



Нагорняк А.С., Баландович Б.А., Поцелуев Н.Ю., Тулин Н.Ю., Жукова О.В.

Комплексная гигиеническая оценка физических факторов производственной среды на рабочих местах медицинских работников

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 656038, Барнаул, Россия

Введение. Гигиена труда медицинских работников является интенсивно изучаемой областью гигиенической науки. Это связано с высокой заболеваемостью медицинских работников, превышающей средний показатель по отраслям экономики. Представленное исследование использует риск-ориентированный подход для комплексной оценки влияния физических факторов на медицинских работников, работающих с большим количеством электронного медицинского оборудования: физиотерапевтов, врачей клинической лабораторной диагностики, врачей ультразвуковой диагностики.

Материалы и методы. Исследования неблагоприятных факторов рабочей среды проводились в четырёх медицинских учреждениях Алтайского края и Новосибирской области. На основании полученных результатов были рассчитаны значения риска для здоровья и установлен класс условий труда по всем исследованным рабочим местам.

Результаты. На первом этапе была проведена гигиеническая оценка условий труда на рабочих местах медицинских работников. Наибольшее количество рабочих мест не соответствовало санитарным нормам по следующим показателям: температура воздуха рабочей зоны (55,6% всех рабочих мест), искусственная освещённость (84,5%), коэффициент пульсации освещённости (46,7%), концентрация аэроионов отрицательной полярности (57,8%), коэффициент униполярности (80%). Кроме того, был установлен класс условий труда на каждом из исследованных рабочих мест (полученный в диапазоне от 2 до 3.4). Расчётный риск для здоровья работающих от воздействия гамма-излучения изменялся от пренебрежимо малого до умеренного.

Ограничения исследования. Экспозиции многих из физических факторов на рабочих местах являются приближенными на основании типичного рабочего дня сотрудника в зависимости от отделения и профессии.

Заключение. Оценка вредного воздействия физических факторов на рабочих местах в медицинских организациях разного профиля выявила аналогичные нарушения по уровням параметров микроклимата, освещённости, аэроионного состава воздуха и электромагнитных полей от мониторов компьютеров, что соотносится с данными, полученными исследователями ранее. Представляется необходимой реализация системы профилактических мероприятий для работающих в медицинских организациях на основе концепции анализа профессионального риска с ежегодным пересмотром результатов с учётом отработанного производственного стажа.

Ключевые слова: анализ риска для здоровья; медицинские работники; гигиена труда; физические факторы; класс условий труда; ионизирующее излучение

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

Для цитирования: Нагорняк А.С., Баландович Б.А., Поцелуев Н.Ю., Тулин Н.Ю., Жукова О.В. Комплексная гигиеническая оценка физических факторов производственной среды на рабочих местах медицинских работников. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(3): 311–316. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-3-311-316>

Для корреспонденции: Нагорняк Алексей Сергеевич, преподаватель кафедры гигиены, основ экологии и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» МЗ РФ, 656038, Барнаул. E-mail: tezaurismosis@gmail.com

Участие авторов: Нагорняк А.С. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста; Баландович Б.А. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, редактирование; Поцелуев Н.Ю. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Тулин Н.Ю. — сбор и обработка материала; Жукова О.В. — редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

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

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 05.03.2020 / Принята к печати: 25.11.2021 / Опубликована: 08.04.2022

Alexey S. Nagornyak, Boris A. Balandovich, Nikolay Yu. Potseluev, Nikolay Yu. Tulin,
Olga V. Zhukova

Comprehensive hygienic assessment of the environmental physical factors at the workplaces of medical workers

Altai State Medical University, Barnaul, 656038, Russian Federation

Introduction. Occupational health of medical workers is an intensively studied field of hygienic science. This is due to the high incidence of medical workers, which exceeds the average for sectors of the economy. The presented study uses a risk-based approach for a comprehensive assessment of the influence of physical factors on medical workers working with a large number of electronic medical equipment: physiotherapists, clinical laboratory diagnostics doctors, and ultrasound diagnostics doctors.

Materials and methods. Studies of adverse factors of working environment factors were carried out in 4 medical institutions of the Altai Territory and the Novosibirsk Region. Based on the obtained results the values of health risk were calculated and a class of working conditions was established for all the studied jobs.

Results. At the first stage, a hygienic assessment of working conditions at the workplaces of medical workers was conducted. The largest number of jobs did not meet sanitary standards for the following indicators: air temperature of the working area (55.6% of all jobs), artificial light (84.5%), light pulsation coefficient (46.7%), concentration of aero ions of negative polarity (57.8%), the coefficient of unipolarity (80%). In addition, a class of working conditions was established at each of the studied jobs (obtained in the range from 2 to 3.4). The estimated health risk of workers from exposure to gamma radiation varied from negligible to moderate.

