, однако при диагностике пневмокониоза доля класса условий труда 3.3 была выше (а класса 3.4 – ниже), чем в случае хронического бронхита. Степень фиброгенности пыли (слабая, умеренная, высокая) не определяла особенностей патологического процесса в бронхах и легких. В обеих группах работников преобладала экспозиция к слабофиброгенным аэрозолям (93,5–96,7 %). Конструктивные недостатки машин, механизмов и другого оборудования чаще определялись при хроническом бронхите, а несовершенство технологических процессов – при пневмокониозе. Более 90 % всех случаев пневмокониоза и хронического бронхита выявлялись у работников, осуществлявших добычу полезных ископаемых, без значимых различий между двумя

¹ Указ Президента Российской Федерации от 02.05.2014 № 296 (ред. от 05.03.2020) «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации».

² Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28.05.2001 № 176 «О совершенствовании системы расследования и учета профессиональных заболеваний в Российской Федерации». Приложение 2.

Таблица 1. Общая характеристика работников с пневмокониозом и хроническим бронхитом
Table 1. General characteristics of workers with pneumoconiosis and chronic bronchitis

Показатель / Indicator	Группы наблюдения / Study groups		p
	Пневмокониоз / Pneumoconiosis n = 77	Хронический бронхит / Chronic bronchitis n = 823	
Пол / Sex: мужчины, чел. / males, n женщины, чел. / females, n	73 (94,8 %) 4 (5,2 %)	784 (95,3%) 39 (4,7%)	0,780
Возраст, лет / Age, years	53,2 ± 0,9	51,5 ± 0,2	0,267
Стаж, лет / Length of service, years	24,1 ± 0,9	25,3 ± 0,2	0,180

группами. Однако при добыче угля вероятность развития хронического бронхита была выше, чем при добыче рудного сырья. Напротив, в строительстве доля работников с пневмокониозом превышала долю работников с хроническим бронхитом (табл. 2).

Важной особенностью пневмокониоза явилось его выявление у 58 (75,3 %) работников после их самостоятельного обращения за медицинской помощью в связи с ухудшением самочувствия. Только в 19 (24,7 %) случаях пневмокониоз диагностировался после установления предварительного диагноза в рамках периодических медицинских осмотров. В отличие от пневмокониоза выявление хронического бронхита чаще ($p < 0,001$) происходило по данным

периодического медицинского осмотра: 431 (52,4 %) случай. Реже ($p < 0,001$) диагноз устанавливался в результате самостоятельного обращения работника: 389 (47,6 %) случаев.

В 2007–2021 годах на предприятиях в АЗРФ отмечалось постепенное уменьшение средней годовой численности занятых на них работников: в 2012–2016 годах по сравнению с 2007–2011 годами на 48,95 чел. (8,1 %), а в 2017–2021 годах по сравнению с 2012–2016 годами – на 53,90 чел. (9,7 %). Схожая, но менее выраженная динамика наблюдалась также в численности работников, экспонированных к АПФД: снижение на 4,8 и 5,5 %. На фоне уменьшения числа всех работников и тех,

Таблица 2. Условия и обстоятельства развития пневмокониоза и хронического бронхита
Table 2. Conditions and circumstances for developing pneumoconiosis and chronic bronchitis

Показатель / Indicator	Группа наблюдения / Study group		p
	Пневмокониоз / Pneumoconiosis (n = 77)	Хронический бронхит / Chronic bronchitis (n = 823)	
Класс условий труда, случаи / Class of working conditions, cases			
3.1	11 (13,0 %)	147 (17,9 %)	0,282
3.2	14 (18,2 %)	126 (15,3 %)	0,507
3.3	22 (28,6 %)	126 (15,3 %)	0,003
3.4	30 (38,6 %)	424 (51,5 %)	0,036
Фиброгенность аэрозолей, случаи / Fibrogenicity of aerosols, cases			
Слабая фиброгенность / Mild fibrogenicity	72 (93,5 %)	796 (96,7 %)	0,186
Умеренная и высокая фиброгенность / Moderate and high fibrogenicity	5 (6,5 %)	27 (3,3 %)	
Обстоятельства развития, случаи / Circumstances of development, cases			
Конструктивные недостатки машин, механизмов и другого оборудования / Design flaws of machines, mechanisms and equipment	25 (32,5 %)	567 (68,9 %)	<0,001
Несовершенство технологических процессов / Imperfection of technological processes	44 (57,1 %)	206 (25,0 %)	<0,001
Несовершенство рабочих мест / Imperfection of workplaces	5 (6,5 %)	36 (4,4 %)	0,394
Неисправность машин, механизмов и другого оборудования / Malfunction of machines, mechanisms and other equipment	2 (2,6 %)	10 (1,2 %)	0,274
Прочие / Others	1 (1,3 %)	4 (0,5 %)	0,361
Вид экономической деятельности, случаи / Type of economic activity, cases			
Добыча полезных ископаемых / Mining, в том числе / including: каменного угля / coal рудного сырья / crude ore	70 (90,9 %)	774 (94,0 %)	0,276
	42 (54,5 %)	735 (89,3 %)	<0,001
	28 (40,0 %)	39 (10,7 %)	<0,001
Металлургическое производство / Metallurgical production	3 (3,9 %)	33 (4,0 %)	1,000
Строительство / Construction	4 (1,7 %)	7 (0,9 %)	0,010
Другие / Others	0	9 (1,1 %)	1,000

