

Сорокин Г.А.¹, Чистяков Н.Д.¹, Шилов В.В.^{1,2}

Возрастная уязвимость работников к факторам производственной среды

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

²ФГБОУВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 191036, Санкт-Петербург, Россия

Введение. При прогнозировании индивидуальных рисков здоровью человека, связанных с его профессией, прежде всего изучаются состояние здоровья, возраст и стаж вредной работы. Эффективным подходом к изучению возрастной уязвимости человека к факторам производственной среды является использование показателей утомления.

Цель — установить возрастные закономерности влияния факторов производственной среды на утомление работников.

Материалы и методы. Обследовали 3851 работника промышленных предприятий, предприятий общепита, организаций здравоохранения и образования. Работники оценивали степень влияния на утомление факторов производственной среды — шум, микроклимат, воздух рабочей зоны, пыль в воздухе рабочей зоны, вибрация. Частота влияния (ЧВ) каждого фактора производственной среды на утомление работников рассматривалась как показатель возрастной уязвимости (риск уязвимости). Рассчитывался относительный риск превышения ЧВ в старших возрастных группах работников.

Результаты. У медицинских работников старшего возраста относительный риск уязвимости к шуму составил $OR = 1,19 (0,88-1,60)$; к микроклимату $OR = 1,26 (0,96-1,64)$; к воздуху рабочей зоны $OR = 1,19 (0,92-1,54)$. У школьных учителей частота жалоб на шум существенно выше, чем у врачей и медсестёр, у них возрастное увеличение уязвимости к шуму составило $OR = 1,23 (0,98-1,55)$. У работников предприятий общепита выявлен рост возрастной уязвимости ко всем экологическим факторам. Работники старших возрастных групп промышленных предприятий более уязвимы ко всем факторам производственной среды. Величины ЧВ в группах 30–49 и 50–69 лет соответственно составили: для шума $OR = 1,20 (1,01-1,43)$ и $OR = 1,15 (0,88-1,50)$; для микроклимата $OR = 1,21 (1,04-1,39)$; для воздуха рабочей зоны $OR = 1,02 (0,87-1,19)$ и $OR = 1,31 (1,06-1,62)$.

Вывод. По сравнению с возрастной группой 20–30 лет вероятность влияния факторов производственной среды — «шума», «микроклимата», «воздуха рабочей зоны» — на утомление работников увеличивается на 10–15% в возрасте 30–49 лет и на 15–25% в возрасте 50–60 лет.

Ключевые слова: утомление; факторы производственной среды; шум; микроклимат; воздух рабочей зоны; возрастная уязвимость работников; риск уязвимости; промышленные предприятия; предприятия здравоохранения; предприятия образования

Для цитирования: Сорокин Г.А., Чистяков Н.Д., Шилов В.В. Возрастная уязвимость работников к факторам производственной среды. *Гигиена и санитария*. 2021; 100 (8): 807–811. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-8-807-811>

Для корреспонденции: Сорокин Геннадий Александрович, доктор биол. наук, ст. науч. сотр. отд. анализа рисков здоровью населения ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург. E-mail: sorgen50@mail.ru

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

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов: Сорокин Г.А. — концепция и дизайн исследования, ответственность за целостность всех частей статьи, сбор данных литературы, статистическая обработка, написание текста; Шилов В.В. — редактирование; Чистяков Н.Д. — сбор и обработка материалов наблюдений.

Поступила 30.03.2021 / Принята к печати 09.07.2021 / Опубликована 31.08.2021

Gennady A. Sorokin¹, Nikolay D. Chistyakov¹, Viktor V. Shilov^{1,2}

Age-related vulnerability of employees to factors of the occupation environment

¹North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation

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

Introduction. When predicting individual health risks associated with a person's profession, first of all, the state of their health, age and experience of harmful work are studied. A practical approach to studying the age-related vulnerability of a person to the factors of the working environment is the use of fatigue indicators.

