



Сюрин С.А.

Возраст как фактор риска для здоровья горняков подземных рудников Кольского полуострова

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Влияние возрастного фактора на здоровье работников с вредными условиями труда остаётся во многом неизученным.

Цель исследования — изучение влияния возрастного фактора на здоровье горняков подземных рудников Кольского полуострова.

Материалы и методы. В десяти возрастных группах изучено влияние возрастного фактора на развитие и нозологическую структуру болезней (11 003 случая непрофессиональных и 1597 случаев профессиональных болезней). Источники информации: данные периодических медицинских осмотров и Мурманского областного реестра профессиональной патологии.

Результаты. Изменениями здоровья, связанными с увеличением возраста, были рост заболеваемости при непрофессиональной костно-мышечной патологии (с 4,1 до 158,11 случая на 100 работников), болезнях кровообращения (с 14,28 до 116,22 случая), болезнях уха (с 0 до 18,92 случая). Также выявлено снижение доли болезней органов дыхания у работников в возрасте 55 лет и старше ($p = 0,010$), органов пищеварения — в возрасте 40 лет — 44 года и старше ($p = 0,003 - < 0,001$), кожи — после 25–29 лет ($p = 0,015 - < 0,001$), эндокринной системы в возрасте ≥ 60 лет ($p = 0,011$). Установлено развитие костно-мышечной патологии в начале трудовой деятельности, а болезней кровообращения и уха — в её конце. С увеличением возраста доля здоровых работников снижалась: 33,3% в возрасте менее 20 лет до 0 к окончанию периода трудовой деятельности. Наиболее выраженный прирост числа профессиональных болезней отмечен в 41–45 лет. В возрасте старше 55 лет по сравнению с возрастом ≤ 40 лет заболеваемость увеличилась в 67,1 раза, а доля работников с профессиональной патологией выросла в 58,5 раза.

Ограничения исследования. Сопутствующее влияние на здоровье горняков изменений стажа, которое теоретически не должно отличаться в разных возрастных группах.

Заключение. Необходимо учитывать возрастные периоды повышенного риска развития нарушений здоровья, требующие целевых мероприятий для эффективной профилактики профессиональной патологии у горняков подземных рудников.

Ключевые слова: горняки; подземные рудники; возраст; риск для здоровья; непрофессиональные и профессиональные болезни; Кольский полуостров

Соблюдение этических стандартов. Данное исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Сюрин С.А. Возраст как фактор риска для здоровья горняков подземных рудников Кольского полуострова. *Гигиена и санитария*. 2026; 105(8): 881–887. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-8-881-887> <https://elibrary.ru/ixuqjw>

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

Вклад автора. Автор подтверждает единоличную ответственность за концепцию и дизайн исследования, сбор и анализ данных, интерпретацию результатов, а также подготовку рукописи.

Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 17.04.2026 / Принята к печати: 01.07.2026 / Опубликована: 28.09.2026

Sergei A. Syurin

Age as a health risk for Kola Peninsula underground miners

North-West Public Health Research Center, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The influence of age on the health in workers in hazardous working conditions remains largely unexplored.

Objective: To study the impact of age on the health of underground miners on the Kola Peninsula.

Materials and methods. We studied the impact of age on the development and nosological structure of 11,003 non-occupational and 1,597 occupational diseases in ten age groups. Data sources included periodic medical examinations and Murmansk regional registry of occupational pathologies.

Results. The changes in miners' health associated with increasing age include gains in the incidence of non-occupational musculoskeletal pathology (from 4.10 to 158.11 cases per 100 workers), circulatory diseases (from 14.28 to 116.22 cases), and ear diseases (from zero to 18.92 cases). Also, there was a decrease in the proportion of respiratory diseases at the age of 55 years and over ($p=0.010$), digestive diseases at the age of 40–44 and over ($p=0.003 - < 0.001$), skin diseases after the age of 25–29 ($p=0.015 - < 0.001$), and endocrine diseases at the age of ≥ 60 ($p=0.011$). An increase in the incidence of musculoskeletal pathology was observed at the beginning of working life, while a rise in circulatory and ear diseases took place at the end of working life. The proportion of healthy workers decreased with age from 33.3% at age < 20 to none at age over 55 years. The most pronounced increase in occupational diseases was observed among persons aged of 41–45 years. Among those aged over 55 years, compared to workers aged of ≤ 40 years, the incidence of occupational diseases increased by 67.1 times, and the proportion of workers with occupational pathologies increased by 58.5 times.

Limitations. The accompanying impact of changes in service length on miners' health, which should not theoretically differ in all age groups.

Conclusion. It is necessary to consider age periods with increased risk of developing health problems that require targeted preventive measures.

Keywords: underground miners; age; health risks; non-occupational and occupational diseases; Kola Peninsula

Compliance with ethical standards. Ethics approval was not required for the study.

For citation: Syurin S.A. Age as a health risk for Kola Peninsula underground miners. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2026; 105(8): 881–887. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-8-881-887> <https://elibrary.ru/ixuqjw> (In Russ.)

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

Contribution. The author confirms sole responsibility for the study conception and design, data collection, analysis and interpretation of results, and manuscript preparation. The author is responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Conflict of interests. The author declares that there is no conflict of interests.

Funding. The study had no sponsorship.

Received: April 17, 2026 / Accepted: July 1, 2026 / Published: September 28, 2026

Введение

Подземная добыча рудного сырья — отрасль экономической деятельности Российской Федерации, в которой зафиксированы самые высокие показатели профессиональной заболеваемости работающих [1]. Ещё выше её уровень у горняков рудных месторождений в Арктике, превышающий в 3–5 раз общероссийские показатели [2]. Риски для здоровья горняков обусловлены повышенной тяжестью труда, общей и локальной вибрацией, шумом, пылегазовыми смесями, неблагоприятным микроклиматом рабочих мест и природно-климатическими условиями региона [3–5]. Среди нарушений здоровья, обусловленных профессиональной деятельностью, у горняков преобладают болезни костно-мышечной системы. Также значительно распространены вибрационная болезнь, нарушения слуха, болезни органов дыхания и нервной системы [6–8].

Наряду с вредными условиями труда на здоровье работающего человека влияют многочисленные факторы, не связанные с производством. К важнейшим относится возраст, признаваемый в разные периоды жизни человека немодифицируемым фактором риска развития многих острых и хронических болезней [9, 10]. Известно, что старение — это генетически запрограммированный естественный процесс функциональных и морфологических изменений органов и систем. Он приводит к снижению адаптационных возможностей организма при неблагоприятных условиях внутренней и окружающей среды, в том числе производственной [11–13].