кто был экспонирован к АПФД, произошло снижение количества случаев впервые диагностированного хронического бронхита. В 2012–2016 годах это снижение составило 56 случаев (14,5 %). Намного более значительным оно было в 2017–2021 годах по сравнению с 2012–2016 годами: 226 случаев (68,3 %). В отличие от хронического бронхита значимая динамика числа случаев впервые выявленного пневмоконииоза в течение трех выделенных пятилетних периодов отсутствовала (табл. 3). Риск развития пневмоконииоза в первые пять лет по сравнению с последними пятью годами периода наблюдения существенно не изменялся: ОР = 1,12; 95 % ДИ 0,66–1,92. В отличие от пневмоконииоза риск развития хронического профессионального бронхита в 2007–2011 годах был выше, чем в 2017–2021 годах: ОР = 3,28; 95 % ДИ 2,64–4,06.

Для уточнения особенностей динамики числа случаев пневмоконииоза и хронического бронхита проведен ее анализ не только по пятилетним периодам, но и по каждому из 15 лет наблюдения (рис. 1).

Ежегодное число случаев пневмоконииоза в 2007–2021 годах колебалось в значительном диапазоне от 2 (2021 год) до 11 (2008 год) случаев, но отсутствовала общая направленность этой динамики к росту или снижению. Об этом свидетельствовала почти параллельная оси абсцисс линия тренда при

$R^2 = 0,048$. В отличие от пневмоконииоза число случаев хронического бронхита имело четкую направленность изменений: повышение в 2008–2010 годах, сохранение максимальных значений в 2011–2013 годах, снижение показателей с 2014 года до цифр ниже исходного уровня. В целом в течение 15 лет отмечалось значимое снижение числа случаев хронического бронхита, о чем говорила направленность линии тренда при $R^2 = 0,514$.

Для определения влияния на число случаев пневмоконииоза и хронического бронхита численности работников изучена динамика относительного показателя: абсолютное число случаев заболевания на 10 000 работников, экспонированных к АПФД (рис. 2). В целом изменения показателя как для хронического бронхита, так и пневмоконииоза были сходными с динамикой абсолютного числа случаев, хотя тенденция к снижению заболеваемости хроническим бронхитом не была статистически значимой ($R^2 = 0,484$). При пневмоконииозе линия тренда не демонстрировала связи временного фактора с числом заболеваний ($R^2 = 0,017$).

Обсуждение. Проведенное сравнительное исследование особенностей формирования пневмоконииоза и хронического профессионального бронхита у работников пылевых специальностей предприятий в Арктике позволило выявить ряд

Таблица 3. Впервые выявленные пневмоконииоз и хронический бронхит с учетом всех экспонированных работников к аэрозолям преимущественно фиброгенного действия

Table 3. Newly diagnosed cases of pneumoconiosis and chronic bronchitis among all workers exposed to fibrogenic aerosols

Показатель / Indicator	Период наблюдения / Observation period		
	2007–2011	2012–2016	2017–2021
Пневмоконииоз / Pneumoconiosis, случаи / cases	30	23	24
Хронический бронхит / Chronic bronchitis, случаи / cases	387	331	105
Среднее годовое число работников, экспонированных к фиброгенным аэрозолям / Mean annual number of workers exposed to fibrogenic aerosols, тыс. чел. / n	23,71	22,56	21,32
Среднее годовое число всех работников / Mean annual number of all workers, тыс. чел. / n	606,50	557,55	503,65

