

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2024

Савинков М.А.<sup>1</sup>, Носов А.Е.<sup>1</sup>, Костарев В.Г.<sup>2</sup>, Щербаков А.А.<sup>1</sup>, Устинова О.Ю.<sup>1</sup>

## Оценка когнитивных нарушений у машинистов горных выемочных машин с различным стажем работы на предприятии по производству калийных удобрений

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 614045, Пермь, Россия;

<sup>2</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю, 614016, Пермь, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Введение.** Центральная нервная система работников, занятых на вредном производстве, подвержена существенным изменениям, что проявляется нарушением когнитивных функций.

**Цель исследования** — оценка взаимосвязи между изменением когнитивных функций работников предприятия по производству калийных удобрений и продолжительностью их работы во вредных условиях труда.

**Материалы и методы.** Обследованы работники предприятия по производству калийных удобрений — 36 машинистов горно-выемочных машин, имеющих вредные условия труда класса 3.3 (вредные факторы — сильвинит, дигидросульфид, производственный шум, вибрация общая и локальная, микроклимат, тяжесть трудового процесса). Группа сравнения — 32 работника, имеющие допустимые условия труда. Были произведены психодиагностика с использованием теста Струпа, тестов на уровень внимания и адекватности операций классификации и анализа, измерение скорости моторной реакции.

**Результаты.** Работники с длительным стажем работы в условиях воздействия на организм производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы, имеют показатели когнитивных функций ниже, чем лица с нормальными условиями труда. Так, у работников со стажем работы 8 лет и более показатель гибкости — ригидности познавательного контроля был достоверно ниже в 1,2 раза, показатели функциональной подвижности и эффективности нервных процессов — ниже в 1,2–1,4 раза, чем у работников, работавших в допустимых условиях труда. При этом показатели работников со стажем работы до 8 лет, работавших во вредных и допустимых условиях труда, были близкими по значению и не имели достоверных различий. Проведение регулярной психофизиологической диагностики может позволить по минимальным проявлениям диагностировать начало появления когнитивной дисфункции и своевременно осуществлять профилактические мероприятия.

**Ограничение исследования:** невозможность проведения тестовых испытаний в случае, если испытуемые не имеют навыков работы с периферийными устройствами персонального компьютера (компьютерные клавиатура, мышь).

**Заключение.** Работа в условиях труда с превышением гигиенических нормативов может приводить к появлению лёгких (додементных) когнитивных нарушений, выраженность которых зависит от продолжительности труда, связанного с воздействием вредных производственных факторов.

**Ключевые слова:** калийная промышленность; подземный стаж; когнитивные функции; машинисты горно-выемочных машин; когнитивный дефицит; психологическое тестирование; вредные условия труда

**Соблюдение этических стандартов.** Одобрено этическим комитетом ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» исследование (протокол № 1 от 03.02.2022). Участники исследования подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

**Для цитирования:** Савинков М.А., Носов А.Е., Костарев В.Г., Щербаков А.А., Устинова О.Ю. Оценка когнитивных нарушений у машинистов горных выемочных машин с различным стажем работы на предприятии по производству калийных удобрений. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2024; 68(6): 526–532. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2024-68-6-526-532> <https://elibrary.ru/gbjbwq>

**Для корреспонденции:** Савинков Максим Анатольевич, e-mail: [msavinkov@gmail.com](mailto:msavinkov@gmail.com)

**Участие авторов:** Савинков М.А. — сбор материала, статистическая обработка, написание текста; Носов А.Е., Костарев В.Г., Устинова О.Ю. — концепция исследования, редактирование; Щербаков А.А. — написание текста. 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 12.08.2024 / Принята к печати 03.10.2024 / Опубликовано 28.12.2024

Maksim A. Savinkov<sup>1</sup>, Aleksandr E. Nosov<sup>1</sup>, Vitaliy G. Kostarev<sup>2</sup>, Aleksandr A. Shcherbakov<sup>1</sup>, Olga Yu. Ustinova<sup>1</sup>

## Assessment of cognitive impairments in mining machine operators with different work experience at a potash fertilizer plant

<sup>1</sup>Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation;

<sup>2</sup>Office of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Perm Territory, Perm, 614016, Russian Federation

### ABSTRACT

**Introduction.** The central nervous system in workers engaged in harmful production is subject to significant changes, manifested by impaired cognitive functions.

**Purpose** was to assess the relationship between changes in the cognitive functions in employees of a potash fertilizer plant and the duration of their work in harmful working conditions.