Limitations. Exposures to many of the physical factors in the workplace are approximate based on a typical work day for an employee by department and profession.

Conclusion. An assessment of the harmful effects of physical factors at various workplaces in medical institutions heterogeneous for their purpose revealed similar violations in terms of microclimate parameters, illumination, air ion composition and electromagnetic fields from computer monitors, which is consistent with data obtained by previous researchers in this area. It seems necessary to implement a system of preventive measures for employees in medical organizations based on the concept of professional risk analysis with a review of the results each year, taking into account the worked experience.

Keywords: health risk analysis; medical workers; occupational health; physical factors; class of working conditions; ionizing radiation

Compliance with ethical standards. The study does not require submission of the opinion of the biomedical ethics committee or other documents.

For citation: Nagornyak A.S., Balandovich B.A., Potseluev N.Yu., Tulin N.Yu., Zhukova O.V. Comprehensive hygienic assessment of the environmental physical factors at the workplaces of medical workers. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(3): 311-316. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-3-311-316> (In Russian)

For correspondence: Aleksey S. Nagornyak, lecturer in department of hygiene, ecology basics and life safety, Altai State Medical University, Barnaul, 656038, Russian Federation. E-mail: tezaurismosis@gmail.com

Information about authors:

Nagornyak A.S., <https://orcid.org/0000-0003-3142-8416> Zhukova O.V., <https://orcid.org/0000-0001-7093-3103> Tulin N.Yu., <https://orcid.org/0000-0003-0991-1604> Balandovich B.A., <https://orcid.org/0000-0003-3736-9381> Potseluev N.Yu., <https://orcid.org/0000-0002-9733-5039>

Contribution: Nagornyak A.S. – the concept and design of the study, collection and processing of material, statistical processing, writing a text. Balandovich B.A. – the concept and design of the study, collection and processing of material, editing. Potseluev N.Yu. – the concept and design of the study, editing. Tulin N.Yu. – collection and processing of material. Zhukova O.V. – editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: March 5, 2020 / Accepted: November 25, 2021 / Published: April 08, 2022

Введение

Методология анализа риска для здоровья является одним из наукоёмких инструментов, используемых для управления санитарно-гигиенической обстановкой на рабочих местах. Данная методика широко используется в США, Канаде и странах Европы [1–6] для предотвращения опасного воздействия производственной среды на здоровье работника при осуществлении всех видов деятельности, в том числе медицинской [7, 8].

Внедрение концепции риска для здоровья осуществляется не только в гигиене и медицине труда, но и в других научных направлениях профилактической медицины, таких как радиационная гигиена, коммунальная гигиена, эпидемиология, гигиена питания [9–12]. Это обстоятельство позволяет говорить о сдвиге парадигмы в методических основах оценки эколого-гигиенической безопасности [13, 14].

Создание проектов по оценке рисков для здоровья и введение их в практическую деятельность является одним из направлений реализации совместного международного плана EuropeAid/119764/C/SV/RU «Сближение нормативной правовой базы по охране труда и безопасности» по консолидации нормативной документации в области санитарно-гигиенического надзора и безопасности труда между Россией и странами Европейского союза. Процесс консолидации (гармонизации) санитарного законодательства Российской Федерации с международными стандартами также закреплён Приказом Минздравсоцразвития России от 30 июля 2010 г. № 581н и Постановлением Правительства Российской Федерации от 28 сентября 2009 г. № 761 [15, 16].

В настоящее время в нашей стране действует более 100 организаций, аккредитованных в Системе аккредитации органов по оценке риска, что создаёт условия для конкурентной реализации проектов в этой области на основании новых научных исследований. Данное исследование является примером создания таких проектов. Оно реализовано на базе аккредитованной испытательной лаборатории Института гигиены труда и промышленной экологии Алтайского государственного медицинского университета.

Гигиена труда медицинских работников остаётся интенсивно изучаемой областью гигиенической науки. Это связано с высокой заболеваемостью медицинских работников, превышающей средний показатель по отраслям экономики. Классическими исследованиями в данной области стоит назвать гигиену труда при работе с медицинскими источниками ионизирующего излучения [17, 18]. Следует отметить, что мероприятия на основании этих разработок позволили снизить радиационную нагрузку на медицинских работников в

десятки раз. Исследования по другим направлениям характеризуются меньшей разработанностью. Тремя основными группами исследований в современной гигиене труда медицинских работников являются:

1. Внедрение риск-ориентированного подхода в гигиену труда медицинских работников.

2. Исследования влияния условий труда в отдельных медицинских профессиях (акушеры-гинекологи, хирурги).

Изучение влияния отдельных вредных факторов или их комплекса на здоровье медицинских работников (электромагнитные поля, микроклимат, освещённость, химические вещества) [19–21].