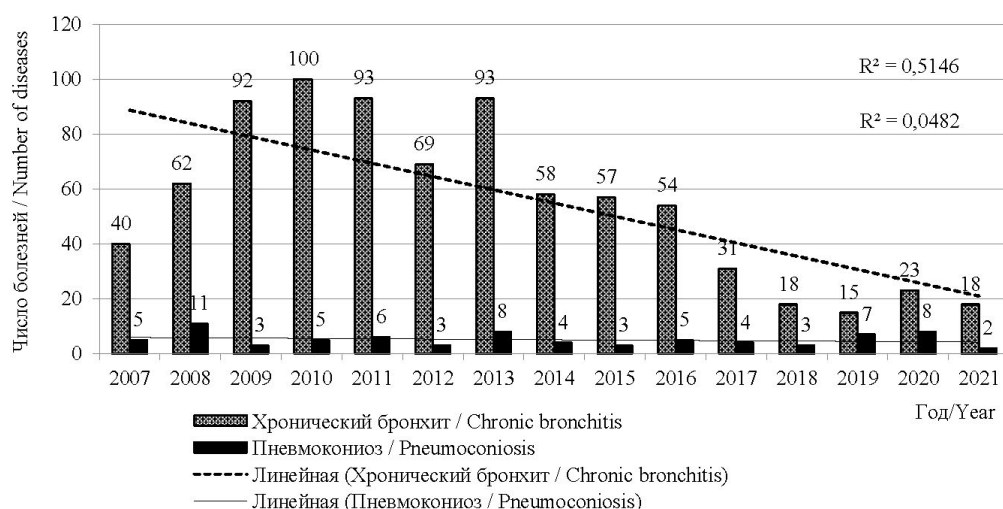


Рис. 1. Ежегодное число впервые выявленных случаев пневмоконииоза и хронического бронхита в 2007–2021 годах

Fig. 1. The annual number of newly diagnosed pneumoconiosis and chronic bronchitis cases in 2007–2021

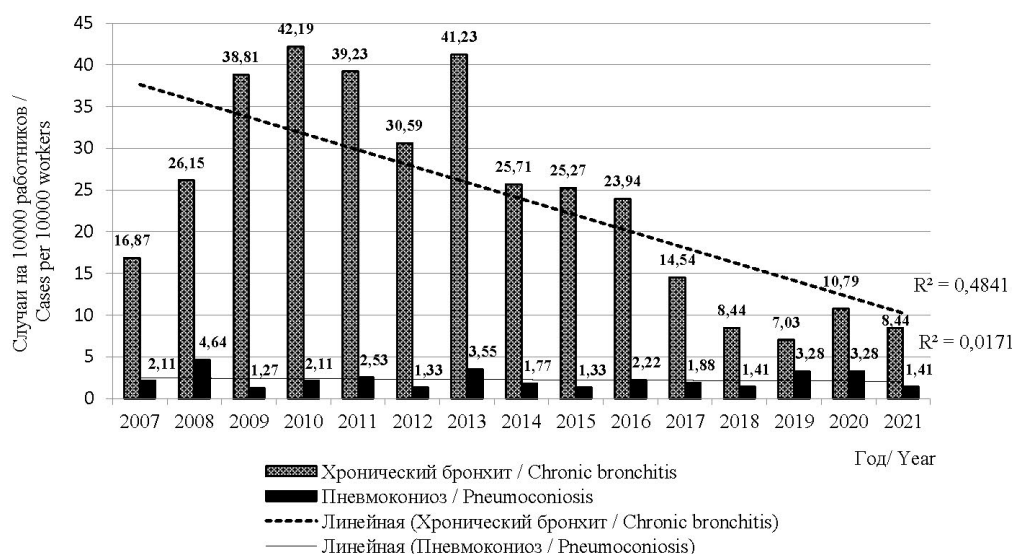


Рис. 2. Динамика числа случаев пневмокониоза и хронического бронхита на 10 000 работников, экспонированных к аэрозолям преимущественно фиброгенного действия, в 2007–2021 годах

Fig. 2. Dynamics of the number of pneumoconiosis and chronic bronchitis cases per 10,000 workers exposed to fibrogenic aerosols in 2007–2021

фактов, заслуживающих внимания и обсуждения. Прежде всего возникает вопрос, почему в одних и тех же производственных условиях у большинства экспонированных работников развивается хронический бронхит и только у некоторых – пневмокониоз (в соотношении близком к 10 : 1).