**Materials and methods.** There were examined thirty six machinists of mining machines employed at the enterprise for the production of potash fertilizers with harmful working conditions of class 3.3 (harmful factors — silvinit, dihydrosulfide, industrial noise, general and local vibration, microclimate, severity of the labour process). The comparison group consists of 32 employees with acceptable working conditions. Psychodiagnostics were performed using the Stroop test, tests for the level of attention and adequacy of classification and analysis operations, and measurement of the speed of motor responses.

**Results.** Employees with long-term work experience under conditions of exposure to production factors exceeding hygienic standards have lower cognitive function indices than people with normal working conditions. Thus, for workers with work experience of 8 years or more, the index of flexibility — rigidity of cognitive control was significantly lower by 1.2 times, indices of functional mobility and efficiency of nervous processes were lower by 1.2 to 1.4 times than for workers who worked in acceptable working conditions. At the same time, the indices in workers with up to 8 years of work experience employed in harmful and acceptable working conditions were close in value and had no significant differences. Conducting regular psychophysiological diagnostics can allow diagnosing the onset of cognitive dysfunction by minimal manifestations and timely carry out preventive measures.

**Limitations.** The impossibility of conducting test tests if the subjects do not have the skills to work with peripheral devices of a personal computer (computer keyboard, mouse).

**Conclusions.** Working in conditions exceeding hygienic standards can lead to the appearance of mild (pre-dement) cognitive impairments, the severity of which depends on the duration of work associated with exposure to harmful industrial factors.

**Keywords:** potash industry; underground work experience; cognitive functions; machinists of mining machines; cognitive deficits; psychological testing; harmful working conditions

**Compliance with ethical standards.** The study was approved by the ethic committee of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies for Public Health Risk Management (protocol 1 of February 03, 2022). All patients were informed about the purpose of the study, and voluntary informed consent was obtained.

**For citation:** Savinkov M.A., Nosov A.E., Kostarev V.G., Shcherbakov A.A., Ustinova O.Yu. Assessment of cognitive impairments in mining machine operators with different work experience at a potash fertilizer plant. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii / Health Care of the Russian Federation, Russian journal.* 2024; 68(6): 526–532. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2024-68-6-526-532> <https://elibrary.ru/gbjbwq> (in Russian)

**For correspondence:** Maksim A. Savinkov, e-mail: msavinkov@gmail.com

**Contribution of the authors:** Savinkov M.A. — collection of material, statistical processing, writing of the text; Nosov A.E., Kostarev V.G., Ustinova O.Yu. — the concept of research, editing; Shcherbakov A.A. — writing the text. All authors — approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

**Acknowledgment.** The study had no funding.

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

Received: August 12, 2024 / Accepted: October 3, 2024 / Published: December 28, 2024

## Введение

Когнитивные нарушения являются частым проявлением повреждений центральной нервной системы и, следовательно, относятся к актуальным проблемам современной медицины. Исследования показали, что в возрасте 60–69 лет когнитивные нарушения встречаются у десятой части населения [1]. Уже в трудоспособном возрасте, начиная с 45 лет, начинают проявляться и с течением времени усиливаются нарушения памяти, ухудшение обучаемости, снижение концентрации внимания, что свидетельствует о додементных когнитивных нарушениях [2, 3]. Описывается поражение нервной системы как при профессиональных заболеваниях, так и при работе в контакте с вредными производственными факторами производственной среды (ВПФ) [4]. ВПФ провоцируют развитие гипоперфузии в различных внутренних органах организма. Пониженное снабжение тканей головного мозга кислородом, а также прямое токсическое воздействие приводят к поражению его

тканей и провоцируют нарушения высших корковых функций, что проявляется в изменении психоэмоционального статуса, поведенческих реакций человека и может привести не только к хроническому стрессу, но и к несчастным случаям на производстве. Длительное воздействие местной и/или общей вибрации провоцирует поражение рецепторного аппарата вплоть до развития вибрационной болезни. При связанной с вибрацией патологии описано значительное увеличение числа невротоподобных и астеноневротических состояний. Значительная доля лиц, имеющих данную патологию, сообщает об ухудшении самочувствия, нарушениях сна, головных болях [5]. Темпы биологического старения у лиц, подверженных шуму и вибрации, превышают таковые в контрольной группе в 1,14 раза. У обследуемых выявляются нарушения эмоционального фона, страхи и фобии, раздражительность, апатия, депрессия [6–9]. Установлен факт негативного влияния вибрации на способность обрабатывать внешнюю информацию работниками, занятыми на подземных работах [10].