Скорость, характер и степень инволютивных изменений организма при старении у каждого человека индивидуальны. Они зависят от сочетания генетических факторов, культивируемых вредных привычек, влияния окружающей среды. Образ жизни, физическая активность, характер питания, продолжение или прекращение трудовой деятельности могут замедлить или ускорить появление некоторых возрастных изменений [14, 15]. Старение человека долгое время считалось постепенным процессом второй половины жизни. Однако было доказано, что первые признаки старения появляются уже в возрасте 20–25 лет, и, кроме того, существуют два возрастных рубежа повышенного риска. Первый — 34–44 года, второй — 60 лет. Они сопровождаются значительными изменениями в составе белков, липидов, РНК и микробиоты организма, что существенно влияет на процессы старения. При этом специфические для каждого органа клетки замещаются недифференцированной жировой или соединительной тканью [16]. Важно отметить, что эти изменения, как правило, приходятся на период трудовой деятельности человека.

В современном мире вследствие улучшения бытовых и производственных условий, изменения характера питания, развития профилактических и медицинских технологий, из-за воздействия других факторов отмечается постоянное увеличение продолжительности жизни населения в большинстве развитых стран. По данным ВОЗ, в 2015–2050 гг. доля населения мира в возрасте старше 60 лет увеличится с 12 до 22%*, что ставит вопрос об увеличении продолжительности периода трудовой деятельности и о более позднем наступлении времени пенсионных выплат, в том числе и работникам с вредными условиями труда [17, 18].

В России, испытывающей дефицит трудовых ресурсов, более продолжительный период трудовой деятельности возрастного населения имеет большое экономическое значение. Однако в значительной степени остаются неизвестными критические пороги возраста и стажа, производственных нагрузок, режима труда безопасной более длительной трудовой деятельности с точки зрения максимально возможного сохранения здоровья работников [19, 20]. Ответы на эти вопросы позволят достигнуть экономических преимуществ

как для самого работника, так и общества в целом без необходимости дополнительных затрат на преодоление возникших нарушений здоровья.

Цель исследования состояла в изучении влияния возрастного фактора на состояние здоровья горняков подземных рудников Кольского полуострова.

Материалы и методы

На первом этапе изучены результаты периодических медицинских осмотров горняков ($n = 4501$) в 2003 г., когда было диагностировано 11 003 непрофессиональные болезни (НБ). На втором этапе проведён анализ 1597 профессиональных болезней (ПБ), выявленных впервые у 682 горняков из этой группы (данные Мурманского областного реестра профессиональной патологии). Изучены сведения о поле, возрасте, специальности, стаже, состоянии здоровья, степени утраты трудоспособности горняками, имеющими ПБ. Для сравнительного анализа выделены десять пятилетних возрастных групп в диапазоне от «не старше 19 лет» до «60 и лет и старше».

Методы статистической обработки числовых данных (ПО Microsoft Excel 2016) включали определение t -критерия Стьюдента для независимых выборок, хи-критерия Пирсона (χ^2), критерия аппроксимации (R^2), критерия корреляции Пирсона (r) относительного риска (ОР) и 95%-го доверительного интервала (ДИ). Результаты представлены в виде среднего арифметического и его стандартной ошибки ($M \pm m$). Различия показателей считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Среди работников, прошедших периодический медицинский осмотр, мужчин было 4070 (90,4%), женщин — 431 (9,6%). Их возраст варьировал от 18 до 69 лет, в среднем $37,7 \pm 0,1$ года. Продолжительность стажа на горнодобывающих предприятиях — от 6 мес до 48 лет при среднем показателе $11,8 \pm 0,2$ года. Между возрастом и продолжительностью стажа выявлена высокая степень корреляции: $r = 0,861$. Следовательно, большая часть или вся трудовая деятельность горняков обследованной группы была связана с добычей рудного сырья на данном предприятии. Всего в медосмотре участвовали горняки 47 специальностей. Наиболее многочисленными были профессиональные группы слесарей-ремонтников ($n = 837$), горнорабочих подземных ($n = 312$), машинистов подземного электровоза ($n = 299$), взрывников ($n = 272$), проходчиков ($n = 250$).

Горняки всех специальностей, занятые на подземных работах, имели вредные условия труда. У проходчика на ручной проходке, бурильщика шпуров, взрывника, машиниста вибропогрузочной установки, дробильщика итоговый класс условий труда определялся как 3.2–3.3 (вредные условия труда 2–3-й степеней). У машиниста буровой установки, скреперной лебёдки, погрузочно-доставочной, подземной самоходной машины, крепильщика, горнорабочего очистного забоя, горнорабочего подземного условия труда оценивались как 3.1–3.2 (вредные условия труда 2-й степени). У машиниста электровоза, электрогазосварщика, слесаря, люкового, раздатчика взрывных веществ, стволового, машиниста подъёмной машины, ламповщика, горного мастера условия труда соответствовали классу 3.1 (вредные условия труда 1-й степени).

Средний возраст и средний стаж во всех возрастных группах работников превышали исходный уровень и показатели предыдущей группы (табл. 1). Связь между возрастом и стажем снижалась от весьма высокой ($r = 0,95$ при возрасте ≤ 20 лет) до слабой ($r = 0,105$ при возрасте ≥ 60 лет). В начале трудовой деятельности (возраст 18–19 лет) треть работников характеризовалась как практически здоровые лица (без хронических нарушений здоровья). Наиболее часто в этой группе выявлялись НБ глаза, органов пищеварения, кожи и системы кровообращения.