Несмотря на то что оба заболевания вызываются одним и тем же вредным производственным фактором (АПФД) и поражают одну и ту же систему организма (органы дыхания), между ними существуют значительные различия в условиях и обстоятельствах развития. Так, пока непонятно, почему вредные условия труда 3-й степени по АПФД создают преимущественные условия для формирования пневмокониоза, а 4-й степени – хронического бронхита. Также неясно, каким образом конструктивные недостатки различного оборудования способствуют формированию хронического бронхита, в то время как несовершенство технологических процессов – пневмокониоза. Вызывает интерес тот факт, что фиброгенные аэрозоли при добыче рудного сырья создает большую опасность пневмокониоза, а при добыче каменного угля – хронического бронхита.

Принципиально важна различная динамика числа впервые выявляемых случаев хронического бронхита и пневмокониоза. При хроническом бронхите отмечается их значимое снижение, что можно было бы объяснить применением в последние годы более эффективных средств коллективной защиты (вентиляция) и СИЗОД [17–19] на фоне уменьшения числа работников. Однако в случае пневмокониоза такая динамика отсутствовала. Необходимо отметить, что хронический бронхит у работников предприятий может вызываться не только профессиональными вредностями, но и бытовыми загрязнениями воздуха [20, 21], а также курением [22, 23]. Поэтому целенаправленное воздействие на эти факторы способно снизить заболеваемость хроническим бронхитом

и без изменений условий труда. Напротив, развитие пневмокониоза определяется исключительно экспозицией к АПФД и поэтому может служить индикатором эффективности применения на предприятии (отрасли хозяйства) систем вентиляции, пылеподавления и СИЗОД. Вероятно, стабильный уровень заболеваемости пневмокониозом в течение 15 лет, даже на фоне снижения заболеваемости хроническим бронхитом, следует рассматривать как показатель недостаточной эффективности профилактических мероприятий.

Полученные данные позволяют предполагать, что развитие пневмокониоза определяется не только условиями труда, включая физико-химические свойства пылевых частиц. Возможно, значительная роль принадлежит особенностям первоначальных защитных реакций организма на фиброгенные факторы. В большинстве случаев процесс проявляется воспалительными и атрофическими процессами в трахее, бронхах и бронхиолах, то есть хроническим бронхитом с различной степенью выраженности морфологических и функциональных нарушений. Значительно реже дополнительно в легочной ткани формируется прогрессирующий интерстициальный и узелковый (узловой) фиброз с частым поражением лимфатической ткани и плевры, то есть возникает та или иная клинко-рентгенологическая форма пневмокониоза и его осложнения. При современных возможностях выявления патологии органов дыхания соотношение пневмокониоза и хронического бронхита составляет 1 : 7–12. Если проводимые профилактические мероприятия достаточно эффективны при хроническом профессиональном бронхите, то в отношении пневмокониоза они не дают желаемого результата. Вероятно, для эффективной профилактики пневмокониоза необходимо не только снижение пылевой нагрузки работников, но и понимание рисков здоровью, которые создают

особенности механизмов ответных реакций организма на фиброгенные аэрозоли, включая различные звенья клеточного и гуморального иммунитета, систему оксиданты – антиоксиданты и другие [1, 3, 4, 24, 25]. Не исключено, что подобные особенности могут быть следствием генетической предрасположенности отдельных работников к действию АПФД, определяющей формирование и дальнейшее прогрессирование пневмокозиозов [26].

Принципиальным остается вопрос о возможности в течение одного года (между периодическими медицинскими осмотрами) перехода рентген-негативного легочного процесса в рентген-документированный пневмокозиоз, поскольку в отличие от хронического бронхита пневмокозиоз чаще диагностировался после самостоятельного обращения работников за медицинской помощью, то есть характерные для пневмокозиоза объективные рентгенологические данные оставались незамеченными во время медицинского осмотра. Нужно отметить, что объективные критерии формирования отдельных видов пневмокозиозов в течение менее чем одного года после проведения обязательных медицинских осмотров описаны и в других работах. В частности, по данным судебно-медицинской экспертизы, признаки антракосиликоза были выявлены среди работников, у которых по результатам ежегодных периодических медицинских осмотров не обнаружено какой-либо легочной патологии [27]. Вместе с тем реальность развития пневмокозиозов за столь короткий срок вызывает сомнение, и возможно, что подобная ситуация является следствием низкого качества периодических медицинских осмотров, в том числе проведения флюорографии или пленочной рентгенографии органов грудной клетки, поскольку применение подобных методов диагностики нередко не позволяет выявить незначительные изменения в паренхиме легких, тогда как цифровые лучевые методы диагностики позволяют выявить даже небольшие образования [28]. Следовательно, важным условием в профилактике пневмокозиозов должны стать периодические медицинские осмотры с ежегодным проведением цифровой рентгенографии легких в двух проекциях и компьютерной томографии грудной клетки с периодичностью 1 раз в 5 лет [3].

