

## АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ ПЕРСОНАЛА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ ОКАЗАНИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

Алтайский государственный медицинский университет, г. Барнаул

Нагорняк А.С., Баландович Б.А., Тулин Н.Ю., Кудрявский С.И.

*В статье представлены анализ и оценка риска здоровью медицинских работников санатория от комплекса производственных факторов физической и химической природы. Особое внимание уделяется проблеме профессионального риска от воздействия электромагнитных полей на рабочих местах по обслуживанию физиотерапевтических аппаратов. Результаты исследования позволяют идентифицировать три группы производственных факторов с различными коэффициентами профессионального риска и предложить меры по защите медицинского персонала.*

**Ключевые слова:** профессиональный риск, электромагнитные поля, рабочее место, гигиенический норматив производственного фактора.

*The article presents the analysis and assessment of health risk of medical staff of the sanatorium from a complex of workplace factors of physical and chemical nature. Special attention is paid to the problem of occupational risk from electromagnetic exposure at workplaces for maintenance of physiotherapy devices. The results of the study allow to identify three groups of workplace factors with different occupational risk ratios and to propose measures for the protection of medical staff.*

**Key words:** occupational risk, electromagnetic fields, workplace, hygienic standard of the workplace factor.

В научной литературе, посвященной изучению вопросов гигиены труда медицинских работников, представлены в основном исследования условий труда врачей-хирургов, анестезиологов, стоматологов, а также врачей скорой помощи. В то же время рабочие места сотрудников диагностических и реабилитационно-профилактических подразделений исследовались в меньшей степени и в основном для врачей функциональной диагностики. Между тем, занимаясь оздоровлением и реабилитацией многих тысяч пациентов ежегодно, сотрудники физиотерапевтических отделений сами подвергаются риску негативного воздействия факторов трудового процесса [1].

В соответствии с современными подходами в гигиене и медицине труда, под профессиональным риском понимается вероятность повреждения здоровья или смерти, связанная с исполнением обязанностей по трудовому договору и в иных установленных законом случаях.

Концепция риска широко используется в отечественной и мировой практике и исследованиях по гигиене труда. Количественная оценка последствий того или иного воздействия на человека позволяет делать медицинские и экономические прогнозы на длительный период [2, 3].

Понятие риска закреплено в российском законодательстве Федеральным законом «О техническом регулировании» от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ, где риском считается вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических

лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда. В настоящее время существует достаточно много нормативно-правовых актов, описывающих определение и использование рисков влияния химического, радиационного и физического факторов на человека. Практика и стратегия применения риска определена в постановлении «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации» от 10.11.1997 г. № 25 и 03-19/24-3486. На данный момент наиболее разработанным в нормативной документации считается определение риска от воздействия химического фактора на население. Тем не менее, существуют документы по влиянию физических факторов, таких как электромагнитные поля (ЭМП). Основным документом, используемым в данной работе, являются методические рекомендации «Оценка риска для здоровья населения при воздействии переменных электромагнитных полей (до 300 ГГц) в условиях населенных мест» (МР 2.1.10.0061–12).

Малая разработанность проблемы риска влияния физических факторов и отсутствие нормативной документации по гигиене труда медицинских работников физиотерапевтических отделений во многом обуславливает актуальность этого направления исследований. Большой объем физиотерапевтического и компьютерного оборудования в типичном отделении данного

профиля предопределяет необходимость изучения влияния вредных физических факторов рабочей среды на медицинский персонал [4, 5, 6].

При этом необходимо учитывать, что заболеваемость медицинских работников с временной нетрудоспособностью по-прежнему остается высокой (93,2–114,7 случаев на 100 работающих, что превышает средний уровень заболеваемости работающих по стране) [7].

Целью настоящего исследования было проведение комплексной гигиенической оценки профессионального риска медицинского персонала при сочетанном применении физиотерапевтических процедур в одном из санаторно-курортных учреждений Алтайского края. Основные задачи исследования заключались в проведении измерений физических, радиационных и химических факторов производственной среды на рабочих местах медицинского персонала и расчете степени профессионального риска работников в соответствии с априорными моделями оценки.