* Всемирная организация здравоохранения. Вопросы здравоохранения. Старение и здоровье. Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>

Характеристика работников подземных рудников различных возрастных групп

Characteristics of underground miners of different age groups

Показатель Indicator	Возраст / Age, лет / yrs									
	≤ 19 n = 42	20–24 n = 551	25–29 n = 696	30–34 n = 688	35–39 n = 596	40–44 n = 571	45–49 n = 607	50–54 n = 428	55–59 n = 248	≥ 60 n = 74
Средний возраст, лет / Mean age, yrs	18.9 ± 0.1	22.6 ± 0.1*	27.1 ± 0.1**	31.8 ± 0.1**	38.0 ± 0.1**	42.1 ± 0.1**	47.0 ± 0.1**	51.8 ± 0.1**	56.6 ± 0.1**	61.9 ± 0.3**
Средний стаж, лет / Mean work length, yrs	1.16 ± 0.07	2.18 ± 0.05*	4.07 ± 0.08**	6.91 ± 0.12**	9.94 ± 0.19**	14.7 ± 0.2**	18.2 ± 0.3**	23.1 ± 0.3**	26.0 ± 0.4**	33.2 ± 0.8**
Здоровые лица, n (%) / Healthy persons, n (%)	14/33.3	164/29.8	69/23.6	143/20.8	74/12.4**	44/7.7**	34/5.6	14/3.3	5/2.0	0
Число болезней у одного горняка Number of diseases per miner, cases / cases	1.14 ± 0.16	1.23 ± 0.05	1.45 ± 0.04#	1.66 ± 0.10*	2.38 ± 0.08**	2.97 ± 0.11*	3.43 ± 0.10*	4.08 ± 0.12**	4.44 ± 0.15**	4.88 ± 0.27**
Классы болезней, случаи (%) / Disease categories, / cases (%)										
Костно-мышечной системы Musculoskeletal diseases	2/4.8	107/15.9*	224/22.2*	317/27.8*	454/32.1*	656/38.7*	823/39.6	691/39.5	423/38.4	117/32.4
Болезни глаза / Eye diseases	8/16.7	166/24.6	253/25.1	257/22.5**	225/15.9*	246/14.5*	253/12.2	230/13.2	141/12.8	49/13.6
Системы кровообращения / Circulatory diseases	6/12.5	48/7.1	60/6.0	95/8.3*	126/8.9**	203/12.0**	280/13.5	258/14.8	187/17.0	86/23.8*
Органов дыхания / Respiratory diseases	6/12.5	95/14.1	122/12.1	127/11.1**	157/11.1*	127/7.5*	171/8.2	126/7.2	63/5.7	14/3.9
Органов пищеварения / Digestive diseases	8/16.7	73/10.8	88/8.7	96/8.4**	112/7.9**	101/6.0*	102/4.9*	71/4.1*	46/4.2*	14/3.9*
Инфекционные болезни / Infectious diseases	1/2.1	33/4.9	52/5.2	36/3.2*	55/3.9*	44/2.6*	44/2.1	40/2.3	16/1.5	11/3.0
Болезни кожи / Skin diseases	7/14.6	70/10.4	59/5.9	47/4.1*	44/3.1*	43/2.5**	32/1.5*	15/1.0*	14/1.3*	4/1.1*
Эндокринной системы / Endocrine diseases	4/8.3	20/3.0	45/4.5	55/4.8	83/5.9	87/5.1	121/5.8	77/5.2	54/4.9	7/1.9*
Нервной системы / Nervous diseases	0	15/2.2	24/2.4	28/2.5**	46/3.2*	53/3.1*	83/4.0	56/3.8	32/2.9	5/1.4
Мочеполовой системы / Genitourinary diseases	4/8.3	28/4.1	34/3.4	40/3.5	49/3.5	54/3.2	49/2.4	55/3.7	26/2.4	14/3.9
Болезни уха / Ear diseases	0	12/1.8	18/1.8	18/1.6*	31/4.0**	35/2.1**	65/3.1	76/5.1	69/6.3	28/7.8
Другие классы / Other categories	2/4.2	8/1.2	28/2.8	26/2.3	51/2.2*	46/2.7	56/2.7	54/3.7	29/2.6	12/3.3

Примечание. * – различия ($p < 0,05$) между возрастной группой ≤ 19 лет и остальными группами; # – различия ($p < 0,05$) с предыдущей группой.Note: * – differences ($p < 0.05$) between the age group ≤ 19 years and other groups; # – differences ($p < 0.05$) with the previous group.

В первые пять лет значимые изменения здоровья горняков проявлялись только увеличением доли НБ костно-мышечной системы ($p = 0,029$), и этот тренд непрерывно сохранялся до возраста 40–44 года включительно. При этом различия между смежными пятилетними группами не были значимыми, а различия возникали на десятилетних временных отрезках: 20 лет – 24 года и 30 лет – 34 года ($p < 0,001$), 25–29 лет и 35–39 лет ($p < 0,001$), а также 30 лет – 34 года и 40 лет – 44 года ($p < 0,001$). Начиная с возраста 40 лет – 44 года в пяти последующих возрастных группах доля болезней костно-мышечной системы среди всех нарушений здоровья горняков не изменялась.

С увеличением возраста отмечались изменения состояния здоровья: по сравнению с началом трудовой деятельности уменьшились доли болезней органов дыхания у работающих 55 лет и старше ($p = 0,01$), болезней органов пищеварения – в возрасте от 40–44 лет и старше ($p = 0,003 - < 0,001$), болезни кожи – после возрастного периода 25–29 лет ($p = 0,015 - < 0,001$), болезнью эндокринной системы – в возрасте 60 лет и старше ($p = 0,011$).

Число НБ, выявляемых у одного работника, впервые превысило исходный уровень только в возрастной группе 30 лет – 34 года ($p = 0,006$). В последующем оно увеличивалось через каждые пять лет до возрастного периода 50 лет – 54 года ($p = 0,002 - < 0,001$) со стабилизацией показателей в возрастных группах 55–59 и 60 лет и старше. Доля здоровых лиц постоянно снижалась с увеличением возраста. В возрасте 35–39 лет она была ниже начального уровня ($p < 0,001$), а в возрасте 60 лет и старше здоровых лиц среди горняков уже не было.

В смежных возрастных группах риск развития хронических НБ был выше в возрасте 25–29 лет по сравнению с возрастной группой от 20 до 24 лет ($OR = 1,08$; ДИ 1,01–1,16), в возрасте 35–39 лет – по сравнению с группой от 30 до 34 лет ($OR = 1,11$; ДИ 1,05–1,16), в возрасте от 40 до 44 лет – по сравнению с возрастом 35–39 лет ($OR = 1,05$; ДИ 1,01–1,1), в возрасте от 50 до 54 лет – по сравнению с группой 45–49 лет ($OR = 1,03$; ДИ 1–1,05), а также в возрасте 60 лет и старше по сравнению с группой 55–59 лет ($OR = 1,02$; ДИ 1–1,04).