**Таблица 1.** Характеристики групп испытуемых  
**Table 1.** Characteristics of the groups of subjects

Показатель Index	Машинисты ГВМ Drivers of mining excavation machines		Работники административного аппарата управления Employees of the administrative office of management	
	подгруппа наблюдения I observation subgroup I n = 16	подгруппа наблюдения II observation subgroup II n = 20	подгруппа сравнения I reference subgroup I n = 23	подгруппа сравнения II reference subgroup II n = 9
Средний возраст, лет Average age, years	37,1 ± 4,5	45,3 ± 7,3	40,1 ± 5,4	49,7 ± 6,3
Средний стаж работы на предприятии, лет Average work experience at the enterprise, years	5,6 ± 1,4	14,7 ± 3,9	7,3 ± 2,2	16,8 ± 4,2

По данным Н.К. Вознесенского и соавт., вредные факторы подземных условий труда приводят не только к существенному профессиональному стрессу, но и к значительным нарушениям в работе центральной нервной системы, изменениям эмоционально-волевых характеристик личности [11].

Глубина залегания калийных руд на месторождениях, расположенных в России, составляет 100–500 м, добыча производится подземным способом (шахты) с использованием горных выемочных машин (ГВМ). Машинисты ГВМ подвержены воздействию комплекса вредных факторов: шум, химическое загрязнение и вибрация. С учётом синергетического эффекта риск развития отдельных когнитивных нарушений на основе комплексного воздействия на центральную нервную систему может иметь тенденцию к усилению. В настоящее время зависимость степени выраженности данных нарушений от продолжительности работы в контакте с ВПФ изучена недостаточно. Это особо существенно для раннего выявления и профилактики начальных стадий когнитивных нарушений, т. к. снижение памяти, внимания и скорости реакции работников, занятых на современном высокотехнологичном и производительном оборудовании, может привести к снижению надёжности выполнения ими технологических операций, что может привести к авариям и инцидентам на опасных производственных объектах [12, 13].

**Цель** исследования — оценка взаимосвязи между изменением когнитивных функций работников предприятия по производству калийных удобрений и продолжительностью их работы во вредных условиях труда.

**Материалы и методы**

Объектом обследования явились 36 машинистов ГВМ (группа наблюдения) и 32 работника административного аппарата управления (группа сравнения). Все работники — мужчины в возрасте 31–64 года, разделённые по продолжительности работы на подгруппы: I — стаж менее 8 лет; II — стаж более 8 лет, сопоставимые по возрастному признаку и стажу работы на предприятии (**табл. 1**).

Критерием включения в исследование являлись возраст, мужской пол, стаж работы в контакте с ВПФ, профессиональная принадлежность (машинисты ГВМ, работники аппарата управления). Критерием исключения из исследования являлось наличие у работников заболеваний нервной системы, ведущих к когнитивному дефициту.

Машинисты ГВМ имели вредные условия труда с классом вредности 3.3; согласно результатам специальной оценки условий труда имелось воздействие сильвинита, дигидросульфида, производственного шума, общей и локальной вибрации.

Исследование когнитивных функций проводили с использованием системы для компьютеризированной психологической диагностики Vienna Testsystem (Schuhfried GmbH, Германия): оценка когнитивного контроля с помощью теста Струпа, скорости сенсомоторной реакции — реакционного теста), компьютерного комплекса «НС-Психотест» (оценка умственных операций классификации и анализа при помощи теста «Исключение слов», уровня внимания — теста «Числовой квадрат» [14].

Статистическую обработку выполняли с использованием программы SPSS v. 23. Применяли методы непараметрической статистики. Данные представлены в виде медианы, 25-го и 75-го процентилей. Сравнение количественных переменных осуществляли по методу Манна–Уитни, качественных переменных — по методу Фишера. Для расчёта размера выборки использовали методику К.А. Отдельной для соответствия первому уровню точности «пилотное исследование» при уровне значимости  $p < 0,05$  [15].

**Результаты**

При проведении теста Струпа в подгруппе наблюдения I и подгруппе сравнения I значения показателей «Время реакции чтения» и «Время реакции называния» достоверно не различались, в подгруппе наблюдения II показатели были достоверно выше, чем в подгруппе сравнения II (**табл. 2**). Данные различия в подгруппе наблюдения II и подгруппе сравнения II сохранялись при добавлении интерференционного условия ( $p = 0,05$ ).

Данные реакционного теста показали удлинение среднего времени реакции у работников подгруппы наблюдения II относительно подгруппы сравнения II (**табл. 3**). Степень рассеивания времени реакции у работников подгруппы наблюдения II в 1,4 раза превосходила показатель в подгруппе сравнения II ( $p = 0,04$ ).

При оценке осуществления функций классификации и анализа по тесту «Исключение слов» выявлено достоверно меньшее количество верных решений в группе наблюдения (**табл. 4**).