Objective — to establish age-related patterns of the influence of factors of the occupation environment on employee fatigue

Materials and methods. Three thousand eight hundred fifty-one employees of industrial enterprises, public catering enterprises, healthcare and educational organizations were examined. The employees evaluated the degree of influence of factors of the production environment on fatigue — noise, microclimate, working area air, dust in the working area air, vibration. The frequency of influence (FI) of each factor of the production environment on employee fatigue was considered an indicator of age-related vulnerability (vulnerability risk). The relative risk of exceeding the FI in older age groups of employees was calculated.

Results. In older medical workers, the relative risk (RR) of vulnerability to noise was $=1.19 (0.88-1.60)$; to the microclimate $OR=1.26 (0.96-1.64)$; RR due to the air of the working area $=1.19 (0.92-1.54)$. School teachers have a significantly higher frequency of complaints about noise than doctors and nurses, and their age-related increase in vulnerability to noise was $OR=1.23 (0.98-1.55)$. Employees of public catering enterprises showed an increase in age-related vulnerability to all environmental factors. Employees of older age groups of industrial enterprises are more vulnerable to all factors of the production environment. The values of FI in the groups of 30–49 years and 50–69 years, respectively, were: for noise, $OR=1.20 (1.01-1.43)$ and $OR=1.15 (0.88-1.50)$; for microclimate, $OR=1.21 (1.04-1.39)$; for working area air, $OR=1.02 (0.87-1.19)$ and $OR = 1.31 (1.06-1.62)$.

Conclusion. Compared with the age group of 20–30 years, the probability of the influence of factors of the working environment — “noise”, “microclimate”, “air of the working area”, on the fatigue of workers increases by 10–15% at the age of 30–49 years and by 15–25% at the age of 50–60 years.

Keywords: factors of the production environment; noise; microclimate; working area air; age vulnerability of employees; vulnerability risk; industrial enterprises; healthcare enterprises; educational enterprises

For citation: 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): 807-811. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-8-807-811> (In Russ.)

For correspondence: Gennady A. Sorokin, MD, PhD, DSci., senior researcher, Department of Population Health Risks Analysis, North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: sorogen50@mail.ru

Information about author: Sorokin G.A., <https://orcid.org/0000-0002-1297-5476>

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

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Contribution: Sorokin G.A. – the concept and design of the study, responsibility for the integrity of all parts of the article, collection of literature data, statistical processing, text writing; Shilov V.V. – editing; Chistyakov N.D. – collection and processing of observation materials. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Received: March 30, 2021 / Accepted: July 9, 2021 / Published: August 31, 2021

Введение

Определение возрастной динамики работоспособности [1–3] и возрастной уязвимости человека к факторам производственной среды [4–7] являются одним из актуальных вопросов учёта индивидуальных характеристик человека при прогнозировании рисков здоровью человека, связанных с его профессией. Среди индивидуальных характеристик работников прежде всего изучаются состояние здоровья, возраст и стаж вредной работы [8, 9]. Биологический возраст человека имеет решающее значение для большинства заболеваний организма и зависит от эндогенных и экзогенных факторов, в частности от условий труда. Влияние условий труда и особенностей трудового процесса на скорость и характер старения работающих изучает геронгигиена труда [10]. Возрастная и стажевая динамика показателей здоровья работающих является критерием для сравнения профессиональных и непрофессиональных рисков [11]. Эффективным подходом к изучению возрастной уязвимости человека к факторам производственной среды является использование показателей утомления. В межотраслевой методической разработке [12] указывается, что умеренное утомление является признаком пограничных, предпатологических состояний, а больше, сильное утомление – признак патологического процесса. Установлена взаимосвязь утомления с гигиенической оценкой по [13] факторов трудового процесса и производственной среды [14] и с общей заболеваемостью работников [15]. Однако различия утомления работников разного возраста при воздействии факторов производственной среды остаются неизученными.