Самые высокие показатели заболеваемости для всех классов болезнью отмечались в возрасте работников от 40 до 44 лет и старше (за исключением болезней мочеполовой системы в возрасте до 20 лет). Такое увеличение, коррелирующее с возрастом, произошло в шести классах болезней: костно-мышечной системы ($R^2 = 0,952$), уха ($R^2 = 0,877$), системы кровообращения ($R^2 = 0,832$), мочеполовой ($R^2 = 0,556$) и нервной ($R^2 = 0,664$) систем, а также

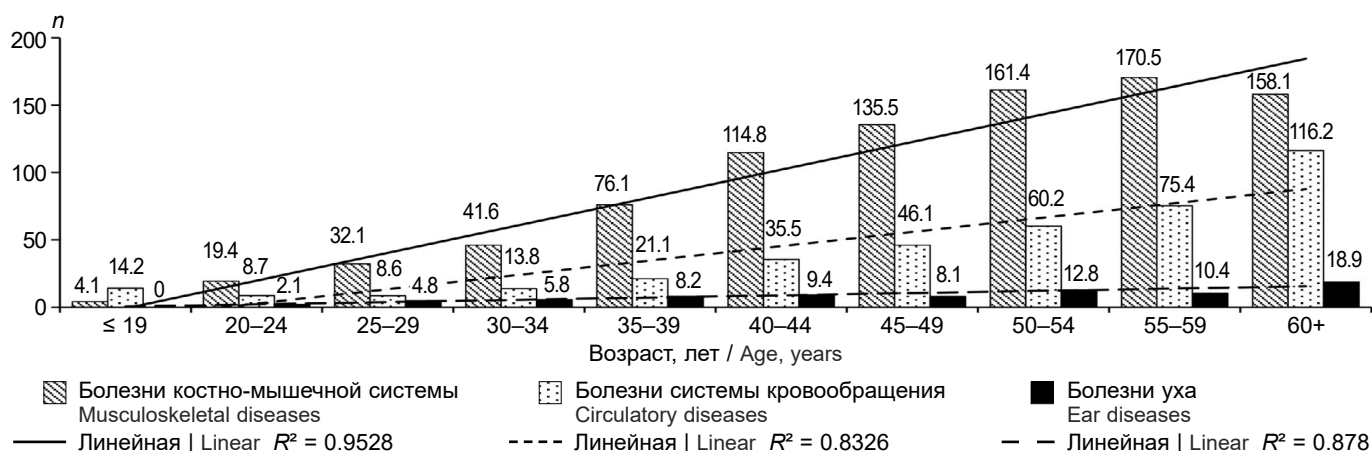


Рис. 1. Частота непрофессиональных болезней костно-мышечной системы, системы кровообращения и болезней уха в различных возрастных группах горняков (число случаев на 100 работников).

Fig. 1. Prevalence of non-occupational diseases of the musculoskeletal system and the circulatory and ear diseases in different age groups of miners (cases per 100 workers).

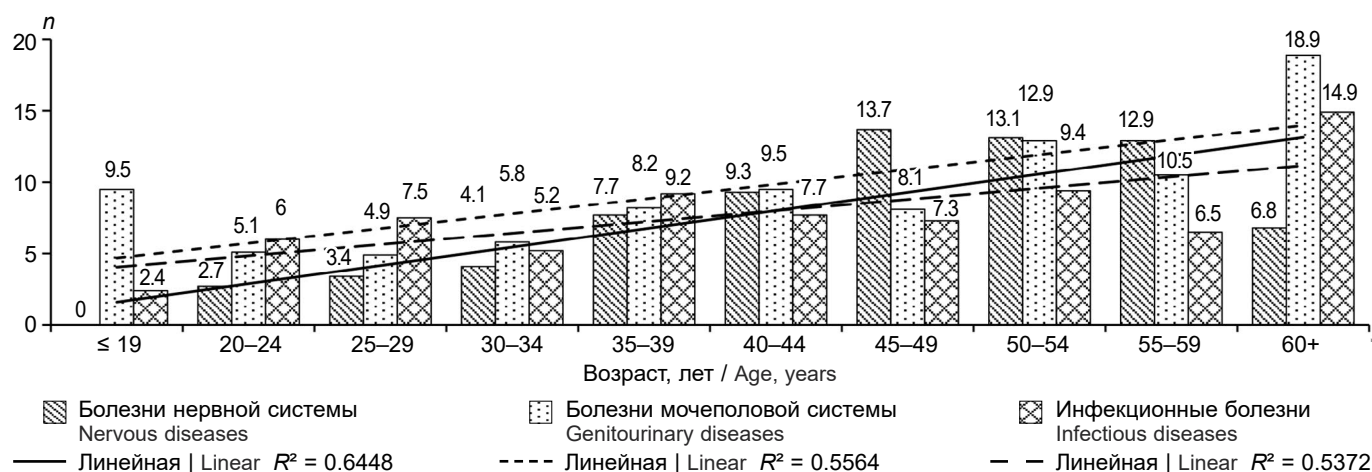


Рис. 2. Частота непрофессиональных болезней нервной и мочеполовой систем, инфекционных болезней в различных возрастных группах горняков (число случаев на 100 работников).

Fig. 2. Prevalence of non-occupational nervous, genitourinary, and infectious diseases in different age groups of miners (cases per 100 workers).

инфекционных болезней ($R^2 = 0,537$). При этом наиболее выраженный рост числа НБ в расчёте на 100 работников отмечен при костно-мышечной патологии (рис. 1, 2).

Не было выявлено изменений показателей заболеваемости, связанных с увеличением возраста горняков, при патологиях эндокринной системы ($R^2 = 0,446$), болезнях органов дыхания ($R^2 = 0,411$) и пищеварения ($R^2 = 0,214$). Только при болезнях кожи произошло значимое снижение ($R^2 = 0,703$).

В течение 2004–2023 гг. были впервые выявлены 1597 ПБ у 682 горняков подземных рудников (мужчины, средний возраст $51,1 \pm 0,2$ года, стаж работы на рудниках – $24,5 \pm 0,3$ года). Между показателями возраста и стажа отмечена умеренная степень связи: $r = 0,627$. Среди заболевших были горняки 22 специальностей. Чаще профессиональные болезни выявлялись у проходчиков ($n = 158$), взрывников ($n = 72$), машинистов погрузочно-доставочных машин ($n = 68$), машинистов буровой установки и бурильщиков шпуров ($n = 67$), машинистов подземного электровоза ($n = 64$), горнорабочих очистного забоя ($n = 49$), крепильщиков ($n = 38$). Реже ПЗ развивались у машинистов подземных самоходных машин ($n = 17$), слесарей подземных ($n = 13$), электрогазосварщиков ($n = 12$), дробильщиков ($n = 11$), машинистов вибропогрузочных установок ($n = 9$) и в некоторых других профессиональных группах.