Оценка динамики функций в зависимости от стажа работы показала, что если в подгруппе наблюдения I имелись близкие значения верных решений к данным в подгруппе сравнения I, то в подгруппе наблюдения II наблюдалась тенденция к уменьшению в 1,2 раза количества верных решений по отношению к подгруппе сравнения II (**табл. 5**).

Оценка внимания выявила достоверно меньшее количество верных решений в группе наблюдения при большем количестве промахов, в группе сравнения все работ-

**Таблица 2.** Результаты теста Струпа у обследованных работников, *Me* (25; 75)

**Table 2.** Results of the STROOP test in the surveyed workers, *Me* (25; 75)

Данные теста Test data	Подгруппа наблюдения I Observation subgroup I <i>n</i> = 16	Подгруппа наблюдения II Observation subgroup II <i>n</i> = 20	Подгруппа сравнения I Reference subgroup I <i>n</i> = 23	Подгруппа сравнения II Reference subgroup II <i>n</i> = 9	<i>p</i> <sub>I</sub>	<i>p</i> <sub>II</sub>
Время реакции чтения, с Reading response time, sec	0,82 (0,75; 0,88)	0,86 (0,76; 0,91)	0,78 (0,73; 0,86)	0,70 (0,67; 0,79)	0,44	0,02
Время реакции называния, с Naming response time, sec	0,74 (0,70; 0,79)	0,79 (0,68; 0,85)	0,71 (0,66; 0,77)	0,62 (0,57; 0,76)	0,35	0,02
Интерференционные условия времени реакции чтения, с Interference conditions reading response time, sec	0,98 (0,92; 1,05)	1,00 (0,87; 1,12)	0,90 (0,86; 1,04)	0,84 (0,78; 0,92)	0,17	0,05
Интерференционные условия времени реакции называния, с Interference conditions naming response time, sec	0,82 (0,79; 0,88)	0,89 (0,78; 1,05)	0,78 (0,72; 0,93)	0,74 (0,72; 0,83)	0,11	0,05

Примечание. Здесь и в табл. 3, 5, 7: *p*<sub>I</sub> — достоверность различий подгруппы наблюдения I и подгруппы сравнения I; *p*<sub>II</sub> — достоверность различий подгруппы наблюдения II и подгруппы сравнения II.

Note. Here and in the Tables 3, 5, 7: *p*<sub>I</sub> — reliability of differences between observation subgroup I and comparison subgroup I; *p*<sub>II</sub> — reliability of differences between observation subgroup II and comparison subgroup II.

**Таблица 3.** Результаты реакционного теста, *Me* (25; 75)

**Table 3.** Response test results, *Me* (25; 75)

Данные теста Test data	Подгруппа наблюдения I Observation subgroup I <i>n</i> = 16	Подгруппа наблюдения II Observation subgroup II <i>n</i> = 20	Подгруппа сравнения I Reference subgroup I <i>n</i> = 23	Подгруппа сравнения II Reference subgroup II <i>n</i> = 9	<i>p</i> <sub>I</sub>	<i>p</i> <sub>II</sub>
Время реакции, мс Response time, msec	424 (390,0; 506,5)	494 (435; 567)	475 (440; 510)	427 (411; 435)	0,15	0,02
Степень рассеивания времени реакции, мс Degree of dispersion of response time, msec	50 (40,5; 62,5)	62 (47; 78)	61 (49; 66)	42 (40; 57)	0,11	0,04

**Таблица 4.** Анализ данных теста «Исключение слов» у работников

**Table 4.** Analysis of the data of the "Exclusion of words" test for employees

Данные теста Test data	Группа наблюдения Monitoring group <i>n</i> = 36	Группа сравнения Comparison group <i>n</i> = 31	<i>p</i>
Количество верных решений, <i>Me</i> (25; 75) The number of correct decisions, <i>Me</i> (25; 75)	13,5 (12; 15)	15 (13; 16)	0,03
Низкий уровень функций классификации и анализа, % Low level of classification and analysis functions, %	19,4	6,5	0,09

**Таблица 5.** Анализ данных теста «Исключение слов», *Me* (25; 75)

**Table 5.** Analysis of the data of the "Exclusion of words" test, *Me* (25; 75)

Данные теста Test data	Подгруппа наблюдения I Observation subgroup I <i>n</i> = 16	Подгруппа наблюдения II Observation subgroup II <i>n</i> = 20	Подгруппа сравнения I Reference subgroup I <i>n</i> = 23	Подгруппа сравнения II Reference subgroup II <i>n</i> = 9	<i>p</i> <sub>I</sub>	<i>p</i> <sub>II</sub>
Количество верных решений The number of correct decisions	14 (12; 15)	13 (12; 15)	14 (13,0; 15,5)	15 (14; 16)	0,16	0,10