Заключение. В 2007–2021 годах на предприятиях в Арктике не произошло уменьшения случаев впервые выявляемого пневмокозиоза. Для его эффективной профилактики необходимо снижение степени экспозиции работников к АПФД, соблюдение регламента периодических медицинских осмотров, а также изучение патогенетических механизмов формирования заболеваний легких при воздействии пылевого фактора в условиях современного производства. В связи с возможностью диагностических ошибок впервые выявляемые случаи пневмокозиоза должны быть предметом расследования комиссии экспертов-профпатологов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабанов С.А., Стрижаков Н.А., Лебедева М.В., Фомин В.В., Байкова А.Г. Пневмокозиоз: современные взгляды // Терапевтический архив. 2019. Т. 91. № 3. С. 107–113. doi: 10.26442/00403660.2019.03.000066
2. Hoy RF, Jeebhay MF, Cavalin C, et al. Current global perspectives on silicosis – Convergence of old and newly emergent hazards. *Respirology*. 2022;27(6):387–398. doi: 10.1111/resp.14242
3. Стрижаков Л.А., Гарипова Р.В., Бабанов С.А., Гуляев С.В., Берхеева З.М., Лаврентьева Н.Е. Быстро прогрессирующий силикоз: клинические наблюдения // Медицина труда и промышленная экология. 2023. Т. 63. № 3. С. 206–211. doi: 10.31089/1026-9428-2023-63-3-206-211
4. Халимов Ю.Ш., Цепкова Г.А., Власенко А.Н., Шиллов В.В., Андреев О.Н. Поздний силикоз – редкая форма пневмокозиоза // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2020. Т. 70. № 2. С. 74–78.
5. Сюрин С.А., Ковшов А.А. Условия труда и профессиональная заболеваемость на предприятиях горнодобывающей и металлургической промышленности Мурманской области // Здоровье населения и среда обитания. 2020. Т. 322. № 1. С. 34–38. doi: 10.35627/2219-5238/2020-322-1-34-38
6. Фадеев А.Г., Горяев Д.В., Зайцева Н.В., Шур П.З., Редько С.В., Фокин В.А. Нарушения здоровья работников, связанные с факторами риска условий труда в горнодобывающей промышленности Арктической зоны (аналитический обзор) // Анализ риска здоровью. 2023. № 1. С. 184–193. doi: 10.21668/health.risk/2023.1.17
7. Syurin SA, Kovshov AA, Odland JØ, Talykova LV. Retrospective assessment of occupational disease trends in Russian Arctic apatite miners. *Int J Circumpolar Health*. 2022;81(1):2059175. doi: 10.1080/22423982.2022.2059175
8. Чашин В.П., Сюрин С.А., Гудков А.Б., Попова О.Н., Воронин А.Ю. Воздействие промышленных загрязнений атмосферного воздуха на организм работников, выполняющие трудовые операции на открытом воздухе в условиях холода // Медицина труда и промышленная экология. 2014. № 9. С. 20–26.
9. Чеботарев А.Г. Риски развития профессиональных заболеваний пылевой этиологии у работников горнорудных предприятий // Горная промышленность. 2018. Т. 139. № 3. С. 66–70. doi: 10.30686/1609-9192-2018-3-139-66-70
10. Бухтияров И.В., Чеботарев А.Г., Курьеров Н.Н., Сокур О.В. Актуальные вопросы улучшения условий труда и сохранения здоровья работников горнорудных предприятий // Медицина труда и промышленная экология. 2019. Т. 1. № 7. С. 424–429. doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-7-424-429
11. Гудков А.Б., Дегтева Г.Н., Шепелева О.А. Экологические проблемы на Арктических территориях интенсивной промышленной деятельности (обзор) // Общественное здоровье. 2021. Т. 1. № 4. С. 49–55. doi: 10.21045/2782-1676-2021-1-4-49-55
12. Петрова П.Г. Эколого-физиологические аспекты адаптации человека к условиям Севера // Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова. Серия «Медицинские науки». 2019. Т. 15. № 2. С. 29–38. doi: 10.25587/SVFU.2019.2(15).31309
13. Donaldson S, Adlard B, Odland JØ. Overview of human health in the Arctic: Conclusions and recommendations. *Int J Circumpolar Health*. 2016;75:33807. doi: 10.3402/ijch.v75.33807
14. Antipov S. Occupational health in Siberia and Arctic zones. *Occup Environ Med*. 2018;75:A247. doi: 10.1136/oemed-2018-ICONabstracts.706
15. Сюрин С.А., Ковшов А.А. Условия труда и риск профессиональной патологии на предприятиях Арктической зоны Российской Федерации // Экология человека. 2019. Т. 26. № 10. С. 15–23. doi: 10.33396/1728-0869-2019-10-15-23