3. Представленное исследование включает в себя все три группы: риск-ориентированный подход используется для комплексной оценки влияния физических факторов на специалистов, работающих с большим количеством электронного медицинского оборудования: физиотерапевтов, врачей клинической лабораторной диагностики, врачей ультразвуковой диагностики.

Цель исследования – разработка научных основ профилактики возникновения профессиональных заболеваний у работников учреждений Алтайского края, оказывающих медицинскую помощь в условиях интенсивного воздействия физических факторов от медицинского оборудования.

Материалы и методы

Исследования неблагоприятных факторов рабочей среды проводились на базе аккредитованной испытательной лаборатории Института гигиены труда и промышленной экологии Алтайского государственного медицинского университета. Исследовались рабочие места медицинских работников в следующих медицинских учреждениях Алтайского края и Новосибирской области: МУ «Санаторий Центросоюза Российской Федерации в г. Белокуриха», КГБУЗ «Диагностический центр Алтайского края», НУЗ «Отделенческая клиническая больница на ст. Барнаул ОАО «РЖД», ООО «Лечебно-диагностический центр Международного института биологических систем имени Сергея Березина» (филиалы в Новосибирске и Барнауле).

Измерения электромагнитных полей (ЭМП) были выполнены с использованием измерителей параметров ЭМП: ВЕ-метра с антенной АТ-004 (для измерения ЭМП от компьютеров и мониторов), ПЗ-34 (для измерения ЭМП радиочастотного диапазона), а также ПЗ-42 с антенной-преобразователем АП-2. Измерения параметров микроклимата (температура, относительная влажность и скорость движения

Таблица 1 / Table 1

Рабочие места медицинских работников, характеризующиеся вредными условиями труда, и факторы, их создающие
Workplaces of medical workers characterized by harmful working conditions and factors that create them

Профессия, рабочее место Workplace	Класс условий труда по указанному фактору Class of working conditions according to the specified factor
Медицинская сестра в хамаме / Nurse (Hamam)	3.4 микроклимат / microclimate
Медицинская сестра в процедурной Nurse in the procedure unit	3.1 освещённость / illumination
	3.1 ЭМП от монитора / electromagnetic fields
	3.1 аэроионы / ions in air
Медицинская сестра бассейна Pool nurse	3.2 освещённость / illumination
	3.1 ЭМП от монитора / electromagnetic fields from monitor screen
	3.1 аэроионы / ions in air
Врач клинической лабораторной диагностики Doctor of clinical laboratory diagnostics	3.1 освещённость / illumination
	3.1 ЭМП от монитора / electromagnetic fields from monitor screen
Врач-терапевт Therapist	3.2 освещённость / illumination
	3.1 аэроионы / ions in air
Пост медицинской сестры / Nurse workplace post	3.1 освещённость / illumination
	3.1 аэроионы / ions in air
Врач-невролог Neurologist	3.1 освещённость / illumination
	3.1 аэроионы / ions in air
	3.1 ЭМП от монитора / electromagnetic fields
Врач-оториноларинголог Otorhinolaryngologist	3.1 освещённость / illumination
	3.1 аэроионы / ions in air
Кабинеты руководства (главный врач, заведующие отделениями) / Direction's rooms	3.1 освещённость / illumination
	3.1 аэроионы / ions in air
Кабинет физиотерапии: / Physiotherapy room:	
аппарат магнитотерапии «Полимаг-01» magnetotherapy device Polymag-01	3.1 освещённость / illumination
	3.1 напряжённость магнитного поля / magnetic field strength
аппарат магнитотерапии «Алимп-1» magnetotherapy device ALIMP-01	3.1 освещённость / illumination
	3.1 напряжённость магнитного поля / magnetic field strength
аппарат для дарсонвализации «Искра-1» Physiotherapy room, darsonvalisation device Iskra-1	3.1 энергетическая экспозиция ЭМП / electromagnetic fields energy exposure
аппарат для ультразвуковой терапии УВЧ-60А ultrasound therapy device UVCh-60A	3.1 энергетическая экспозиция ЭМП / electromagnetic fields energy exposure

воздуха) производили с помощью прибора «Метеоскоп-М». Световые параметры измеряли люксметром-пульсметром-яркометром ТКА-ПКМ-09. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны измерено газоанализатором АНТ-3М. Шумомер «Экофизика-110А» применяли для измерения эквивалентного уровня шума. Малогабаритный счётчик аэроионов МАС-01 использовали для измерения концентрации аэроионов положительной и отрицательной полярности и коэффициента униполярности. Интенсивность ультрафиолетового излучения измеряли УФ-радиометром ТКА-ПКМ-13.