**Таблица 6.** Данных теста «Числовой квадрат»  
**Table 6.** Numerical square test data

Данные теста Test data	Группа наблюдения Monitoring group <i>n</i> = 36	Группа сравнения Comparison group <i>n</i> = 31	<i>p</i>
Количество верных решений, <i>Me</i> (25; 75) The number of correct decisions, <i>Me</i> (25; 75)	11 (6; 13)	13 (11; 14)	0,004
Количество промахов   Number of misses	8,5 (6,0; 11,5)	6 (4; 7)	0,003
Пониженное внимание, %   Reduced attention, %	22,2	0	0,005

**Таблица 7.** Анализ показателей внимания у работников, *Me* (25; 75)  
**Table 7.** Analysis of attention indices in employees, *Me* (25; 75)

Данные теста Test data	Подгруппа наблюдения I Observation subgroup I <i>n</i> = 16	Подгруппа наблюдения II Observation subgroup II <i>n</i> = 20	Подгруппа сравнения I Reference subgroup I <i>n</i> = 23	Подгруппа сравнения II Reference subgroup II <i>n</i> = 9	<i>p</i> <sub>I</sub>	<i>p</i> <sub>II</sub>
Количество верных решений The number of correct decisions	11 (6; 13)	10 (5; 12)	13 (11; 13)	12,5 (11; 14)	0,15	0,03
Количество промахов Number of misses	8 (5; 10)	9 (7; 13)	6 (4; 9)	4 (4,0; 5,5)	0,43	0,002

ники имели средний и высокий уровни внимания, в группе наблюдения низкий уровень распределения и переклечение внимания был у 22,2% обследованных (табл. 6).  
У стажированных работников (подгруппа наблюдения II) количество верных решений было достоверно меньше при большем количестве промахов (табл. 7).

**Обсуждение**

Когнитивные нарушения могут возникать под влиянием различных производственных факторов, включая химические вещества, шум и вибрацию.  
Существуют исследования, посвящённые влиянию ВПФ на здоровье людей, работающих в подземных условиях. Например, О.Ю. Устинова с коллегами обнаружили признаки когнитивно-мнестических нарушений у горнорабочих, подверженных воздействию ВПФ [16]. Г.В. Куренкова и соавт. отмечали, что ВПФ подземных условий труда могут вызывать нарушения в работе центральной нервной системы и профессиональный стресс [17]. В качестве перспективных методов ранней диагностики когнитивных нарушений О.И. Шевченко и соавт. предлагают использование батареи тестов, специфичных для поражения различных зон головного мозга [18].  
В нашем исследовании у работников, в течение длительного времени контактирующих с комплексом ВПФ, низкие значения уровня внимания зарегистрированы у 22,2% испытуемых, скорость и эффективность психических процессов снижена в 1,2–1,4 раза, а показатели адаптивного и гибкого поведения — в 1,2 раза по сравнению с людьми, работающими в нормальных условиях труда.

Применение психофизиологического тестирования позволяет выявлять работников с начальными отклонениями исполнительных функций для проведения профессиональной экспертизы и коррективки психофизиологического состояния.  
*Ограничение исследования:* невозможность проведения тестовых испытаний в случае, если испытуемые не имеют навыков работы с периферийными устройствами персонального компьютера (компьютерные клавиатура, «мышь»).

**Заключение**

У машинистов ГВМ, подверженных длительному воздействию комплекса ВПФ, выявляется снижение когнитивных функций, ухудшение функционального состояния центральной нервной системы, психофизиологических параметров функционирования головного мозга.  
У работников, имеющих продолжительный стаж работы (более 8 лет) в контакте с ВПФ, показатели скорости сложной сенсомоторной реакции, адаптивного и гибкого поведения, уровня внимания достоверно в 1,2–1,4 раза ниже, чем у работников группы сравнения, не контактирующих с ВПФ. У работников с малым стажем работы дополнительные различия отсутствуют.  
Использование психофизиологического тестирования позволяет выявлять ранние этапы когнитивного снижения у стажированных работников для разработки персонализированных программ реабилитации.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Мхитарян Э.А., Воробьева Н.М., Ткачева О.Н., Котовская Ю.В., Коберская Н.Н., Селезнева Е.В. и др. Распространенность когнитивных нарушений и их ассоциация с социально-экономическими, демографическими и антропометрическими факторами и гериатрическими синдромами у лиц старше 65 лет: данные российского эпидемиологического исследования ЭВКАЛИПТ. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2022; 14(3): 44–53. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2022-3-44-53> <https://elibrary.ru/kdzbvq>