Цель – установить возрастные закономерности влияния факторов производственной среды на утомление работников.

Материалы и методы

Обследовали шесть групп работников: 1500 работников приборостроительных заводов (ГР-1), 1123 работника промпредприятий (судостроители, докеры, механизаторы; ГР-2), 58 работников предприятий общепита (ГР-3), 361 работник здравоохранения (врачи и медсёстры; ГР-4): 115 школьных учителей (ГР-5), 694 преподавателей университета (ГР-6).

Работники оценивали степень влияния на утомление факторов производственной среды (шум, микроклимат, воздух рабочей зоны, пыль в воздухе рабочей зоны, вибрация) по шкале от 1 до 5, где 1 – не влияет; 2 – мало влияет; 3 – умеренно влияет; 4 – сильно влияет; 5 – очень сильно влияет. В каждой возрастной группе работников определяли частоту влияния (ЧВ) каждого фактора производственной среды на утомление работников: $ЧВ = 100 \cdot K^+ / K_{гр}$, где K^+ – количество работников в возрастной группе с оценкой степени влияния фактора среды по вышеуказанной шкале в 3–5 баллов; $K_{гр}$ – общее количество работников в группе. Величина ЧВ рассматривалась как показатель возрастной уязвимости к данному фактору (риск уязвимости). Для оценки ЧВ использовалась табл. 1 [13], характеризующая связь ЧВ с оценкой фактора производственной среды по гигиенической классификации [14] и с годовым приростом риска хронического утомления и связанной с ним заболеваемости [11]. Для оценки ЧВ в старших возрастных группах ($ЧВ_{ст}$) рассчитывали относительный риск превышения его значения в возрасте 20–29 лет ($ЧВ_{мл}$): $OR = ЧВ_{ст} / ЧВ_{мл}$. Определяли: среднее значение ЧВ и его статистическую ошибку ($M \pm m$); 95%-ный доверительный интервал OR.

Таблица 1 / Table 1

Вероятность утомления работника от воздействия факторов производственной среды, разной степени вредности по [14]

The fatigue probability in employees exposed to factors of the occupational environment, varying degrees of harmfulness according to [14]

Факторы производственной среды Factors of the occupational environment	Степень вредности фактора The degree of harmfulness of the factor					
	1	2	3.1	3.2	3.3	
	Годовой рост риска синдрома хронического утомления – ГПР [11] Annual gain in the risk of chronic fatigue syndrome – AIR [11]					
	< 1%	1%	2–3%	4–7%	8–15%	16–31%
Доля работников, считающих фактор производственной среды утомительным, % Percentage of employees who find the occupational environment factor tiresome, %						
Химические вещества в воздухе рабочей зоны Chemicals in the air of occupational area r	15	16–45	46–75	76–90	91–99	100
Пыль в воздухе рабочей зоны / Dust in the working area air	20	21–45	46–70	71–85	86–99	100
Микроклимат / Microclimate	20	41–60	61–80	81–94	95–99	100
Шум / Noise	50	51–65	66–80	81–94	95–99	100
Вибрация / Vibration	0	5–24	25–50	51–74	75–99	100

Таблица 2 / Table 2

Вероятность оценки факторов производственной среды как причины утомления у работников здравоохранения, образования и предприятий общепита в разном возрасте, $M \pm m$ **The probability of assessing the factors of the occupational environment as the cause of fatigue in health care workers, education and catering enterprises at different ages, $M \pm m$**