Измерения α -, β -, γ - и нейтронного излучений проводили на рабочих местах медицинских работников ООО «Лечебно-диагностический центр Международного института биологических систем имени Сергея Березина». Измерения и оценку результатов производили в соответствии с СанПиН 2.6.1.2573-10 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации ускорителей электронов с энергией до 100 МэВ» и МУ 2.6.1.1982-05 «Проведение радиационного контроля в рентгеновских кабинетах». Контроль проводили по следующим показателям: мощность амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) гамма-излучения, мощность дозы нейтронного излучения, альфа- и бета-загрязнённость поверхностей оборудования. Измерения проводили с помощью дозиметра-радиометра МКС/СРП-08А и дозиметра-радиометра ДКС-96 с блоком детектирования БДПГ-96м. Общее количество измерений радиационного

фактора составило 1586. Оборудование на исследуемом объекте представлено следующими устройствами:

- аппарат для позитронно-эмиссионной и компьютерной томографии (ПЭТ КТ) Siemens Biograph Horizon-4R;
- экранированная камера для радиофармакологических манипуляций модели Comescer Phaedra и модели Comescer ВВС-EXP;
- циклотрон ИВА Cyclone Kiube;
- циклотрон с закрытым источником гамма-излучения ПГЛ.2 (радионуклид германий-68).

Вычисление значений эффективной дозы основано на измеренной МАЭД гамма-излучения при допущении экспозиции в 30 мин в течение всего рабочего стажа.

Общее количество измерений физических факторов на 183 рабочих местах медицинского персонала составило 3869. Статистическую обработку данных осуществляли в электронных таблицах Google Sheets.

Результаты

На первом этапе была проведена гигиеническая оценка условий труда на рабочих местах медицинских работников. На каждом рабочем месте были измерены следующие показатели: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, напряжённость электрического поля, плотность магнитного потока, плотность потока энергии электромагнитного поля, энергетическая

экспозиция электромагнитного поля, интенсивность ультрафиолетового излучения, концентрация аэроионов, коэффициент униполярности, искусственная освещённость, коэффициент естественной освещённости, эквивалентный уровень шума. Наибольшее количество рабочих мест не соответствовало санитарным нормам по следующим показателям: температура воздуха рабочей зоны (55,6% всех рабочих мест), искусственная освещённость (84,5%), коэффициент пульсации освещённости (46,7%), концентрация аэроионов отрицательной полярности (57,8%), коэффициент униполярности (80%).

Кроме того, был установлен класс условий труда на каждом из обследованных рабочих мест. Рабочие места, характе-

ризующиеся вредными условиями труда (с классами 3.1–3.4), представлены в табл. 1. Для некоторых групп рабочие места в таблице объединены по назначению.

Результаты измерений МАЭД гамма-излучения и риска для здоровья от его воздействия представлены в табл. 2–5.

Значения во всех таблицах после статистической обработки представлены в четырёх колонках:

1. «Среднее» – в формате $M \pm m$, где M – среднее арифметическое выборки и m – стандартная ошибка среднего.
2. «Минимум» – минимальное значение в выборке.
3. «Максимум» – максимальное значение в выборке.
4. « $P_{25}-P_{75}$ » – диапазон между 25-м и 75-м процентилем (соответствующие первому и третьему квартилям выборки).

Таблица 2 / Table 2

Значения МАЭД гамма-излучения (мкЗв/ч) на рабочих местах с медицинским оборудованием
Values of exposure power for gamma radiation (in $\mu\text{Sv/h}$) at workplaces with medical equipment

Рабочее место Workplace	Среднее Mean	Минимум Min	Максимум Max	$P_{25}-P_{75}$
Аппарат для ПЭТ КТ Siemens Biograph Horizon-4R / PET/CT device Siemens Biograph Horizon-4R	0.131 \pm 0.008	0.070	0.320	0.088–0.130
Экранированная камера Comecer Phaedra / Shielded camera Comecer Phaedra	4.183 \pm 0.849	0.720	9.950	1.640–6.855
Экранированная камера Comecer BBC-EXP / Shielded camera Comecer BBC-EXP	4.096 \pm 0.794	0.740	9.170	1.740–6.663
Рабочий зал оператора экранированных камер / Shielded camera operator's workroom	0.917 \pm 0.582	0.160	3.810	0.288–0.540
Циклотрон IBA Cyclone Kiube (режим готовности) / Cyclotron IBA Cyclone Kiube (ready mode)	0.115 \pm 0.001	0.100	0.180	0.110–0.120
Циклотрон IBA Cyclone Kiube (режим наработки) / Cyclotron IBA Cyclone Kiube (working mode)	0.293 \pm 0.067	0.100	3.240	0.120–0.150
Циклотрон с источником ПГЛ.2 / Cyclotron PGL.2	1.251 \pm 0.464	0.140	7.350	0.120–0.548