#### Материалы и методы

В работе были использованы результаты измерений физических факторов рабочей среды медицинских работников физиотерапевтического отделения медицинского учреждения «Санаторий Центросоюза РФ» в г. Белокуриха Алтайского края. Измерения ЭМП были произведены с помощью измерителя ЭМП ВЕ-метр с антенной АТ-004 (для измерения ЭМП от компьютеров и мониторов), а также измерителей параметров электромагнитных полей радиочастотного диапазона ПЗ-34 и ПЗ-42 с изотропными антеннами-преобразователями. Измерения параметров микроклимата (температура, относительная влажность и скорость движения воздуха) производились с помощью прибора «Метеоскоп-М». Световые параметры измерялись люксметром-пульсметром-яркомером ТКА-ПКМ-09. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны было измерено газоанализатором «АНТ-3М». Шумомер «Экофизика-110А» применялся для измерения эквивалентного уровня шума. Малогабаритный счетчик аэро-

ионов «МАС-01» использовался для измерения концентрации аэроионов положительной и отрицательной полярности и коэффициента униполярности. Интенсивность ультрафиолетового излучения измерялась УФ-радиометром ТКА-ПКМ-13. Исследования радиационного фактора на рабочих местах (мощность Ambientного эквивалента дозы гамма-излучения и эквивалентная равновесная объемная активность радона в воздухе рабочей зоны) выполнялись с помощью дозиметров-радиометров ДРБП-03, ДКС-96 и измерительного радиометрического комплекса «Альфарад-плюс АРП». Общее количество измерений физических, химических и радиационных факторов на 150 рабочих местах медицинского персонала составило 2568.

Для оценки риска использовалась официально утвержденная методика расчета с вычислением вероятности возникновения менингиомы под воздействием электромагнитного излучения по математической модели с последующим определением индекса риска, его изменения в зависимости от рабочего стажа (МР 2.1.10.0061–12 «Оценка риска для здоровья населения при воздействии переменных электромагнитных полей (до 300 ГГц) в условиях населенных мест»).

#### Результаты и обсуждение

В физиотерапевтическом отделении МУ «Санаторий Центросоюза РФ» в г. Белокуриха используется множество специализированного лечебного оборудования, работающего от бытовой электрической сети. Многие из этих приборов по своей сути являются генераторами ЭМП (например, аппараты для магнитотерапии). В частности, на рассматриваемых рабочих местах использовались следующие медицинские приборы: УЗТ-1.01Ф, «Полимаг-01», «Амплипульс-8», «Диамаг», АЛТ-Узор2К, «РИКТА», «АЛИМП-1». Также были рассмотрены рабочие места, оборудованные устройствами, не являющимися физиотерапевтическими по своей сути (аппарат УЗИ, хроматограф). Данные устройства генерируют электромагнитные поля различных частот, что влияет на выбор режима измерения (таблица 1).

Таблица 1

*Характеристика частотных диапазонов электромагнитных полей, генерируемых различными физиотерапевтическими приборами*

Прибор	Частота
Аппарат ультразвуковой терапии УЗТ-1.01Ф	0,88 МГц
Аппарат для магнитотерапии Полимаг-01	1–75 Гц и 1–16 Гц
Аппарат Амплипульс-8	5 кГц
Аппарат магнитотерапии Диамаг (Алмаг-03)	7 Гц, 30 Гц
Аппарат лазерной терапии АЛТ-Узор2К	50 Гц
Аппарат лазерной терапии РИКТА	50 Гц
Аппарат для магнитотерапии АЛИМП	10–160 Гц

В современных исследованиях в области гигиены труда медицинских работников приводятся многочисленные данные о несоответствии микроклимата и состояния световой среды нормативным документам [8, 9, 10]. Наиболее часто упоминаются такие вредные факторы, как температура воздуха и освещенность на рабочих местах. Многие рабочие места оборудованы персональными компьютерами, зачастую не имеющими заземления, что приводит к увеличению экспозиции ЭМП на рабочих местах.

Наибольшее количество рабочих мест не соответствовали санитарным нормам по следующим показателям: температура воздуха рабочей зоны (55,6% всех рабочих мест), искусственная освещенность (84,5%), коэффициент пульсации освещенности (46,7%), концентрация аэроионов отрицательной полярности (57,8%), коэффициент униполярности (80%).

Повышенные по сравнению с гигиеническими нормативами уровни ЭМП регистрировались на рабочих местах, оборудованных электронным физиотерапевтическим оборудованием, диагностическими устройствами (такими как аппарат УЗИ, газоанализатор и др.) или персональными компьютерами. Так, на рабочих местах с аппаратами для магнитотерапии регистрировались уровни ЭМП, в несколько раз превышающие нормативные уровни (таблица 2). Для оценки воздействия использовался СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах». Аппараты «Полимаг-01», «Диамаг» («Алмаг-03») и «АЛИМП-1» используются для магнитотерапии, аппарат «Амплипульс-8» – для амплипульстерапии.