Отрасль Sector	Число человек Number of people	Возрастная группа, лет Age group, years	Шум Noise	Микроклимат Microclimate	Воздух рабочей зоны Air of occupation area
			вероятность оценки факторов производственной среды как причины утомления, % the probability of evaluating the factors of the occupation environment as the cause of fatigue, %		
Врачи и медсёстры Doctors and nurses	149	20–29	31.3 ± 5.1	34.9 ± 5.3	37.4 ± 5.3
	212	40–59	37.1 ± 3.8	44.0 ± 3.9	43.7 ± 3.9
Учителя Teachers	63	20–29	65.2 ± 7.1	65.9 ± 6.9	59.5 ± 7.2
	52	40–59	79.3 ± 7.6	42.9 ± 9.5	53.6 ± 9.6
Работники общепита Catering workers	15	20–29	18.2 ± 12.2	18.2 ± 12.2	18.2 ± 12.2
	46	40–59	26.1 ± 6.5	32.6 ± 6.9	21.7 ± 6.1

Результаты

В табл. 2 представлены данные об оценке факторов производственной среды как причины утомления в двух возрастных группах врачей и медсестёр, школьных учителей, работников общепита. У медицинских работников старшего возраста относительный риск уязвимости к шуму составил $OR = 1,19$ (0,88–1,60); к микроклимату $OR = 1,26$ (0,96–1,64); к воздуху рабочей зоны $OR = 1,19$ (0,92–1,54). У школьных учителей частота жалоб на шум существенно выше, чем у врачей и медсестёр, у них возрастное увеличение уязвимости к шуму составило $OR = 1,23$ (0,98–1,55). Однако возрастного увеличения уязвимости к микроклимату и воздуху рабочей зоны не выявлено. У работников предприятий общепита выявлен рост возрастной уязвимости ко всем экологическим факторам: шум – $OR = 1,56$ (0,40–6,07); микроклимат – $OR = 1,96$ (0,52–7,41); воздух рабочей зоны – $OR = 1,30$ (0,33–5,13).

У учителей старшей возрастной группы величина ЧВ фактора «шум» составила 79,3%, что в соответствии с оценочной табл. 1 характеризует уровень фактора как пограничный между допустимым – класс 2, и вредным со степенью 3.1. При таком значении ЧМ фактора «шум» годовой прирост риска хронического утомления составляет около 3% в год. Величины ЧМ ÷ 53,6–59,5% для фактора «воздух рабочей зоны» и ЧМ ÷ 42,9–65,9% «микроклимат» наблюдаются при гигиенически допустимом уровне и при ГПР = 2%.

В табл. 3 представлены аналогичные данные для трёх возрастных групп работников судостроения и сивидорных компаний морского порта (ГР-2). Видно, что работники

Таблица 3 / Table 3

Вероятность оценки факторов производственной среды как причины утомления среди работников промпредприятий, $M \pm m$ **The probability of assessing the factors of the occupational environment as the cause of fatigue in health care workers, education and catering enterprises at different ages, $M \pm m$**

Возрастная группа, лет Age group, years	Число человек в группе Number of people	Шум Noise	Микроклимат Microclimate	Воздух рабочей зоны Working area air
20–29	292	36.7 ± 2.3	44.5 ± 2.9	42.7 ± 2.9
30–49	710	43.9 ± 1.8	53.7 ± 1.9	43.5 ± 1.8
50–69	111	43.3 ± 4.8	51.9 ± 4.9	56.3 ± 4.9

старших возрастных групп более уязвимы ко всем факторам производственной среды, чем работники в возрасте 20–29 лет. Величины повышения риска уязвимости в группах 30–49 и 50–69 лет соответственно составили: для шума $OR = 1,20$ (1,01–1,43) и $OR = 1,15$ (0,88–1,50); для микроклимата $OR = 1,21$ (1,04–1,39); для воздуха рабочей зоны $OR = 1,02$ (0,87–1,19) и $OR = 1,31$ (1,06–1,62). На рис. 1 представлены данные об уязвимости к воздействию фактора «воздух рабочей зоны» в шести возрастных группах работников. Видно, что в возрасте 60–69 лет уязвимость существенно и статистически достоверно возрастает – в 1,75 раза. При величине ЧВ к фактору «воздух рабочей зоны», равной 71%, годовой прирост риска хронической усталости составляет 3% (см. табл. 1).