Возраст работников при первичном выявлении ПБ варьировал от 31 года до 72 лет. Число работников в возрасте младше 40 лет было наименьшим, а наибольшим – в группе от 50 до 54 лет. Степень связи возраста и продолжительности стажа в группе младше 40 лет была умеренной ($r = 0,493$), а в остальных группах – слабой ($r = 0,114–0,239$). В каждой возрастной группе средний стаж работников был выше, чем в предыдущей ($p < 0,001$). В структуре профессиональной патологии доля болезней костно-мышечной системы составляла более половины и значимо не отличалась во всех возрастных группах. Доля вибрационной болезни была наибольшей в возрасте до 40 лет. В сравнении с этим показателем она последовательно уменьшалась в возрастных группах от 40 до 44 лет ($p = 0,032$), от 45 до 49 лет ($p = 0,004$), от 50 до 54 лет ($p < 0,002$), 55 лет и старше ($p < 0,001$). Кроме того, в возрастной группе 55 лет и старше доля вибрационной болезни была меньше, чем в группе от 50 до 54 лет ($p = 0,026$). При этом доля нейросенсорной тугоухости в возрасте работников до 40 лет была минимальной; в сравнении с этим уровнем отмечалось её последовательное увеличение в возрастных группах от 40 до 44 лет ($p = 0,019$), от 45 до 49 лет ($p = 0,006$), от 50 до 54 лет ($p = 0,002$), 55 лет и старше ($p < 0,001$). Также доля нейросенсорной тугоухости у работников 55 лет и старше была больше, чем в группе от 50 до 54 лет ($p = 0,005$). Распространённость болезней нервной системы

Таблица 2 / Table 2

Возрастная характеристика горняков с профессиональной патологией**Age characteristics of miners with occupational pathology**

Показатель Indicator	Возраст / Age, лет / yrs				
	≤ 39 n = 34	40–44 n = 93	45–49 n = 185	50–54 n = 195	≥ 55 n = 175
Средний стаж, лет Average length of service, yrs	15.2 ± 0.8	19.1 ± 0.4*#	21.1 ± 0.4*#	26.5 ± 0.3*#	30.7 ± 0.4*#
Болезни костно-мышечной системы, случаи (%) Musculoskeletal diseases, cases (%)	41 (61.2)	123 (56.1)	249 (58.6)	276 (58.6)	238 (56.7)
Вибрационная болезнь, случаи (%) Vibration disease, cases (%)	23 (34.3)	57 (26.6)*	95 (22.5)	87 (18.4)*	54 (12.9)*#
Нейросенсорная тугоухость, случаи (%) Sensorineural hearing loss, cases (%)	1 (1.5)	23 (10.7)*	56 (13.2)*	81 (17.1)*	100 (23.9)*#
Болезни нервной системы, случаи (%) Nervous diseases, cases (%)	2 (5.9)	7 (3.3)	16 (3.8)	22 (4.7)	13 (3.1)
Болезни органов дыхания, случаи (%) Respiratory diseases, cases (%)	0	4 (1.9)	9 (1.9)	7 (1.5)	13 (3.1)
Среднее число болезней у одного работника, случаи Average number of diseases per employee, cases	1.97 ± 0.18	2.30 ± 0.11	2.23 ± 0.08	2.42 ± 0.09*	2.40 ± 0.08*
Общая профессиональная заболеваемость, случаи на 10 000 работников Overall occupational morbidity, cases per 10,000 workers	12.50	175.41	392.86	592.73	839.36
Доля работников с профессиональной патологией, n (%) Proportion of workers with occupational pathology, n (%)	0.06	0.77*	1.59*	2.44*	3.51*
Степень потери трудоспособности, % Degree of working capacity loss, %	32.0 ± 1.2	29.1 ± 0.9	29.6 ± 0.7	29.4 ± 0.6	31.0 ± 0.8
Работники с инвалидностью, n (%) Workers with disabilities, n (%)	2 (6.9)	8 (6.3)	28 (15.1)*	36 (18.5)*	32 (18.3)*

Примечание. * – различия при $p < 0,05$ с возрастной группой до 39 лет; # – различия при $p < 0,05$ с предыдущей возрастной группой.

Note: * – differences at $p < 0.05$ with the age group up to 39 years; # – differences at $p < 0.05$ with the previous age group.

и органов дыхания не превышала 5,9% и мало изменялась в сравниваемых пяти возрастных группах.

По сравнению с возрастной группой до 40 лет число нозологических форм ПБ, диагностируемых у одного горняка, было больше в возрастной группе от 50 до 54 лет ($p = 0,026$), 55 лет и старше ($p = 0,03$). Уровень профессиональной заболеваемости резко повысился в возрасте от 40 до 44 лет (в 14 раз) и далее продолжал стабильно повышаться: в 2,24; 1,15 и 1,42 раза. Сходные изменения отмечены у работников с профессиональной патологией: резкий рост профессиональной заболеваемости в возрасте от 40 до 44 лет (в 12,8 раза) с последующим более медленным повышением в старших возрастных группах (в 1,44–2,1 раза). Процентная доля утраты трудоспособности не имела значимых возрастных различий, но доля работников, признанных инвалидами, в возрасте до 40 лет и возрасте от 40 до 44 лет была меньше, чем в возрастных группах от 45 до 49 лет ($p = 0,027$), от 51 года до 56 лет ($p = 0,007$), а также у работников 56 лет и старше ($p = 0,008$). В целом наиболее выраженные негативные изменения здоровья горняков происходили в возрасте от 40 до 44 лет. В последующем они прогрессировали, но были менее выраженными (табл. 2).

Проведена дополнительная оценка динамики профессиональной заболеваемости в пяти возрастных группах при патологиях костно-мышечной системы, вибрационной болезни и нейросенсорной тугоухости, на которые в совокупности приходилось 94,2% всех случаев патологии (рис. 3). Применение критерия аппроксимации показало, что по мере увеличения возраста работников происходит значимое повышение заболеваемости болезнями костно-мышечной системы ($R^2 = 0,995$), вибрационной болезнью ($R^2 = 0,915$) и нейросенсорной тугоухостью ($R^2 = 0,901$).