2. Яхно Н.Н., Коберская Н.Н., Захаров В.В., Гришина Д.А., Локшина А.Б., Мхитарян Э.А. и др. Влияние возраста, коморбидных сердечно-сосудистых и эмоциональных факторов на лёгкое когнитивное снижение в среднем, пожилом и старческом возрасте. *Неврологический журнал*. 2018; 23(6): 309–15. <https://doi.org/10.18821/1560-9545-2018-23-6-309-315> <https://elibrary.ru/ytonrz>

3. Яхно Н.Н., Коберская Н.Н., Захаров В.В., Гришина Д.А., Локшина А.Б., Мхитарян Э.А. и др. «Предумеренные» (субъек-

- тивные и лёгкие) когнитивные расстройства. *Неврологический журнал*. 2017; 22(4): 198–204. <https://elibrary.ru/zgixar>
4. Тимашева Г.В., Ахметшина В.Т., Репина Э.Ф., Хафизова А.С. Оценка биологического возраста у работников, занятых во вредных условиях труда. *Медицина труда и экология человека*. 2017; 57(4): 52–8. <https://elibrary.ru/orxfen>
  5. Кулешова М.В., Панков В.А. Психологические особенности пациентов с вибрационной болезнью в постконтактном периоде. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 59(5): 278–83. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-5-278-283> <https://elibrary.ru/zipaux>
  6. Grenzebach J., Romanus E. Quantifying the effect of noise on cognitive processes: a review of psychophysiological correlates of workload. *Noise Health*. 2022; 24(115): 199–214. [https://doi.org/10.4103/nah.nah\\_34\\_22](https://doi.org/10.4103/nah.nah_34_22)
  7. Alimohammadi I., Kanrash F.A., Abolghasemi J., Vosoughi S., Rahmani K., Chalal M.H. Relationship between noise annoyance and cognitive performance in automotive workers exposed to chronic noise. *J. UOEH*. 2019; 41(4): 375–85. <https://doi.org/10.7888/juoeh.41.375>
  8. Tzivian L., Soppa V., Winkler A., Hennig F., Weimar C., Moebus S., et al. Heinz Nixdorf Recall study group. The role of depressive symptoms within the association of long-term exposure to indoor and outdoor traffic noise and cognitive function – Results from the Heinz Nixdorf Recall study. *Int. J. Hyg. Environ. Health*. 2020; 230: 113570. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113570>
  9. Жовнерчук Е.В., Бухтияров И.В., Хатин Д.Е., Москобенко А.В., Сериков В.В., Закревская А.А. Тревожно-депрессивная симптоматика у больных в клинике профессиональных заболеваний. *Медицина труда и промышленная экология*. 2020; 60(2): 74–80. <https://elibrary.ru/lavffc> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-2-74-80>
  10. Власова Е.М., Алексеев В.Б., Шляпников Д.М., Тиунова М.И., Ухабов В.М. Оценка изменения функциональных нарушений у работников, занятых на подземных горных работах, для прогнозирования профессионального риска здоровью. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНУСО*. 2015; (12): 22–5. <https://elibrary.ru/vbevsj>
  11. Вознесенский Н.К., Парамонова С.В., Сединин А.Л. Психовегетативный статус подземных горнорабочих. *Медицина тру-*
  - да и промышленная экология*. 2019; 59(9): 589–90. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-589-590> <https://elibrary.ru/upgklu>
  12. Новожилова А.А., Гергей А.М., Меркулова А.Г. Особенности исследования профессионального утомления в физиологии труда. *Медицина труда и промышленная экология*. 2022; 62(4): 238–46. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-4-238-246> <https://elibrary.ru/vctkwx>
  13. Вишневская Н.Л., Плахова Л.В., Поledняк П., Бернатик А. Оценка сочетанного влияния факторов малой интенсивности производственной среды и трудового процесса на работоспособность и ошибочность действий операторов высокотехнологичных энергетических комплексов. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело*. 2017; 16(2): 183–90. <https://doi.org/10.15593/2224-9923/2017.2.9> <https://elibrary.ru/tytoheb>
  14. Шапарь В.Б., Тимченко А.В., Швыдченко В.Н. *Практическая психология. Инструментарий*. Ростов-на-Дону: Феникс; 2004. <https://elibrary.ru/qxisjp>
  15. Наркевич А.Н., Виноградов К.А. Методы определения минимально необходимого объема выборки в медицинских исследованиях. *Социальные аспекты здоровья населения*. 2019; (6): 10. <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2019-65-6-10> <https://elibrary.ru/mrapst>
  16. Устинова О.Ю., Костарев В.Г., Алексеев В.Б., Власова Е.М., Носов А.Е., Зайцев А.В. и др. Влияние условий труда на функциональное состояние организма работников, занятых на добыче нефти термощахтным способом. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(11): 1222–9. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-11-1222-1229> <https://elibrary.ru/xtzdcc>
  17. Куренкова Г.В., Лемешевская Е.П. Гигиеническая характеристика условий труда в подземных сооружениях и их влияние на здоровье работников. *Байкальский медицинский журнал*. 2015; 136(5): 98–105. <https://doi.org/10.57256/2949-0715-2015-5> <https://elibrary.ru/vmgigb>
  18. Шевченко О.И., Лахман О.Л. Нейропсихологические критерии диагностики когнитивных нарушений у пациентов с профессиональными заболеваниями от воздействия физических факторов. *Acta Biomedica Scientifica*. 2022; 7(5–2): 164–72. <https://doi.org/10.29413/ABS.2022-7.5-2.17> <https://elibrary.ru/zqttug>