Данные на рис. 2 характеризуют вероятность оценки различных факторов производственной среды как причины утомления работниками разного возраста приборостроительных предприятий (ГР-1). Видно, что уязвимость к факторам «шум» и «микроклимат» достоверно возрастает с увеличением возраста работников. В возрасте 31–40 и 41–50 лет увеличение уязвимости к фактору «воздух рабочей зоны» незначительное. В возрасте 51–60 лет наблюдается уменьшение ЧВ для всех трёх факторов производственной среды. Представляется, что это обусловлено отсевом из трудовых коллективов работников, с ослабленным здоровьем (в частности, уход женщин на пенсию).

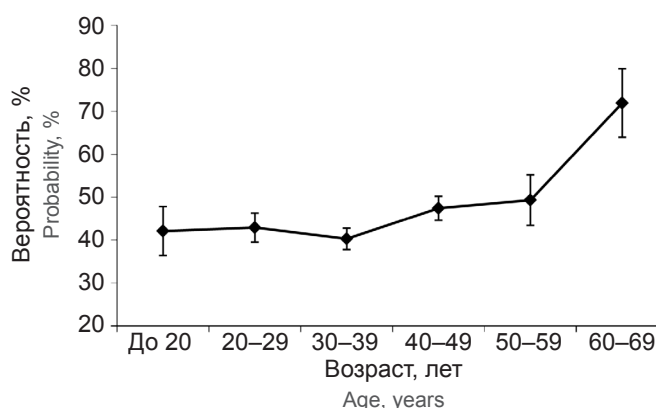


Рис. 1. Вероятность оценки фактора «воздух рабочей зоны» как причины утомления работниками промпредприятий разного возраста.
Fig. 1. The probability of assessing the air factor of the occupational area as a cause of fatigue by employees of industrial enterprises of different ages.

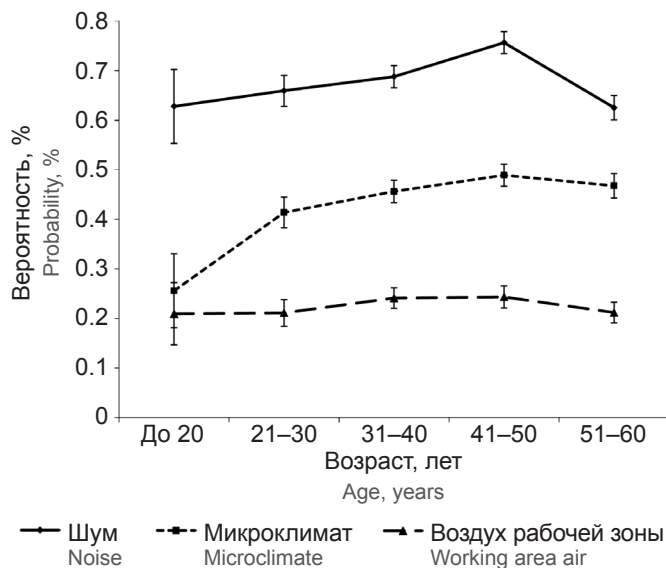


Рис. 2. Вероятность оценки различных факторов производственной среды как причины утомления работниками разного возраста приборостроительных предприятий.
Fig. 2. The probability of evaluating various factors of the production environment as the cause of fatigue by employees of different ages of instrument-making enterprises.

На рис. 3 показана возрастная динамика уязвимости преподавателей университета к трём факторам производственной среды – «шум», «микроклимат», «воздух рабочей зоны». Для всех указанных факторов ЧМ снижается при увеличении возраста работников. Возрастная уязвимость к факторам «шум» и «микроклимат» уменьшается многократно, а к фактору «воздух рабочей зоны» уязвимость практически постоянна во всём возрастном диапазоне работников.