Кроме того, было выявлено, что увеличение возраста было связано с ростом числа ПБ, диагностируемых у одного работника ($R^2 = 0,572$), уровня общей профессиональной заболеваемости ($R^2 = 0,995$), доли лиц с профессиональной патологией ($R^2 = 0,995$), доли лиц с установленной инвалидностью ($R^2 = 0,845$). Отсутствовала связь увеличения возраста работников с процентной долей утраты трудоспособности ($R^2 = 0,047$).

По сравнению с возрастом до 40 лет риск развития ПБ был выше во всех остальных возрастных группах: ОР = 5,64; ДИ 1,1–29 в группе от 41 года до 45 лет; ОР = 9,52; ДИ 2,06–43,92 в группе 46–50 лет; ОР = 15; ДИ 3,3–68,19 в группе от 51 года до 55 лет и ОР = 17,94; ДИ 3,9–82,65 при возрасте старше 55 лет. При этом значимые различия между группами 41–45, 46–50, 51–55 и старше 55 лет отсутствовали.

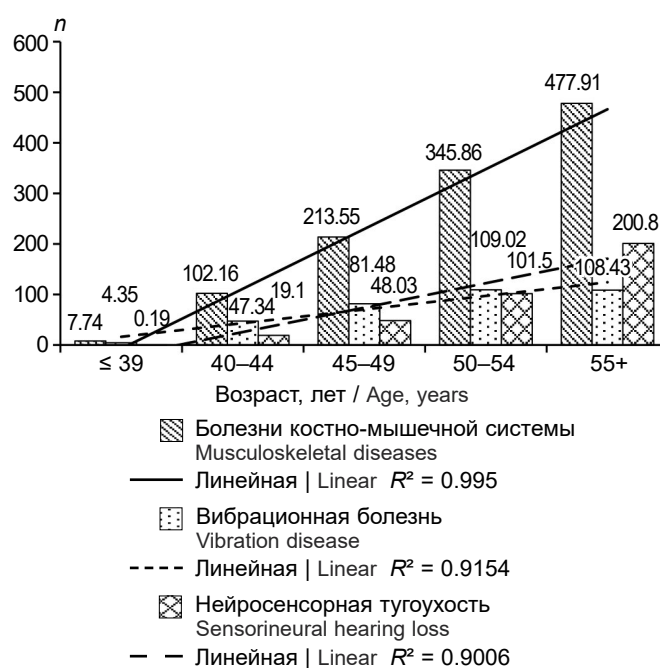


Рис. 3. Динамика показателей заболеваемости наиболее распространёнными профессиональными болезнями по мере увеличения возраста работников.

Fig. 3. Trend in the most prevalence of most occurring occupational diseases as the age of workers increases.

Обсуждение

Проведённое исследование подтвердило вывод о том, что увеличение возраста и связанное с ним старение организма снижают функциональные возможности организма и обуславливают закономерное развитие нарушений здоровья [10, 13, 21]. Однако это не равномерный монотонный процесс, во всяком случае — у горняков подземных рудников. В нём наблюдались периоды ускоренных и замедленных функциональных и морфологических изменений при различных болезнях. Наиболее выраженное ухудшение показателей профессионального здоровья (заболеваемость, число заболеваний у одного горняка, костно-мышечная патология, вибрационная болезнь) отмечено у горняков возрастной группы от 40 до 44 лет. Возможно, это проявления критических точек и периодов старения организма [16], а также различий в хронологическом и биологическом возрасте человека [12, 17, 22].

Полученные результаты дают основание для обсуждения целесообразности ряда практических действий, направленных на предотвращение рисков для здоровья и предупреждение уменьшения периода трудоспособности горняков. Известно, что такие риски создают прежде всего формирующиеся в период трудовой деятельности болезни костно-мышечной системы [2, 8]. Поскольку было выявлено наиболее быстрое развитие этих патологий в первые пять лет трудовой деятельности, следует рассмотреть целесообразность допуска к подземным работам не с 18 лет (по действующему законодательству), а в более позднем возрасте. Например, с 21 года при более сформированных структурах опорно-двигательного аппарата.

Число болезней костно-мышечной системы и их доля в общей структуре профессиональной патологии увеличивались с момента допуска к выполнению подземных работ до возраста 55–59 лет, следовательно, применяемая методика профилактики (начала профилактических мероприятий только после выявления даже самых ранних патологических изменений) неэффективна. Она не приводит к регрессии

этих изменений и не останавливает их прогрессирования. Поэтому профилактика болезней костно-мышечной системы немедикаментозными и медикаментозными методами может быть более эффективной при проведении с самого начала трудовой деятельности до появления ранних симптомов.

Однозначного ответа на вопрос о безопасности и целесообразности увеличения длительности периода допуска к подземным работам возрастных горняков данное исследование не даёт. Но надо отметить, что начиная с возраста 40–44 лет замедляется прирост числа патологий костно-мышечной системы и их доли в общей структуре профессиональных болезней. Более того, в возрасте 60 и старше по сравнению с возрастом 55–59 лет выявлена тенденция к снижению уровня этих показателей. В то же время в возрасте 60 лет и старше у горняков отмечается наиболее выраженный рост распространённости болезней системы кровообращения и нейросенсорной тугоухости, что необходимо учитывать при проведении профилактических мероприятий в предшествующих возрастным периодах.

Ограничением исследования является возможное влияние на состояние здоровья горняков изменений длительности стажа, который теоретически должен быть сопоставимым во всех возрастных группах. Известно, что дифференциация влияния на здоровье производственных и непроизводственных факторов при их сочетанном действии — сложная и не всегда выполнимая задача. Вероятно, новые методы анализа клинического материала (оценка профессиональной и непрофессиональной фракций годового прироста риска хронических нарушений здоровья и др.) могут способствовать её решению [19, 23].

Заключение

Для повышения эффективности профилактики профессиональной патологии у горняков подземных рудников Кольского полуострова необходимо учитывать возрастные периоды повышенного риска развития нарушений здоровья, требующих целевых мероприятий.

