



Плеханов В.П., Скляр Д.Н., Калинина Н.И.

Оценка риска для здоровья работников экранированных помещений (ретроспективное исследование)

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

РЕЗЮМЕ

Введение. В научной литературе представлены убедительные доказательства воздействия ослабленного магнитного поля Земли на организм человека. При этом основные данные получены в условиях краткосрочных экспериментальных исследований, что не позволяет достоверно оценить зависимость «доза — эффект» и «время — эффект». В связи с этим для оценки длительности и интенсивности воздействия гипогеомагнитного поля в экранированных помещениях в качестве критерия использовали стаж работы в данных условиях.

Цель работы — оценка риска гипертензивной болезни сердца и миокардита неуточнённого у работников экранированных и офисных помещений.

Материалы и методы. Сформированы две когорты из работников с разными условиями труда: работники экранированных помещений (экспонированные) — 411 человек; работники офисных помещений (неэкспонированные) — 352 человека. Для оценки влияния фактора воздействия гипогеомагнитного поля показатели относительного риска (ОР), отношения шансов (ОШ) и 95%-й доверительный интервал (ДИ).

Результаты. Установлены приоритетные нозологические формы болезней, характеризующихся повышенным артериальным давлением, по МКБ-10. Результаты исследования показали наличие сильной достоверной связи между работой в экранированных помещениях и гипертензивной болезнью сердца — ОР = 1,958 (1,062–3,609), миокардитом неуточнённым — ОР = 4,282 (1,25–14,671).

Заключение. Оценка риска развития гипертензивной болезни сердца, миокардита неуточнённого в связи с факторами производственной среды показала наличие статистически достоверной связи между условиями труда и заболеваемостью работающих в условиях ослабленного геомагнитного поля Земли.

Ключевые слова: экранированные помещения; условия труда; заболеваемость; отношение шансов; относительный риск

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует заключения по биомедицинской этике, поскольку является результатом обобщения многолетнего труда научных работников в данном направлении.

Для цитирования: Плеханов В.П., Скляр Д.Н., Калинина Н.И. Оценка риска для здоровья работников экранированных помещений (ретроспективное исследование). *Гигиена и санитария*. 2026; 105(8): 933–938. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-8-933-938> <https://elibrary.ru/susacy>

Для корреспонденции: Плеханов Владимир Павлович, e-mail: wplekhanov@bk.ru

Вклад авторов: Плеханов В.П. — концепция и дизайн исследования, анализ данных, написание текста; Скляр Д.Н. — редактирование; Калинина Н.И. — анализ материалов; редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех её частей.

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

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 17.04.2026 / Поступила после доработки: 21.05.2026 / Принята к печати: 01.07.2026 / Опубликовано: 28.09.2026

Vladimir P. Plekhanov, Dmitry N. Sklyar, Nina I. Kalinina

Assessment of the health risk in workers in shielded rooms (a retrospective study)

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

ABSTRACT

Introduction. Scientific literature provides substantial evidence regarding the effects of the Earth's weakened geomagnetic field on the human body, primarily derived from short-term experimental studies. However, these data do not allow a reliable assessing of “dose-response” and “time-effect” relationships. To evaluate the duration and intensity of hypogeomagnetic field exposure in shielded facilities, employment duration (length of service) was used as a proxy indicator. **This study aims** to conduct a retrospective analysis of a 30-year electronic database of periodic medical examinations and assess the risk for hypertensive heart disease and unspecified myocarditis among workers in shielded versus standard office environments.

Materials and methods. Two cohorts were formed based on differing occupational conditions: workers in shielded facilities (exposed group), $n=411$; and workers in standard office environments (unexposed group), $n=352$. Relative risk (RR), odds ratio (OR), and 95% confidence intervals (95% CI) were calculated.

Results. Priority nosological entities were identified according to the ICD-10. The study revealed a strong, statistically significant association between work in shielded facilities and hypertensive heart disease, $RR=1.958$ (1.062–3.609), as well as unspecified myocarditis $RR=4.282$ (1.25–14.671).

Conclusions. Risk assessment for hypertensive heart disease, unspecified myocarditis, and occupational environmental factors demonstrated a statistically significant association between working conditions and prevalence among employees exposed to the Earth's weakened geomagnetic field.

Keywords: shielded rooms; working conditions; morbidity; odds ratio; relative risk

Compliance with ethical standards. The study does not require a conclusion on biomedical ethics, since it is the result of generalization of many years of work of scientists in this direction.

For citation: Plekhanov V.P., Sklyar D.N., Kalinina N.I. Assessment of the health risk of workers in shielded rooms (a retrospective study). *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2026; 105(8):933–938. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-8-933-938> <https://elibrary.ru/susacy> (In Russ.)

For correspondence: Vladimir P. Plekhanov, e-mail: wplekhanov@bk.ru

Contribution: Plekhanov V.P. — research concept and design, data analysis, text writing; Sklyar D.N. — editing; Kalinina N.I. — analysis of materials; 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.

Funding. The study had no sponsorship.