16. Сюрин С.А., Кизеев А.Н. Проблемы профилактики профессиональной патологии в Российской Арктике // Гигиена и санитария. 2023. Т. 102. № 8. С. 783–789. doi: 10.47470/0016-9900-2023-102-8-783-789
17. Бухтияров И.В., Чеботарев А.Г. Гигиенические проблемы улучшения условий труда на горнодобывающих предприятиях // Горная промышленность. 2018. Т. 141. № 5. С. 33–35. doi: 10.30686/1609-9192-2018-5-141-33-35
18. Ashuro Z, Hareru HE, Soboksa NE, Abaya SW, Zele YT. Occupational exposure to dust and respiratory symptoms among Ethiopian factory workers: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2023;18(7):e0284551. doi: 10.1371/journal.pone.0284551
19. Rumchev K, Van Hoang D, Lee AH. Exposure to dust and respiratory health among Australian miners. *Int Arch Occup Environ Health*. 2023;96(3):355–363. doi: 10.1007/s00420-022-01922-z
20. Голиков Р.А., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Штайгер В.А. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (Обзор литературы) // Научное обозрение. Медицинские науки. 2017. № 5. С. 20–31.
21. Махонько М.Н., Шкрябова Н.В., Шарипов Д.Г., Шелехова Т.В. Хронический бронхит: анализ причин и рисков развития // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 5. 31981. doi: 10.17513/spno.31981
22. Салагай О.О., Антонов Н.С., Сахарова Г.М., Передельская М.Ю., Стародубов В.И. Влияние табакокурения на развитие и течение хронического бронхита // Профилактическая медицина. 2020. Т. 23. № 4. С. 7–13.
23. Салагай О.О., Бухтияров И.В., Кузьмина Л.П., Безрукавникова Л.М., Хотулева А.Г., Анварул Р.А. Влияние курения на формирование профессиональных заболеваний легких у работающих с промышленными аэрозолями // Общественное здоровье. 2021. № 3. С. 32–41. doi: 10.21045/2782-1676-2021-1-3-32-41
24. Будащ Д.С., Бабанов С.А. Факторы гуморального иммунитета при пылевых заболеваниях легких и их прогностическое значение // Терапевт. 2017. № 3. С. 10–15.
25. Vanka KS, Shukla S, Gomez HM, et al. Understanding the pathogenesis of occupational coal and silica dust-associated lung disease. *Eur Respir Rev*. 2022;31(165):210250. doi: 10.1183/16000617.0250-2021
26. Смирнова Е.Л., Потеряева Е.Л., Максимов В.Н., Колесник К.Н., Никифорова Н.Г., Песков С.А. Прогностическая роль генетических маркеров в формировании особенностей течения пневмокониозов в постконтактном периоде // Медицина труда и промышленная экология. 2016. № 11. С. 41–44.
27. Бондарев О.И., Майбородин И.В., Лапий Г.А. Пневмокониоз как системный процесс в легочном гистионе // Медицина в Кузбассе. 2021. №1. С. 32–39. doi: 10.24411/2687-0053-2021-10006
28. Васильева О.С., Кравченко Н.Ю. Пневмокониоз в практике лечащего врача // Consilium Medicum. 2016. Т. 18. № 11. С. 39–45.
- silicosis: Clinical observations. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2023;63(3):206–211. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2023-63-3-206-211
4. Halimov YuSh, Tsepikova GA, Vlasenko AN, Shilov VV, Andreenko ON. Late silicosis – the rare form of pneumoconiosis. *Vestnik Rossiyskoy Voenno-Meditsinskoy Akademii*. 2020;2(70):74–78. (In Russ.) doi: 10.17816/brmma50050