Можно предположить, что уменьшение уязвимости к факторам «шум» и «микроклимат» у преподавателей университета старшего возраста связано с увеличением у них доли рабочего времени с дистанционной занятостью (работа на дому, в библиотеке). Отчасти их возрастное снижение уязвимости к шуму может быть связано с возрастным снижением чувствительности органа слуха.

Большая уязвимость к шуму работников умственного труда (в том числе врачей, преподавателей), чем физического, отражена в Санитарных нормах (СН 2.2.4/2.1.8.562-96). У первых предельно допустимые уровни звука составляют 50 дБА, у работников точной сборки – 65 дБА, у рабочих в производственных помещениях промпредприятий – 80 дБА. Этим объясняется то, что большая уязвимость к шуму школьных учителей (65–79%, см. табл. 2) и работников приборостроительных предприятий, преимущественно занятых точной сборкой (63–75%, см. рис. 2), наблюдается при мень-

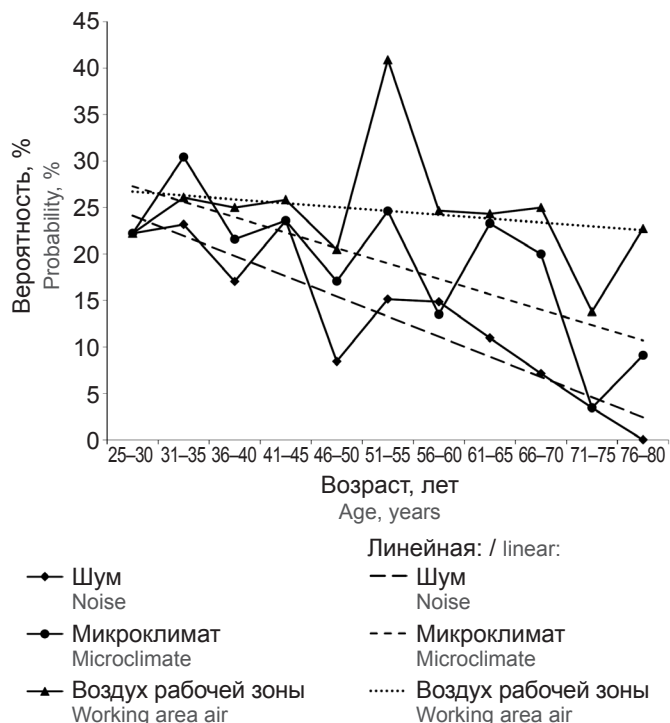


Рис. 3. Вероятность оценки различных факторов производственной среды как причины утомления преподавателями университета разного возраста.
Fig. 3. Probability of assessing various factors of the working environment as a cause of fatigue by university teachers of different ages.

ших уровнях шума, чем у рабочих промпредприятий (уязвимость 37–44%, см. табл. 3).

Данные табл. 4 характеризуют частоту самооценки влияния на утомление факторов производственной среды судостроителями разных возрастных групп. Видно, что в диапазоне 20–54 лет возрастная уязвимость наблюдается только к 3 факторам из 5: шум, микроклимат и пыль в воздухе рабочей зоны. При этом в возрасте 55–64 года ЧВ снижается для всех 5 факторов. В [3] показано резкое уменьшение в возрастной структуре рабочих-судостроителей работников старше 55 лет, поэтому снижение ВУ к экологическим факторам утомления наиболее вероятно связано с уходом более ослабленных работников из трудовых коллективов.

В старших возрастных группах медицинских работников при труде с ночными сменами вероятность умеренного и большого влияния средовых производственных факторов на утомление работников в 1,2–1,3 раза больше, чем у 21–30-летних. В возрасте 31–40 лет OR = 1,19 (0,86–1,65), в возрасте 41–50 лет OR = 1,30 (0,94–1,79).