Таблица 3 / Table 3

Значения расчётной эффективной дозы гамма-излучения (мЗв) за весь период рабочей жизни при экспозиции 30 мин за смену
The values of the calculated effective dose of gamma radiation (mSv) for the entire period of working life with an exposure of 30 minutes per shift

Рабочее место Workplace	Среднее Mean	Минимум Min	Максимум Max	$P_{25}-P_{75}$
Аппарат для ПЭТ КТ Siemens Biograph Horizon-4R / PET/CT device Siemens Biograph Horizon-4R	0.573 \pm 0.035	0.306	1.400	0.383–0.569
Экранированная камера Comecer Phaedra / Shielded camera Comecer Phaedra	18.298 \pm 3.714	3.150	43.531	7.175–29.991
Экранированная камера Comecer BBC-EXP / Shielded camera Comecer BBC-EXP	17.921 \pm 0.794	3.238	40.119	7.613–29.148
Рабочий зал оператора экранированных камер / Shielded camera operator's workroom	4.010 \pm 2.545	0.700	16.669	1.258–2.363
Циклотрон IBA Cyclone Kiube (режим готовности) / Cyclotron IBA Cyclone Kiube (ready mode)	0.503 \pm 0.006	0.438	0.788	0.481–0.525
Циклотрон IBA Cyclone Kiube (режим наработки) / Cyclotron IBA Cyclone Kiube (working mode)	1.282 \pm 0.294	0.438	14.175	0.525–0.656
Циклотрон с источником ПГЛ.2 / Cyclotron PGL.2	5.473 \pm 2.029	0.613	32.156	0.525–2.395

Таблица 4 / Table 4

Значения риска для здоровья от воздействия гамма-излучения
Health risk values from exposure to gamma radiation

Рабочее место Workplace	Среднее Mean	Минимум Min	Максимум Max	$P_{25}-P_{75}$
Аппарат для ПЭТ КТ Siemens Biograph Horizon-4R PET/CT device Siemens Biograph Horizon-4R	0.0000294 \pm 0.0000018	0.0000157	0.0000718	1.96 \cdot 10 ⁻⁵ 2.92 \cdot 10 ⁻⁵
Экранированная камера Comecer Phaedra Shielded camera Comecer Phaedra	0.0009387 \pm 0.0001905	0.0001616	0.0022332	3.68 \cdot 10 ⁻⁴ 1.54 \cdot 10 ⁻³
Экранированная камера Comecer BBC-EXP Shielded camera Comecer BBC-EXP	0.0009194 \pm 0.0001781	0.0001661	0.0020581	3.9 \cdot 10 ⁻⁴ 1.5 \cdot 10 ⁻³
Рабочий зал оператора экранированных камер Shielded camera operator's workroom	0.0002057 \pm 0.0001306	0.0000359	0.0008551	6.45 \cdot 10 ⁻⁵ 1.21 \cdot 10 ⁻⁴
Циклотрон IBA Cyclone Kiube (режим готовности) Cyclotron IBA Cyclone Kiube (ready-to-use mode)	0.0000258 \pm 0.0000003	0.0000224	0.0000404	2.47 \cdot 10 ⁻⁵ 2.69 \cdot 10 ⁻⁵
Циклотрон IBA Cyclone Kiube (режим наработки) Cyclotron IBA Cyclone Kiube (working mode)	0.0000658 \pm 0.0000151	0.0000224	0.0007272	2.69 \cdot 10 ⁻⁵ 3.37 \cdot 10 ⁻⁵
Циклотрон с источником ПГЛ.2 Cyclotron PGL.2	0.0002808 \pm 0.0001041	0.0000314	0.0016496	3.98 \cdot 10 ⁻⁵ 1.23 \cdot 10 ⁻⁴

Таблица 5 / Table 5

Значения относительного риска, рассчитанного по методу отношения шансов
Relative risk values calculated using the odds ratio method

Рабочее место Workplace	Среднее Mean	Минимум Min	Максимум Max	P ₂₅ –P ₇₅
Аппарат для ПЭТ КТ Siemens Biograph Horizon-4R / PET/CT device Siemens Biograph Horizon-4R	1.007 ± 0.0004	1.004	1.017	1.005–1.007
Экранированная камера Comecer Phaedra / Shielded camera Comecer Phaedra	1.218 ± 0.044	1.038	1.518	1.085–1.357
Экранированная камера Comecer BBC-EXP / Shielded camera Comecer BBC-EXP	1.213 ± 0.041	1.039	1.478	1.091–1.347
Рабочий зал оператора экранированных камер / Shielded camera operator's workroom	1.048 ± 0.030	1.008	1.198	1.015–1.028
Циклотрон ИВА Cyclone Kiube (режим готовности) / Cyclotron IBA Cyclone Kiube (ready mode)	1.006 ± 0.006	1.005	1.009	1.006
Циклотрон ИВА Cyclone Kiube (режим наработки) / Cyclotron IBA Cyclone Kiube (working mode)	1.015 ± 0.004	1.005	1.169	1.006–1.008
Циклотрон с источником ПГЛ.2 / Cyclotron PGL.2	1.065 ± 0.024	1.007	1.383	1.009–1.029