## REFERENCES

1. Mkhitarian E.A., Vorobieva N.M., Tkacheva O.N., Kotovskaya Yu.V., Koberskaya N.N., Selezneva E.V., et al. The prevalence of cognitive impairment and their association with socioeconomic, demographic and anthropometric factors and geriatric syndromes in people over 65 years of age: data from the Russian epidemiological study EVKALIPT. *Neurologiya, neiropsikhiatriya, psikhosomatika*. 2022; 14(3): 44–53. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2022-3-44-53> <https://elibrary.ru/kdzbgv> (in Russian)
2. Yakhno N.N., Koberskaya N.N., Zakharov V.V., Grishina D.A., Lokshina A.B., Mkhitarian Ye.A., et al. The influence of age, comorbide cardiovascular and emotional factors on subtle cognitive decline in average, elderly and old age. *Neurologicheskii zhurnal*. 2018; 23(6): 309–15. <https://doi.org/10.18821/1560-9545-2018-23-6-309-315> <https://elibrary.ru/ytornz> (in Russian)
3. Yakhno N.N., Koberskaya N. N., Zakharov V.V., Grishina D.A., Lokshina A.B., Mkhitarian Ye.A., et al. «Premeditated» (subjective and mild) cognitive disorders. *Neurologicheskii zhurnal*. 2017; 22(4): 198–204. <https://elibrary.ru/zgixar> (in Russian)
4. Timasheva G.V., Akhmetshina V.T., Repina Ye.F., Khafizova A.S. Assessment of the biological age of workers engaged in hazardous working conditions. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2017; 57(4): 52–8. <https://elibrary.ru/orxfen> (in Russian)
5. Kuleshova M.V., Pankov V.A. Psychological features of patients with vibration disease in the post-contact period. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; 59(5): 278–83. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-5-278-283> <https://elibrary.ru/zipaux> (in Russian)
6. Grenzebach J., Romanus E. Quantifying the effect of noise on cognitive processes: a review of psychophysiological correlates of workload. *Noise Health*. 2022; 24(115): 199–214. [https://doi.org/10.4103/nah.nah\\_34\\_22](https://doi.org/10.4103/nah.nah_34_22)
7. Alimohammadi I., Kanrash F.A., Abolghasemi J., Vosoughi S., Rahmani K., Chalal M.H. Relationship between noise annoyance and cognitive performance in automotive workers exposed to chronic noise. *J. UOEH*. 2019; 41(4): 375–85. <https://doi.org/10.7888/juoeh.41.375>
8. Tzivian L., Soppa V., Winkler A., Hennig F., Weimar C., Moebus S., et al. Heinz Nixdorf Recall study group. The role of depressive symptoms within the association of long-term exposure to indoor and outdoor traffic noise and cognitive function – Results from the Heinz Nixdorf Recall study. *Int. J. Hyg. Environ. Health*. 2020; 230: 113570. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113570>
9. Zhovnerchuk E.V., Bukhtiarov I.V., Khatin D.E., Moskovenko A.V., Serikov V.V., Zakrevskaya A.A. Anxiety-depressive symptoms in patients in the clinic of occupational diseases. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2020; 60(2): 74–80. <https://elibrary.ru/lavffc> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-2-74-80> (in Russian)
10. Vlasova E.M., Alekseev V.B., Shlyapnikov D.M., Tiunova M.I., Ukhavov V.M. The change in functional disorders among workers in underground mining conditions for occupational health risk prognosing. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNISO*. 2015; (12): 22–5. <https://elibrary.ru/vbevsj> (in Russian)
11. Voznesensky N.K., Paramonova S.V., Sedinin A.L. Psychovegetative status of underground miners. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; 59(9): 589–90. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-589-590> <https://elibrary.ru/upgklu> (in Russian)
12. Novozhilova A.A., Geregei A.M., Merkulova A.G. Features of studying occupational fatigue in labor physiology (literature review). *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2022; 62(4): 238–46. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-4-238-246> <https://elibrary.ru/vctkwx> (in Russian)
13. Vishnevskaya N.L., Plakhova L.V., Polednak P., Bernatic A. Evaluation of joint effect of factors of small intensity of production environment and labor process on work ability and error of action of operators of high-tech energy complexes. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftgazovoe i gornoe delo*. 2017; 16(2): 183–90. <https://doi.org/10.15593/2224-9923/2017.2.9> <https://elibrary.ru/tytoheb> (in Russian)
14. Shapar V.B., Timchenko A.V., Shvydchenko V.N. *Practical Psychology. The Toolkit [Prakticheskaya psikhologiya. Instrumentarii]*. Rostov-na-Donu: Feniks; 2004. <https://elibrary.ru/qxisjp>