Таблица 4 / Table 4

Вероятность оценки факторов производственной среды как причины утомления судостроителями, $M \pm m$
Probability of assessment of factors of the occupation environment as the cause of fatigue by shipbuilders, $M \pm m$

Возрастная группа, лет Age group, years	Число человек Number of people	Шум Noise	Микроклимат Microclimate	Воздух рабочей зоны Working area air	Пыль Dust	Вибрация Vibration
20–34	21	63.6 ± 7.1	42.2 ± 7.4	36.3 ± 10.8	51.5 ± 7.3	39.3 ± 7.3
35–44	17	70.8 ± 8.9	58.3 ± 7.3	37.5 ± 10.9	54.1 ± 7.2	25.0 ± 10.4
45–54	15	78.9 ± 10.6	57.9 ± 7.3	36.8 ± 10.9	57.9 ± 7.4	31.6 ± 10.5
55–64	9	75.0 ± 11.2	33.3 ± 10.8	25.0 ± 12.6	33.3 ± 10.8	33.3 ± 10.8

Заключение

Изучение экологической уязвимости человека в разном возрасте было проведено на статистически репрезентативных выборках больших разнородных профессиональных групп работников физического и умственного труда, которые различаются по выраженности факторов тяжести и напряжённости труда, уровнями средовых факторов. Предполагается, что факторы тяжести, напряжённости труда и параметры производственной среды у работников в каждой профессиональной группе распределены достаточно равномерно по возрасту. Такой подход является начальным этапом исследований, адекватным для современного состояния изучаемого вопроса, имеющего общебиологическое значение. Исследование возрастной уязвимости работников конкретной профессии к определённым средовым факторам при одинаковых значениях прочих условий труда является задачей дальнейших исследований.

Динамика возрастной уязвимости работников к факторам производственной среды определяется критерием

герогиены труда – темпом старения организма, который ускоряется при вредных условиях (unhealthy aging) и замедляется при благоприятных (healthy aging). В первом случае уязвимость работников к факторам среды нарастает с увеличением возраста работника, во втором случае – уменьшается. По сравнению с возрастной группой 20–30 лет вероятность влияния факторов производственной среды «шума», «микrokлимата», «воздуха рабочей зоны» на утомление работников увеличивается на 10–15% в возрасте 30–49 лет и на 15–25% в возрасте 50–60 лет. Такое увеличение уязвимости к факторам среды является относительно небольшим и соответствует увеличению степени вредности не более чем на одну градацию по классификации [14]. При использовании данных одноразового обследования больших групп работников определённой профессии указанная закономерность маскируется отсевом ослабленных работников с увеличением их возраста и стажа работы. При благоприятных условиях труда наблюдается тенденция уменьшения влияния указанных факторов производственной среды на утомление работников с увеличением их возраста.

Литература

(п.п. 1, 4–7 см. References)