Литература

- Чиботарев А.Г. Состояние условий труда и профессиональной заболеваемости работников горнодобывающих предприятий. *Горная промышленность*. 2018; (1): 92–5. <https://elibrary.ru/yvoshx>
- Сюрин С.А. Профессиональная патология горняков подземных рудников Кольского полуострова (14-летнее лонгитудинальное обсервационное исследование). *Здоровье населения и среда обитания* — ЗНУСО. 2024; 32(5): 42–52. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-5-42-52> <https://elibrary.ru/keuteq>
- Бухтияров И.В. Проблемы медицины труда на горнодобывающих предприятиях Сибири и Крайнего Севера. *Горная промышленность*. 2013; (5): 77. <https://elibrary.ru/tjlrpt>
- Горяев Д.В., Фадеев А.Г., Шур П.З., Фокин В.А., Зайцева Н.В. Гигиеническая оценка условий труда и профессиональной заболеваемости работников горнодобывающей промышленности в Арктической зоне Норильского промышленного района. *Анализ риска здоровью*. 2023; (2): 88–94. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2023.2.08> <https://elibrary.ru/nliwot>
- Donaldson S., Adlard B., Odland J.O. Overview of human health in the Arctic: conclusions and recommendations. *Int. J. Circumpolar Health*. 2016; 75: 33807. <https://doi.org/10.3402/ijch.v75.33807>
- Скрипаль Б.А. Состояние здоровья и заболеваемость рабочих подземных рудников горно-химического комплекса Арктической зоны Российской Федерации. *Медицина труда и промышленная экология*. 2016; 56(6): 22–6. <https://elibrary.ru/wccskp>
- Gendler S.G., Rudakov M.L., Falova E.S. Analysis of the risk structure of injuries and occupational diseases in the mining industry of the Far North of the Russian Federation. *Scientific Bulletin of National Mining University*. 2020; 2020(3): 81–5. <https://elibrary.ru/hfbdbd>
- Syurin S.A., Kovshov A.A., Odland J.O., Talykova L.V. Retrospective assessment of occupational disease trends in Russian Arctic apatite miners. *Int. J. Circumpolar Health*. 2022; 81(1): 2059175. <https://doi.org/10.1080/22423982.2022.2059175> <https://elibrary.ru/hfbdbd>
- Сорокин Г.А., Чистяков Н.Д., Шилов В.В. Возрастная уязвимость работников к факторам производственной среды. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(8): 807–11. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-8-807-811> <https://elibrary.ru/tmcmmf>
- Гантман А.А., Горблянский Ю.Ю., Конторович Е.П., Понамарева О.П. Концепция здорового старения на работе. *Медицинский вестник Юга Рос-*
- сии. 2022; 13(4): 5–13. <https://doi.org/10.21886/2219-8075-2022-13-4-5-13> <https://elibrary.ru/wooejh>
- Михеев Р.К., Андреева Е.Н., Григорян О.Р., Шереметьева Е.В., Абсатрова Ю.С., Одарченко А.С. и др. Молекулярные и клеточные механизмы старения: современные представления (обзор литературы). *Проблемы эндокринологии*. 2023; 69(5): 45–54. <https://doi.org/10.14341/probl13278> <https://elibrary.ru/goblp>
- Preston J., Biddell B. The physiology of ageing and how these changes affect older people. *Medicine*. 2021; 49(1): 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2020.10.011> <https://elibrary.ru/igoyfo>
- Guo J., Huang X., Dou L., Yan M., Shen T., Tang W., et al. Aging and aging-related diseases: from molecular mechanisms to interventions and treatments. *Signal Transduct. Target. Ther.* 2022; 7(1): 391. <https://doi.org/10.1038/s41392-022-01251-0>
- Ларина В.Н., Ларин В.Г., Врублевский А.Н., Самородская И.В. Процесс старения организма с позиции многофакторных изменений. *Лечебное дело*. 2023; (4): 8–16. <https://doi.org/10.24412/2071-5315-2023-13022> <https://elibrary.ru/oliimg>
- Chmielewski P.P. Human ageing as a dynamic, emergent and malleable process: from disease-oriented to health-oriented approaches. *Biogerontology*. 2020; 21(1): 125–30. <https://doi.org/10.1007/s10522-019-09839-w> <https://elibrary.ru/evjjcd>
- Shen X., Wang C., Zhou X., Zhou W., Hornburg D., Wu S., et al. Nonlinear dynamics of multi-omics profiles during human aging. *Nat. Aging*. 2024; 4(11): 1619–34. <https://doi.org/10.1038/s43587-024-00692-2> <https://elibrary.ru/jomfim>
- Melzer D., Pilling L.C., Ferrucci L. The genetics of human ageing. *Nat. Rev. Genet.* 2020; 21(2): 88–101. <https://doi.org/10.1038/s41576-019-0183-6> <https://elibrary.ru/othyrh>
- Каримов Д.Д., Эрдман В.В., Кудояров Э.Р., Валова Я.В., Смолянкин Д.А., Репина Э.Ф. и др. Профессиональные факторы риска и старение человека (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2022; 101(4): 375–81. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-4-375-381> <https://elibrary.ru/dqamqz>
- Сорокин Г.А., Сюрин С.А., Кирьянова М.Н. Возрастная динамика рисков хронических болезней у горняков и металлургов Кольского Заполярья. *Гигиена и санитария*. 2025; 104(1): 63–70. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-1-63-70> <https://elibrary.ru/nzckse>
- Каримов Д.Д., Кудояров Э.Р., Мухаммадиева Г.Ф., Зиятдинова М.М., Байильдин С.С., Якупова Т.Г. Биомаркеры старения в исследовании профессионально обусловленных вредных воз-

Original article

- действий (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2021; 100(11): 1328–32. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1328-1332> <https://elibrary.ru/zjkjkh>
21. Сюрин С.А. Возрасто-стажевые особенности развития и структуры нарушений здоровья у горняков Кольского Заполярья. *Российская Арктика*. 2021; (3): 18–31. <https://doi.org/10.24412/2658-4255-2021-3-00-02> <https://elibrary.ru/sdttaf>
 22. Шпагина Л.Н., Филимонов С.Н. Оценка биологического возраста и темпа старения как показателя состояния здоровья шахтеров Кузбасса. *Фундаментальные исследования*. 2013; (7-3): 666–9. <https://elibrary.ru/qoyrgh>
 23. Сорокин Г.А. Возрастная и стажевая динамика показателей здоровья работающих как критерий для сравнения профессиональных и не-профессиональных рисков. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(4): 355–61. <https://elibrary.ru/vzvzll>