5. Syurin SA, Kovshov AA. Working conditions and occupational morbidity at mining and metallurgical enterprises of the Murmansk Region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020;(1(322)):34–38. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2020-322-1-34-38
6. Fadeev AG, Goryaev DV, Zaitseva NV, Shur PZ, Red'ko SV, Fokin VA. Health disorders in workers associated with health risks at workplaces in mining industry in the Arctic (analytical review). *Health Risk Analysis*. 2023;(1):173–182. doi: 10.21668/health.risk/2023.1.17.eng
7. Syurin SA, Kovshov AA, Odland JØ, Talykova LV. Retrospective assessment of occupational disease trends in Russian Arctic apatite miners. *Int J Circumpolar Health*. 2022;81(1):2059175. doi: 10.1080/22423982.2022.2059175
8. Tchashin VP, Siurin SA, Goudkov AB, Popova ON, Voronin AYU. Influence of industrial pollution of ambient air on health of workers engaged into open air activities in cold conditions. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2014;(9):20–26. (In Russ.)
9. Chebotarev AG. Risks of development of dust-related occupational diseases of ore mine workers. *Gornaya Promyshlennost'*. 2018;(3(139)):66–70. (In Russ.) doi: 10.30686/1609-9192-2018-3-139-66-70
10. Bukhtiyarov IV, Chebotarev AG, Courierov NN, Sokur OV. Topical issues of improving working conditions and preserving the health of workers of mining enterprises. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2019;59(7):424–429. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-7-424-429
11. Gudkov AB, Degteva GN, Shepeleva OA. Ecological and hygienic problems in the Arctic territories of intensive industrial activity (review). *Obshchestvennoe Zdorov'e*. 2021;1(4):49–55. (In Russ.) doi: 10.21045/2782-1676-2021-1-4-49-55
12. Petrova PG. Ecological and physiological aspects of human adaptation to the conditions of the North. *Vestnik Severo-Vostochnogo Federal'nogo Universiteta im. M.K. Ammosova. Seriya: Meditsinskie Nauki*. 2019;(2(15)):29–38. (In Russ.) doi: 10.25587/SVFU.2019.2(15).31309
13. Donaldson S, Adlard B, Odland JØ. Overview of human health in the Arctic: Conclusions and recommendations. *Int J Circumpolar Health*. 2016;75:33807. doi: 10.3402/ijch.v75.33807
14. Antipov S. Occupational health in Siberia and Arctic zones. *Occup Environ Med*. 2018;75:A247. doi: 10.1136/oemed-2018-ICOHabstracts.706
15. Syurin SA, Kovshov AA. Labor conditions and risk of occupational pathology at the enterprises of the Arctic Zone of the Russian Federation. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2019;(10):15–23. (In Russ.) doi: 10.33396/1728-0869-2019-10-15-23
16. Syurin SA, Kizeev AN. Problems of prevention of occupational pathology in the Russian Arctic. *Gigiena i Sanitariya*. 2023;102(8):783–789. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2023-102-8-783-789
17. Bukhtiyarov IV, Chebotarev AG. [Hygienic problems of improving working conditions at mining enterprises]. *Gornaya Promyshlennost'*. 2018;(5(141)):33–35. (In Russ.) doi: 10.30686/1609-9192-2018-5-141-33-35
18. Ashuro Z, Hareru HE, Soboksa NE, Abaya SW, Zele YT. Occupational exposure to dust and respiratory symptoms