Таблица 2

Примеры рабочих мест в физиотерапевтических кабинетах с зарегистрированным превышением уровней ЭМП в сравнении с гигиеническими нормативами

Оборудование на рабочем месте	Высота измерения, м	Напряженность переменного электрического поля, В/м			Напряженность магнитного поля, нТл		
		5 Гц – 2 кГц	2–400 кГц	фон 50 Гц	5 Гц – 2 кГц	2–400 кГц	фон 50 Гц
Полимаг-01	0,5	14,4	0,385	46,1	170	5,09	2220
	1,0	61,5 <sup>1)</sup>	0,413	124	754	22,5	10500 <sup>4)</sup>
	1,5	31,2 <sup>1)</sup>	0,379	46,6	243	6,25	3810
Амплипульс-8	0,5	2,25	1,72	75	22	2,88	223
	1,0	4,93	16,2 <sup>3)</sup>	99,4	65	4,31	1920
	1,5	0,815	1,44	34,6	8	2,88	350
Диамаг (Алмаг-03)	0,5	33,34	0,385	113	15	2,96	328
	1,0	11,9	0,433	181	674 <sup>2)</sup>	16	5080
	1,5	4,16	0,375	59,6	55	55	520
АЛИМП-1	0,5	19,4	0,452	3,07	2010 <sup>2)</sup>	4,25	773
	1,0	27,6 <sup>1)</sup>	0,425	4,1	1520 <sup>2)</sup>	16,7	455
	1,5	9,97	0,38	3,75	657 <sup>2)</sup>	2,98	276

Примечания:

- 1) Предельно допустимый уровень (ПДУ) в соответствии с СанПиН 2.2.4.3359-16 составляет 25 В/м;
- 2) ПДУ в соответствии с СанПиН 2.2.4.3359-16 составляет 250 нТл;
- 3) ПДУ в соответствии с СанПиН 2.2.4.3359-16 составляет 2,5 В/м;
- 4) ПДУ в соответствии с СанПиН 2.2.4.3359-16 составляет 10000 нТл.

Следует отметить, что результаты проведенных исследований радиационного фактора на рабочих местах в отделении радонотерапии свидетельствуют, что эквивалентная равновесная объемная активность радона колебалась в интервале 25–109 Бк/м<sup>3</sup>, а мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения – в диапазоне 0,15–0,18 мкЗв/ч, что соответствовало гигиеническим нормативам согласно НРБ-99/2009.

Среднесменные концентрации вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны при проведении грязелечения (сероводород в ин-

тервале 2,9–3,5 мг/м<sup>3</sup>) и парафинотерапии (предельные углеводороды в интервале 29,3–43,2 мг/м<sup>3</sup>) не превышали предельно допустимые концентрации для данных веществ – 10 мг/м<sup>3</sup> для сероводорода и 300 мг/м<sup>3</sup> для предельных углеводородов.

Для всех исследованных рабочих мест в отделении КЛД индекс риска не превысил 0,05, что соответствует допустимому риску. При экспозиции электрического поля в 1,33 В/м индекс риска превысит 0,05 и может классифицироваться как умеренный с 37 лет рабочего стажа. Рабочие места медицинских работников физиотерапев-

тических отделений также характеризуются допустимым риском по развитию менингиомы, за исключением двух с экспозициями электрического поля 6,33 и 11,9 В/м. Работа на первом из них характеризуется появлением умеренного риска на 10 год стажа, а на втором – уже на шестой и высоким риском на 30 год стажа.

Стоит отметить, что полученные при измерениях электрического поля значения не превышают норматив в 25 В/м, однако полученные на некоторых рабочих местах индексы риска предполагают проведение профилактических мероприятий по предотвращению возникновения менингиомы, в частности, снижения напряженности электрического поля на рабочем месте вплоть до значений, обеспечивающих допустимый риск на протяжении всего трудового стажа.

На первом этапе оценки рабочих мест медицинских работников физиотерапевтического отделения были идентифицированы три группы опасностей: физические факторы неионизирующего характера (напряженность переменного электрического поля (диапазоны 5 Гц – 2 кГц и 2–400 кГц), напряженность магнитного поля (диапазон 5 Гц – 2 кГц), концентрация положительных и отрицательных аэроионов, коэффициент униполярности, температура воздуха рабочей зоны, освещенность, коэффициент пульсации освещенности), химические факторы (сероводород, предельные углеводороды) и ионизирующее излучение, производимое радоном. Концентрация исследованных химических веществ в воздухе рабочей зоны не превысила предельно допустимой концентрации. Также эквивалентная равновесная объемная активность радона и мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения не превысили уровней, установленных нормативными документами.

Измерения физических факторов показали многочисленные случаи превышения нормативных уровней. Среди исследованных физических факторов особый интерес представляет электромагнитное поле как активно изучаемый современной наукой фактор, механизм и последствия воздействия которого все еще недостаточно изучены. Было принято решение использовать риск-ориентированную модель для оценки вредного влияния электромагнитного излучения. В результате было получено умеренное значение риска. Из этого следует, что для этих рабочих мест рекомендуется разработка и проведение профилактических мероприятий с учетом среднесрочной и краткосрочной перспективы (1–3 года). Плановый пересмотр рекомендуется с частотой не реже одного раза в три года, а пересмотр степени профессионального риска – каждый год.