Таким образом, в соответствии с международной шкалой риск для здоровья медицинских работников при работе с указанным оборудованием можно квалифицировать как:

- на рабочем месте с аппаратом для ПЭТ КТ Siemens Biograph Horizon-4R – очень низкий;
- на рабочем месте с экранированной камерой Comecer Phaedra – от низкого до умеренного;
- на рабочем месте с экранированной камерой Comecer BBC-EXP – от низкого до умеренного;
- в рабочем зале оператора экранированных камер – от очень низкого до низкого;
- на рабочем месте с циклотроном ИВА Cyclone Kiube – очень низкий (как в режиме готовности, так и в режиме наработки);
- на рабочем месте с циклотроном с источником ПГЛ.2 – от очень низкого до низкого.

Кроме того, была вычислена доля предотвратимого риска. Среднее значение на рабочем месте с аппаратом для ПЭТ КТ Siemens Biograph Horizon-4R составило 0,682% (диапазон 0,365–1,667), на рабочем месте с экранированной камерой Comecer Phaedra – 21,784% (диапазон 3,750–51,823), на рабочем месте с экранированной камерой Comecer BBC-EXP – 21,335% (диапазон 3,854–47,760), в рабочем зале оператора экранированных камер – 4,774% (диапазон 0,833–19,844), на рабочем месте с циклотроном «ИВА Cyclone Kiube» – в режиме готовности 0,598% (диапазон 0,521–0,937), в режиме наработки – 1,527% (диапазон 0,521–16,875), на рабочем месте с циклотроном с источником ПГЛ.2 – 6,516% (диапазон 0,729–38,281).

Таким образом, риск для здоровья работающих от воздействия гамма-излучения колеблется от пренебрежимо малого до умеренного.

Обсуждение

Столь высокая частота превышения допустимого уровня показателей микроклимата, освещённости и аэроионного состава воздуха может быть объяснена неудачной эргономической компоновкой рабочих мест медицинских работников и неверными архитектурными решениями. Поэтому в большинстве случаев негативное воздействие можно предупредить установкой дополнительного осветительного оборудования и перекомпоновкой рабочего места. Параметры микроклимата можно привести в соответствие требуемой настройкой работы отопительного оборудования и вентиляции.

Значения напряжённости электрического поля, создаваемого некоторыми физиотерапевтическими устройствами на частоте 50 Гц, могут быть объяснены отсутствием заземления у этих приборов, что было подтверждено непосредственным контролем наличия заземления во время проведения измерений. Следовательно, правильное заземление всего электронного оборудования позволит снизить значения

напряжённости электрического поля на рабочих местах и уменьшить риск возникновения аварийных ситуаций, таких как возгорание и поражение током.

Некоторые виды физиотерапевтического оборудования (аппараты для магнитотерапии, диадинамотерапии) генерируют электромагнитное поле с высокими значениями показателей для достижения лечебного и профилактического эффекта. Так как для сохранения эффективности применения используемых физиотерапевтических методов необходимо сохранять значения экспозиции на имеющемся уровне, профилактика негативного воздействия ЭМП на медицинских работников будет заключаться в регламентированных перерывах в работе с оборудованием, медицинских осмотрах и санаторно-курортном лечении.

Основными ограничениями исследования являются возникающие при оценке экспозиции физических факторов неопределённости, которые могут быть вызваны погрешностью средств и методик измерения, нестабильностью рабочего места и режима работы оборудования.

Заключение

Оценка воздействия физических факторов на рабочих местах в медицинских организациях разного профиля выявила аналогичные нарушения по уровням параметров микроклимата, освещённости, аэроионного состава воздуха и электромагнитных полей от мониторов компьютеров, что соотносится с результатами, полученными исследователями ранее. Несмотря на простоту организации профилактики и устранения перечисленных выше нарушений, в медицинских организациях России не наблюдается тенденции снижения вредного воздействия физических факторов на работающих.

Помимо существовавших ранее вредных физических факторов на рабочих местах медицинских работников стали выявляться нарушения в отношении специфических воздействий, создаваемых только определённым оборудованием (электромагнитное поле с высокой плотностью потока энергии и на высоких, сверх- и ультравысоких частотах, гамма-излучение с высокой мощностью амбиента дозы), что увеличивает комплексный риск для здоровья работающих и требует применения специальных мероприятий по профилактике.