REFERENCES

1. Babanov SA, Strizhakov LA, Lebedeva MV, Fomin VV, Budash DS, Baikova AG. Pneumoconioses: Modern view. *Terapevticheskiy Arkhiv*. 2019;91(3):107–113. (In Russ.) doi: 10.26442/00403660.2019.03.000066
2. Hoy RF, Jeebhay MF, Cavalin C, et al. Current global perspectives on silicosis – Convergence of old and newly emergent hazards. *Respirology*. 2022;27(6):387–398. doi: 10.1111/resp.14242
3. Strizhakov LA, Garipova RV, Babanov SA, Gulyaev SV, Berheeva ZM, Lavrentieva NE. Rapidly progressive

- among Ethiopian factory workers: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2023;18(7):e0284551. doi: 10.1371/journal.pone.0284551
19. Rumchev K, Van Hoang D, Lee AH. Exposure to dust and respiratory health among Australian miners. *Int Arch Occup Environ Health*. 2023;96(3):355-363. doi: 10.1007/s00420-022-01922-z
 20. Golikov RA, Surzhikov DV, Kislitsyna VV, Shtaiger VA. Influence of environmental pollution to the health of the population (review of literature). *Nauchnoe Obozrenie. Meditsinskie Nauki*. 2017;(5):20-31. (In Russ.)
 21. Makhonko MN, Shkrobova NV, Sharipov DG, Shelekhova TV. Chronic bronchitis: Analysis of causes and risks of development. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya*. 2022;(5):31981. (In Russ.) doi: 10.17513/spno.31981
 22. Salagay OO, Antonov NS, Sakharova GM, Peredelskaya MU, Starodubov VI. The effect of smoking on the development and progress of chronic bronchitis. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2020;23(4):7-13. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed2020230417
 23. Salagay OO, Bukhtiyarov IV, Kuzmina LP, Bezrukavnikova LM, Khotuleva AG, Anvarul RA. The influence of smoking on the formation of occupational lung diseases in workers who come into contact with industrial aerosols. *Obshchestvennoe Zdorov'e*. 2021;1(3):32-41. (In Russ.) doi: 10.21045/2782-1676-2021-1-3-32-41
 24. Budash DS, Babanov SA. Humoral immunity factors in case of pulmonary dust diseases and their prognostic value. *Terapevt*. 2017;(3):10-15. (In Russ.)
 25. Vanka KS, Shukla S, Gomez HM, et al. Understanding the pathogenesis of occupational coal and silica dust-associated lung disease. *Eur Respir Rev*. 2022;31(165):210250. doi: 10.1183/16000617.0250-2021
 26. Smirnova EL, Poteryaeva EL, Maksimov VN, Kolesnik KN, Nikiforova NG, Peskov SA. Forecasting role of genetic markers in outlining features of pneumoconiosis course in post-contact period. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2016;(11):41-44. (In Russ.)
 27. Bondarev OI, Mayborodin IV, Lapiy GA. Pneumoconiosis as a system process in pulmonary histion. *Meditsina v Kuzbasse*. 2021;20(1):32-39. (In Russ.) doi: 10.24411/2687-0053-2021-10006
 28. Vasileva OS, Kravchenko NYu. Pneumoconiosis in the practice of the attending physician. *Consilium Medicum*. 2016;18(11):39-45. (In Russ.)

Сведения об авторах:

✉ **Сюрин** Сергей Алексеевич – д.м.н., старший научный сотрудник отдела гигиены ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, e-mail: kola.reslab@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0275-0553>.

Ковшов Александр Александрович – к.м.н., заведующий отделением гигиены труда, старший научный сотрудник ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора; доцент кафедры гигиены условий воспитания, обучения, труда и радиационной гигиены ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России; e-mail: a.kovshov@s-znc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9453-8431>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования, сбор и анализ данных, интерпретация результатов, подготовка рукописи: *Сюрин С.А.*; статистическая обработка и анализ данных, интерпретация результатов, редактирование: *Ковшов А.А.* Оба автора рассмотрели результаты и утвердили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по био-медицинской этике или иных документов.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 20.11.24 / Принята к публикации: 10.03.25 / Опубликовано: 28.03.25

Author information:

✉ **Sergei A. Syurin**, Dr. Sci. (Med.), Senior Researcher, Department of Hygiene, Northwest Public Health Research Center; e-mail: kola.reslab@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0275-0553>.

Aleksandr A. Kovshov, Cand. Sci. (Med.), Head of Occupational Hygiene Department, Senior Researcher, Northwest Public Health Research Center; Associate Professor, Department for Hygiene of Educational, Training, and Labor Conditions, and Radiation Hygiene, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; e-mail: a.kovshov@s-znc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9453-8431>.

Author contributions: study conception and design, data collection and analysis, interpretation of results, draft manuscript preparation: *Syurin S.A.*; statistical processing and analysis of data, interpretation of results, editing: *Kovshov A.A.* Both authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: This research received no external funding.

Conflict of interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Received: November 20, 2024 / Accepted: March 10, 2025 / Published: March 28, 2025