### Заключение

В результате гигиенической оценки профессиональных рисков работников санатория в условиях применения радонотерапии и проведения физиотерапевтических процедур выявлено, что полученные значения индивидуальных годовых эффективных доз облучения, обусловленных короткоживущими дочерними продуктами изотопов радона в воздухе, изменялись в пределах от 3,7 мЗв/год до 8,6 мЗв/год. Такие результаты показывают необходимость персонифицированного исследования компонентов природного радиационного фона для сотрудников санатория с использованием интегральных методов оценки ЭРОА радона и его ДПР как на рабочих местах, так и в жилых зданиях. Рабочие места медицинского персонала физиотерапевтических отделений с воздействием неионизирующих электромагнитных излучений характеризуются допустимым риском по развитию менингиомы, за исключением двух рабочих мест с экспозициями электрического поля 6,33 В/м и 11,9 В/м.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Список литературы:

1. Баландович Б.А., Красиков А.А., Кудрявский С.И., Нагорняк А.С., Тулин Н.Ю. Комплексная гигиеническая оценка условий труда медицинского персонала при проведении физиотерапевтических процедур. *Бюллетень медицинской науки.* 2017;1(5):10-13.
2. Баландович Б.А., Поцелуев Н.Ю., Красиков А.А., Тулин Н.Ю., Нагорняк А.С., Пашков А.П., Жукова О.В., Филиппова С.П., Швед О.И., Шульц К.В. Гигиеническая оценка риска воздействия электромагнитных полей радиочастотного диапазона. *Бюллетень медицинской науки.* 2018;4(12):3-8.
3. Салдан И.П., Нагорняк А.С., Баландович Б.А., Поцелуев Н.Ю., Красиков А.А., Тулин Н.Ю., Кудрявский С.И. Гигиенические аспекты безопасности медицинского труда и проблема оценки профессионального риска. *Гигиена и санитария.* 2019;1:49-54.
4. Салдан И.П., Баландович Б.А., Поцелуев Н.Ю., Нагорняк А.С., Красиков А.А., Тулин Н.Ю. Гигиеническая оценка профессиональных рисков воздействия электромагнитных полей и радона на медицинский персонал санатория. *Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра).* 2018;4:133-140.
5. Салдан И.П., Баландович Б.А., Поцелуев Н.Ю., Кудрявский С.И., Нагорняк А.С. Гигиеническая оценка профессиональных рисков медицинского персонала при проведении физиотерапевтических процедур. *Здоровье населения и среда обитания.* 2017;7:26-29.

6. Дубель Е.В., Унгурияну Т.Н. Гигиеническая оценка условий труда медицинского персонала клинических и параклинических отделений стационара. *Гигиена и санитария*. 2016;1:53-57.

7. 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.

8. Xu XS, Zhang LA, Sun QF, Qin YC, Yu NL. Estimation of the occupational exposure dose for medical diagnostic X-ray workers in Jiangsu, China, using a retrospective dosimetry method. *J Radiat Res*. 2018;59:141-148.

9. Shah SG, Farrow A. Systematic literature review of adverse reproductive outcomes associated with physiotherapists' occupational exposures to non-ionising radiation. *J Occup Health*. 2014;5:323-331.

10. Andrikopoulos A, Adamopoulos A, Seimenis I, Koutsojannis C. Microwave diathermy in physiotherapy units: a survey on spatial and time heterogeneity of the electromagnetic field. *J Radiol Prot*. 2017;2:27-41.

#### Контактные данные

Автор, ответственный за переписку: Нагорняк Алексей Сергеевич, преподаватель кафедры гигиены, основ экологии и безопасности жиз-

недеятельности Алтайского государственного медицинского университета, г. Барнаул. 656038, г. Барнаул, пер. Некрасова, 65. Тел.: (3852) 566835.

E-mail: tezaurismosis@gmail.com

#### Информация об авторах

Баландович Борис Анатольевич, д.м.н., доцент, директор института гигиены труда и промышленной экологии Алтайского государственного медицинского университета, г. Барнаул. 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 40.

Тел.: (3852) 566898.

E-mail: dr.balandovich@mail.ru

Тулин Николай Юрьевич, м.н.с. института гигиены труда и промышленной экологии Алтайского государственного медицинского университета, г. Барнаул.

656038, г. Барнаул, пер. Некрасова, 65.

Тел.: (3852) 566898.

E-mail: none184@ya.ru

Кудрявский Сергей Иванович, д.м.н., профессор кафедры гигиены, основ экологии и безопасности жизнедеятельности Алтайского государственного медицинского университета, г. Барнаул.

656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 40.

Тел.: (3852) 566936.

E-mail: science@agmu.ru