- Трахтенберг И.М., Поляков А.А. *Очерки физиологии и гигиены труда пожилого человека*. Киев: Авиценна; 2007.
- Сорокин Г.А., Кирьянова М.Н. Физиологические нормы труда в предпенсионном и пенсионном возрасте. *Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения*. 2020; 15(1): 447–56.
- Сердюк В.С., Добренко А.М., Цорина О.А., Бакико Е.В., Утюганова В.В. *Определение индивидуального профессионального риска: учебное пособие*. Омск; 2016.
- Прокопенко Л.В., Симонова Н.И., Измерова Н.И., Кузьмина Т.П., Тихонова Г.И., Денисов Э.И. и соавт. Разработка «Методики расчета индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работника» и «Методики расчета интегрального показателя уровня профессионального риска в организации». В кн.: Измеров Н.Ф., ред. *Сборник трудов «Актуальные проблемы медицины труда»*. М.: Реинфор; 2014: 132–62.
- Стежеская Е.И. *Герогиена труда. Руководство по геронтологии*. М.: Медицина; 1978: 444–60.
- Сорокин Г.А. Возрастная и стажевая динамика показателей здоровья работающих как критерий для сравнения профессиональных и непрофессиональных рисков. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(4): 355–60. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-4-355-360>
- Методические рекомендации. Медико-физиологическая классификация работ по тяжести. М.; 1974.
- Экспресс-метод количественной гигиенической оценки условий труда женщин. Пособие для врачей*. СПб.; 1999.
- Руководство Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. М.; 2005.
- Сорокин Г.А., Чистяков Н.Д., Сулов В.Л. Влияние усталости и переутомления на общую заболеваемость работников. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 59(8): 494–500.
- Aging and Working Capacity. Report of a WHO Study Group; 1993.
- Trakhtenberg I.M., Polyakov A.A. *Essays on physiology and occupational hygiene of the elderly [Ocherki fiziologii i gigieny truda pozhilogo cheloveka]*. Kiev: Izdatel'skiy dom «Avitsenna», 2007. (in Russian)
- Sorokin G.A., Kir'yanova M.N. Occupational health risk factors in integrated microcircuit production. *Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya*. 2020; 15(1): 447–56. (in Russian)
- Namdeo A., Tiwary A., Farrow E. Estimation of age-related vulnerability to air pollution: assessment of respiratory health at local scale. *Environ. Int.* 2011; 37(5): 829–37. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2011.02.002>
- Simoni M., Baldacci S., Maio S., Cerrai S., Sarno G., Viegi G. Adverse effects of outdoor pollution in the elderly. *J. Thorac. Dis.* 2015; 7(1): 34–45. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2014.12.10>
- Chen K., Vicedo-Cabrera A.M., Dubrow R. Projections of ambient temperature- and air pollution-related mortality burden under combined climate change and population aging scenarios: a review. *Curr. Environ. Health Rep.* 2020; 7(3): 243–55. <https://doi.org/10.1007/s40572-020-00281-6>
- Meade R.D., Akerman A.P., Notley S.R., McGinn R., Poirier P., Gosselin P., et al. Physiological factors characterizing heat-vulnerable older adults: A narrative review. *Environ. Int.* 2020; 144: 105909. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105909>
- Serdyuk V.S., Dobrenko A.M., Tsorina O.A., Bakiko E.V., Utyuganova V.V. *Definition of Individual Occupational Risk: a Textbook [Opredelenie individual'nogo professional'nogo riska: uchebnoe posobie]*. Omsk; 2016. (in Russian)
- Prokopenko L.V., Simonova N.I., Izmerova N.I., Kuz'mina T.P., Tikhonova G.I., Denisov E.I., et al. Development of «Methods for calculating individual occupational risk depending on the working conditions and health status of the employee» and «Methods for calculating the integral indicator of the level of occupational risk in the organization». In: Izmerov N.F., ed. *Collection of Works «Actual Problems of Occupational Medicine» [Sbornik trudov «Aktual'nye problemy meditsiny truda»]*. Moscow: Reinfor; 2014: 132–62. (in Russian)
- Stezhenskaya E.I. *Gerogigien of Labor. Guide to Gerontology [Gerogigiena truda. Rukovodstvo po gerontologii]*. Moscow: Meditsina; 1978: 444–60. (in Russian)
- 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 Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2016; 95(4): 355–61. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-4-355-360> (in Russian)
- Methodological recommendations. Medical and physiological classification of work by severity. Moscow; 1974. (in Russian)
- Express Method of Quantitative Hygienic Assessment of Women's Working Conditions. Handbook for Doctors [Ekspress-metod kolichestvennoy gigienicheskoy otsenki usloviy truda zhenshchin. Posobie dlya vrachey]*. St. Petersburg; 1999. (in Russian)
- R 2.2.2006-05. Guidelines for the hygienic assessment of factors of the working environment and the labor process. Criteria and classification of working conditions. Moscow; 2005. (in Russian)
- Sorokin G.A., Chistyakov N.D., Suslov V.L. Influence of fatigue and overwork on the general morbidity of workers. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; 59(8): 494–500. (in Russian)

References