Необходима реализация системы профилактических мероприятий для работающих в медицинских организациях на основе концепции анализа профессионального риска с ежегодным пересмотром результатов с учётом отработанного производственного стажа. Предполагается возможным достижение целевых уровней профессионального риска для здоровья работников в несколько этапов с переоценкой риска после достижения каждого из уровней, сначала квалифицируемого как минимальный (менее 10⁻⁵), затем – как пренебрежимый (менее 10⁻⁶).

Литература

(п.п. 5, 10, 14, 15, 20 см. References)

1. Бектасова М.В., Капцов В.А., Шепарев А.А. Профессиональная заболеваемость медицинских работников Приморского края (2005–2014 гг.). *Гигиена и санитария*. 2017; 96(3): 258–60. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-3-258-260>
2. Ефименко Н.В., Рукавишников В.С. Условия труда и заболеваемость работающего населения Сибирского федерального округа. *Медицина труда и промышленная экология*. 2017; (10): 1–5.
3. Бойко И.В., Андреев О.Н., Гребеньков С.В., Шалухо Е.С., Федоров В.Н., Орлова Г.П. Опыт доказательств связи заболеваний с профессией на основе расчёта показателей профессионального риска. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(12): 1239–43. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1239-1243>
4. Голева О.И., Шур П.З. Экономическая оценка потерь, связанных с риском для жизни и здоровья нетрудоспособного населения. *Анализ риска здоровью*. 2015; (1): 12–8.
6. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Опыт методической поддержки и практической реализации риск-ориентированной модели санитарно-эпидемиологического надзора: 2014–2017 гг. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(1): 5–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-1-5-9>
7. Лебедева-Несевря Н.А., Гордеева С.С., Соловьев С.С. Микросоциальные факторы риска здоровью работающего населения России (результаты социологического исследования). *Медицина труда и промышленная экология*. 2017; (11): 53–7.
8. Дубель Е.В. Оценка восприятия медицинскими работниками факторов риска здоровью. *Экология человека*. 2015; (2): 33–41.
9. Дубель Е.В. Распространенность основных классов болезней среди медицинских работников города Вологды по данным амбулаторных карт. *Экология человека*. 2016; (4): 14–20. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2016-4-14-20>
11. Егорова А.М., Мокоян Б.О., Луценко Л.А. Некоторые аспекты выявления факторов риска здоровью медицинского персонала при работе с магнитно-резонансными томографами. *Медицина труда и промышленная экология*. 2017; (2): 34–7.
12. Зайцева Н.В., Шур П.З., Кирьянов Д.А., Камалтдинов М.Р., Цинкер М.Ю. Методические подходы к оценке популяционного риска здоровью на основе эволюционных моделей. *Здоровье населения и среда обитания*. 2013; (1): 4–6.
13. Зайцева Н.В., Трусов П.В., Шур П.З., Кирьянов Д.А., Чигвинцев В.М., Цинкер М.Ю. Методические подходы к оценке риска воздействия разнородных факторов среды обитания на здоровье населения на основе эволюционных моделей. *Анализ риска здоровью*. 2013; (1): 15–23.
16. Май И.В., Балашов С.Ю., Вековщина С.А., Кудря М.А. К оценке уровня электромагнитного поля (300 ГГц – 300 МГц) в крупном промышленном центре на базе 3D-моделирования и инструментальных измерений. *Анализ риска здоровью*. 2017; (3): 28–30. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2017.3.03>
17. Онищенко Г.Г., Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации. *Анализ риска здоровью*. 2014; (2): 4–13.
18. Базарова Е.Л., Рослий О.Ф., Тартаковская Л.Я., Рослая Н.А., Плотко Э.Г., Федорук А.А. и др. Совершенствование методологии оценки индивидуального профессионального риска. *Медицина труда и промышленная экология*. 2016; (10): 5–9.
19. Трусов П.В., Зайцева Н.В., Кирьянов Д.А., Камалтдинов М.Р., Цинкер М.Ю., Чигвинцев В.М. и др. Математическая модель эволюции функциональных нарушений в организме человека с учетом внешних средовых факторов. *Математическая биология и биоинформатика*. 2012; 7(2): 51–76.
21. Денисов Э.И., Прокопенко Л.В., Сивочалова О.В. Гармонизация отечественной терминологии по оценке и управлению профессиональными рисками с международными подходами и стандартами. *Здоровье населения и среда обитания*. 2010; (11): 7–10.