References

1. Chebotarev A.G. Working environment and occupational morbidity of mine personnel. *Gornaya promyshlennost'*. 2018; (1): 92–5. <https://elibrary.ru/yvoshx> (in Russian)
2. Syurin S.A. Occupational diseases in underground miners of the Kola peninsula: a 14-year longitudinal observational study. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2024; 32(5): 42–52. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-5-42-52> <https://elibrary.ru/keuteq> (in Russian)
3. Bukhtiyarov I.V., Chebotarev A.G. Occupational health care problems of mines in Siberia and the Extreme North. *Gornaya promyshlennost'*. 2013; (5): 77. <https://elibrary.ru/rjlpit> (in Russian)
4. Goryaev D.V., Fadeev A.G., Shur P.Z., Fokin V.A., Zaitseva N.V. Hygienic assessment of working conditions and occupational incidence among mining workers in the Arctic zone of the Norilsk industrial area. *Health Risk Analysis*. 2023; (2): 88–94. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2023.2.08> <https://elibrary.ru/svdppb>
5. Donaldson S., Adlard B., Odland J.Ø. Overview of human health in the Arctic: conclusions and recommendations. *Int. J. Circumpolar Health*. 2016; 75: 33807. <https://doi.org/10.3402/ijch.v75.33807>
6. Skripal B.A. Health state and morbidity of underground mines in mining chemical enterprise in Arctic area of Russian Federation. *Meditina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2016; 56(6): 23–6. <https://elibrary.ru/wcksp> (in Russian)
7. Gendler S.G., Rudakov M.L., Falova E.S. Analysis of the risk structure of injuries and occupational diseases in the mining industry of the Far North of the Russian Federation. *Scientific Bulletin of National Mining University*. 2020; 2020(3): 81–5. <https://elibrary.ru/hfbbde>
8. Syurin S.A., Kovshov A.A., Odland J.Ø., Talykova L.V. Retrospective assessment of occupational disease trends in Russian Arctic apatite miners. *Int. J. Circumpolar Health*. 2022; 81(1): 2059175. <https://doi.org/10.1080/22423982.2022.2059175> <https://elibrary.ru/hfbbde>
9. Sorokin G.A., Chistyakov N.D., Shilov V.V. Age-related vulnerability of employees to factors of the occupation environment. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(8): 807–11. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-8-807-811> <https://elibrary.ru/tmcmmf> (in Russian)
10. Gantman A.A., Gorblyansky Yu.Yu., Kontorovich E.P., Ponamareva O.P. The concept of healthy aging at work. *Meditinskii vestnik Yuga Rossii*. 2022; 13(4): 5–13. <https://doi.org/10.21886/2219-8075-2022-13-4-5-13> <https://elibrary.ru/woehj> (in Russian)
11. Mikheev R.K., Andreeva E.N., Grigoryan O.R., Sheremeteyeva E.V., Absatarova Yu.S., Odarchenko A.S., et al. Molecular and cellular mechanisms of ageing: modern knowledge (literature review). *Problemy endokrinologii*. 2023; 69(5): 45–54. <https://doi.org/10.14341/probl13278> <https://elibrary.ru/gobplp> (in Russian)
12. Preston J., Biddell B. The physiology of ageing and how these changes affect older people. *Medicine*. 2021; 49(1): 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2020.10.011> <https://elibrary.ru/igoyfo>
13. Guo J., Huang X., Dou L., Yan M., Shen T., Tang W., et al. Aging and aging-related diseases: from molecular mechanisms to interventions and treatments. *Signal Transduct. Target. Ther.* 2022; 7(1): 391. <https://doi.org/10.1038/s41392-022-01251-0>
14. Larina V.N., Larin V.G., Vrublevsky A.N., Samorodskaya I.V. Aging process from the standpoint of multifactorial changes. *Lechebnoe delo*. 2023; (4): 8–16. <https://doi.org/10.24412/2071-5315-2023-13022> <https://elibrary.ru/olimg> (in Russian)
15. Chmielewski P.P. Human ageing as a dynamic, emergent and malleable process: from disease-oriented to health-oriented approaches. *Biogerontology*. 2020; 21(1): 125–30. <https://doi.org/10.1007/s10522-019-09839-w> <https://elibrary.ru/evjcd>
16. Shen X., Wang C., Zhou X., Zhou W., Hornburg D., Wu S., et al. Nonlinear dynamics of multi-omics profiles during human aging. *Nat. Aging*. 2024; 4(11): 1619–34. <https://doi.org/10.1038/s43587-024-00692-2> <https://elibrary.ru/jomfim>
17. Melzer D., Pilling L.C., Ferrucci L. The genetics of human ageing. *Nat. Rev. Genet.* 2020; 21(2): 88–101. <https://doi.org/10.1038/s41576-019-0183-6> <https://elibrary.ru/othyrh>
18. Karimov D.D., Erdman V.V., Kudoyarov E.R., Valova Ya.V., Smolyankin D.A., Repina E.F., et al. Influence of occupational risk factors on human aging (literature review). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(4): 375–81. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-4-375-381> <https://elibrary.ru/dqamqz> (in Russian)
19. Sorokin G.A., Syurin S.A., Kiryanova M.N. Age trend in risks for the chronic diseases in miners and metallurgists of the Kola Arctic. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2025; 104(1): 63–70. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-1-63-70> <https://elibrary.ru/nzckse> (in Russian)
20. Karimov D.D., Kudoyarov E.R., Mukhammadiyeva G.F., Ziatdinova M.M., Baigildin S.S., Yakupova T.G. Biomarkers of ageing in the study of occupational harm impacts (literature review). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(11): 1328–32. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1328-1332> <https://elibrary.ru/zjkjkh> (in Russian)
21. Syurin S.A. Age and experience features of development and structure of health disorders in Kola Polar miners. *Rossiyskaya Arktika*. 2021; (3): 18–31. <https://doi.org/10.24412/2658-4255-2021-3-00-02> <https://elibrary.ru/sdttaf> (in Russian)
22. Shpagina L.N., Filimonov S.N. Assessment of biological age and rate of aging as indicator of health state of Kuzbass miners. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2013; (7-3): 666–9. <https://elibrary.ru/qoyrgh> (in Russian)
23. 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 (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2016; 95(4): 355–61. <https://elibrary.ru/vzvzll> (in Russian)

Сведения об авторе

Сюрин Сергей Алексеевич, доктор мед. наук, ст. науч. сотр. отд. гигиены ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: kola.reslab@mail.ru

About the author

Sergei A. Syurin, DSc (Medicine), senior researcher, Department of hygiene, North-West Public Health Research Center, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-0275-0553> E-mail: kola.reslab@mail.ru