15. Narkevich A.N., Vinogradov K.A. Methods for determining the minimum required sample size in medical research. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya*. 2019; (6): 10. <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2019-65-6-10> <https://elibrary.ru/mrapst>
16. Ustinova O.Yu., Kostarev V.G., Alekseev V.B., Vlasova E.M., Nosov A.E., Zaitsev A.V., et al. The impact of working conditions on the functional state of employees in thermoshift oil production. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(11): 1222–9. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-11-1222-1229> <https://elibrary.ru/xtzdoc> (in Russian)
17. Kurenkova G.V., Lemeshevskaya E.P. Hygienic characteristics of working conditions in underground structures and their impact on the health of workers. *Baikal'skii meditsinskii zhurnal*. 2015; 136(5): 98–105. <https://doi.org/10.57256/2949-0715-2015-5> <https://elibrary.ru/vmgigb> (in Russian)
18. Shevchenko O.I., Lakhman O.L. Neuropsychological criteria for diagnosing cognitive impairment in patients with occupational diseases caused by physical factors. *Acta Biomedica Scientifica*. 2022; 7(5-2): 164–72. <https://doi.org/10.29413/ABS.2022-7.5-2.17> <https://elibrary.ru/zqttug> (in Russian)

### Информация об авторах

Савинков Максим Анатольевич, врач функциональной диагностики отделения функциональной и лучевой диагностики «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, 614045, Пермь, Россия. E-mail: [msavinkov@gmail.com](mailto:msavinkov@gmail.com)

Носов Александр Евгеньевич, канд. мед. наук, зав. отделением функциональной и лучевой диагностики ФГБУ «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, 614045, Пермь, Россия. E-mail: [nosov@fcrisk.ru](mailto:nosov@fcrisk.ru)

Костарев Виталий Геннадьевич, канд. мед. наук, руководитель Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главный государственный санитарный врач по Пермскому краю, 614016, Пермь, Россия

Шчербаков Александр Алексеевич, врач функциональной диагностики отделения функциональной и лучевой диагностики ФГБУ «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, 614045, Пермь, Россия. E-mail: [alexander.shcherbakov.official@gmail.com](mailto:alexander.shcherbakov.official@gmail.com)

Устинова Ольга Юрьевна, доктор мед. наук, профессор, зам. директора по клинической работе ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, 614045, Пермь, Россия. E-mail: [ustinova@fcrisk.ru](mailto:ustinova@fcrisk.ru)

### Information about the authors

Maksim A. Savinkov, doctor of functional diagnostics at the Department of Functional and Radiation Diagnostics, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-5776-8182> E-mail: [msavinkov@gmail.com](mailto:msavinkov@gmail.com)

Aleksandr E. Nosov, PhD (Medicine), Head of the Department of Functional and Radiation Diagnostics, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-0539-569X> E-mail: [nosov@fcrisk.ru](mailto:nosov@fcrisk.ru)

Vitalij G. Kostarev, PhD (Medicine) Medical Sciences, Head of the of Regional Office of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, Chief State Sanitary Doctor of the Perm Krai, Perm, 614016, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-5135-8385>

Aleksandr A. Shcherbakov, doctor of functional diagnostics of the Department of Functional and Radiation Diagnostics, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-8351-6560> E-mail: [alexander.shcherbakov.official@gmail.com](mailto:alexander.shcherbakov.official@gmail.com)

Olga Yu. Ustinova, DSc (Medicine), Professor, Deputy Director for Clinical Work, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-9916-5491> E-mail: [ustinova@fcrisk.ru](mailto:ustinova@fcrisk.ru)