References

1. Bektasova M.V., Kaptsov V.A., Sheparev A.A. Occupational morbidity of medical workers of the Primorsky Territory (2005–2014). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(3): 258–60. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-3-258-260> (in Russian)
2. Efimenko N.V., Rukavishnikov V.S. Working conditions and morbidity of the working population in the Siberian Federal Okrug. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2017; (10): 1–5. (in Russian)
3. Boyko I.V., Andreenko O.N., Grebenkov S.V., Shalukho E.S., Fedorov V.N., Orlova G.P. The experience of joint work of the clinic of occupational pathology (center of occupational pathology) and the department of the scientific support of sanitary and epidemiological surveillance and expertise to establish the connection of diseases with the occupation. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; (12): 1239–43. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1239-1243> (in Russian)
4. Goleva O.I., Shur P.Z. Assessment of economic losses associated with risk for life and health of incapacitated persons. *Analiz riska zdorov'yu*. 2015; (1): 12–8. (in Russian)
5. Mossakowska T.J., Saunders C.L., Corbett J., MacLure C., Winpenny E.M., Dujso E., et al. Current and future cardiovascular disease risk assessment in the European Union: an international comparative study. *Eur. J. Public Health*. 2018; (4): 748–54.
6. Popova A.Yu., Zaytseva N.V., May I.V. Experience of methodological support and practical implementation of the risk-oriented model of sanitary-epidemiological surveillance in 2014–2017. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(1): 5–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-1-5-9> (in Russian)
7. Lebedeva-Nesevrya N.A., Gordeeva S.S., Solov'ev S.S. Microsocial factors of health risk for workers in Russia (results of sociologic study). *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2017; (11): 53–7. (in Russian)
8. Dubel E.V. Estimation of health risk factors perception by medical workers. *Ekologiya cheloveka*. 2015; (2): 33–41. (in Russian)
9. Dubel E.V. Incidence of the main classes of diseases among healthcare workers in Vologda, based on case histories. *Ekologiya cheloveka*. 2016; (4): 14–20. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2016-4-14-20> (in Russian)
10. Charabi Y., Choudri B.S., Ahmed M. Ecological and human health risk assessment. *Water Environ. Res*. 2018; (10): 1777–91.
11. Egorova A.M., Mokoyan B.O., Lutsenko L.A. Some aspects of revealing health risk factors in medical personnel working with magnetic resonance tomographs. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2017; (2): 34–7. (in Russian)
12. Zaytseva N.V., Shur P.Z., Kiryanov D.A., Kamaltdinov M.R., Tsinker M.Yu. Methodical approaches for health population risk estimation based evolution models. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2013; (1): 4–6. (in Russian)
13. Zaytseva N.V., Trusov P.V., Shur P.Z., Kir'yanov D.A., Chigvintsev V.M., Tsinker M.Yu. Methodical approaches to health risk assessment of heterogeneous environmental factors based on evolutionary models. *Analiz riska zdorov'yu*. 2013; (1): 15–23. (in Russian)
14. Hartemink N., Missov T.I., Caswell H. Stochasticity, heterogeneity, and variance in longevity in human populations. *Theor. Popul. Biol.* 2017; 114: 107–16.
15. Gallagher S.S., Rice G.E., Scarano L.J., Teuschler L.K., Bollweg G., Martin L. Cumulative risk assessment lessons learned: a review of case studies and issue papers. *Chemosphere*. 2015; 120(2): 697–705.
16. May I.V., Balashov S.Yu., Vekovshina S.A., Kudrya M.A. On assessing electromagnetic field (300 MHz – 300 MHz) in a large industrial city on the basis of 3D modeling and instrumental measuring. *Analiz riska zdorov'yu*. 2017; (3): 28–30. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2017.3.03> (in Russian)
17. Onishchenko G.G., Popova A.Yu., Zaytseva N.V., May I.V., Shur P.Z. Health risk analysis in the tasks of improving sanitary and epidemiological surveillance in the Russian Federation. *Analiz riska zdorov'yu*. 2014; (2): 4–13. (in Russian)
18. Bazarova E.L., Roslyy O.F., Tartakovskaya L.Ya., Roslaya N.A., Plotko E.G., Fedoruk A.A., et al. Improvement in methodology of occupational risk evaluation. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2016; (10): 5–9. (in Russian)
19. Trusov P.V., Zaytseva N.V., Kiryanov D.A., Kamaltdinov M.R., Tsinker M.Yu., Chigvintsev V.M., et al. A mathematical model for evolution of human functional disorders influenced by environment factors. *Matematicheskaya biologiya i bioinformatika*. 2012; 7(2): 51–76. (in Russian)
20. Lee D.J., Fleming L.E., LeBlanc W.G., Arheart K.L., Ferraro K.F., Pitt-Catsouphes M., et al. Health status and risk indicator trends of the aging US health care workforce. *J. Occup. Environ. Med.* 2012; 54(4): 497–503.
21. Denisov E.I., Prokopenko L.V., Sivochalova O.V. Harmonisation of national terminology for professional risks assessment and management with international approaches and standards. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2010; (11): 7–10. (in Russian)