Received: April 17, 2026 / Revised: May 21, 2026 / Accepted: July 1, 2026 / Published: September 28, 2026

Введение

Экранированные помещения изолируют внутреннюю электромагнитную среду от внешней с помощью ферромагнитных материалов. Такие помещения имеются на предприятиях радиотехнической и электронной промышленности, используются при производстве средств связи. Для экранированных помещений характерны отсутствие естественного света, дефицит ультрафиолета, изменение аэроионного режима, монотонный микроклимат, техногенные электромагнитные поля (ЭМП), ослабление магнитного поля Земли [1]. Длительная работа в таких помещениях при воздействии комплекса неблагоприятных факторов производственной среды негативным образом влияет на функциональное состояние системы кровообращения, центральной нервной, иммунной систем [2]. В научной литературе практически отсутствуют публикации, представляющие результаты оценки риска заболевания по отдельным нозологическим формам. Кроме того, не выявлены работы, отражающие динамику оценки риска с учётом возрастных характеристик и стажа работников. Основные трудности при проведении подобных исследований связаны со сбором достоверных данных о заболеваемости персонала.

Научные публикации посвящены преимущественно изучению влияния гипогомагнитного поля (ГГМП) на отдельные системы организма человека. Исследованиями установлено неблагоприятное влияние на организм человека гипогомагнитного поля и колебаний геомагнитного поля (ГМП) [3, 4]. Экранирование геомагнитного поля снижает выработку перекиси водорода в клетках нейробластомы человека [5], вызывает ослабление иммунной системы [6]. Клетки нейробластомы реагируют на гипогомагнитное поле [7], ГГМП подавляет экспрессию генов [8]. Выявлены устойчивые положительные корреляции между интенсивностью ГГМП и смертностью от болезней системы кровообращения (БСК) [9]. Солнечная и геомагнитная активность влияют на иммунный ответ организма [10]. Согласно литературным данным, естественные электромагнитные поля Земли нарушают циркадный ритм человека [11], ГГМП оказывают влияние на когнитивные процессы [12]. В исследованиях отмечена чувствительность человека к магнитному полю [13]. Имеются сведения о том, что существенные изменения артериального давления под воздействием гипогомагнитного поля происходят в основном у мужчин [14], и ослабление геомагнитного поля влияет как на систолическое, так и на диастолическое артериальное давление [15]. Исследователи связывают колебания артериального давления с солнечной активностью и вызванными Солнцем геомагнитными возмущениями [16]. Предполагается прямая зависимость между геомагнитной активностью и функциональным состоянием нервной системы человека [17]. Возмущение геомагнитного поля длительностью от нескольких часов до нескольких суток приводит к нарушению сердечного ритма, болезненным ощущениям в области сердца, жалобам на ухудшение общего самочувствия [18, 19].

В экспериментальных исследованиях используются различные способы экранирования магнитного поля Земли (с применением магнитных камер или колец Гельмгольца) [20]. В исследованиях проводилась оценка влияния ГГМП на сердечно-сосудистую систему [21], метаболизм и психофизиологические реакции здорового человека [22]. У женщин были выявлены нарушения сердечного ритма в виде экстрасистол желудочкового и предсердного происхождения [23]. Изучались физиологические показатели испытуемых мужчин, находившихся в гипогомагнитных условиях с кратностью ослабления около 1000 раз в течение 8 ч [24].

Считается, что миокардит имеет преимущественно вирусное происхождение [25]. Как правило, патология выявлялась при углублённых обследованиях или при периодических медицинских осмотрах. Большая часть миокардитов не выявлялась ввиду сложной диагностики. Гипертоническая болезнь сердца, кардиомиопатия и миокардит вхо-

дят в группу десяти ведущих причин смерти во всём мире и по суперрегионам для всех возрастов и вместе взятых мужчин и женщин [26].

Таким образом, на основании анализа воздействия гипогомагнитного поля на организм человека и изучения этиологии ряда болезней, в том числе гипертензии и миокардита, сформулированы предварительные выводы: гипертензия рассматривается как основная патология, риск развития которой подлежит оценке. Миокардит является сопутствующей патологией, оценку риска которой также следует выполнить.

Цель работы — оценка риска для здоровья работников экранированных и офисных помещений по наиболее распространённым нозологическим формам болезней (по МКБ-10). Для этого планируется использовать сведения из электронной базы данных периодических медицинских осмотров, накопленные за тридцатилетний период.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить приоритетные вредные факторы на рабочих местах работников экранированных и офисных помещений;
- изучить структуры нозологических форм болезней по Международной классификации болезней 10-го пересмотра (МКБ-10);
- выполнить оценку риска для здоровья по показателям приоритетных нозологических форм болезней в зависимости от возраста и стажа.

Материалы и методы

Исследование по оценке риска для здоровья проведено на основании электронных баз данных периодических медицинских осмотров работников экранированных и офисных помещений за тридцатилетний период. Критерием отнесения работников к категории «больной» было наличие любого установленного диагноза, остальных относили к категории «здоровый». Наличие болезни оценивали по электронным базам данных, включавшим сведения о годе рождения, стаже работы, времени установления диагноза. Сравнимые группы были составлены из работников с разными условиями труда: работники экранированных помещений (экспонированные) — 411 человек; работники офисных помещений (неэкспонированные) — 352 человека. В базе данных отсутствовала индивидуальная конфиденциальная информация о субъектах исследования.

Расчёт показателей относительного риска (ОР) и отношения шансов (ОШ), доверительного интервала (ДИ) был выполнен с помощью программы EpiInfo 7.2.2.6. В качестве показателей воздействия учитывали данные о стаже работы. Были сформированы три возрастные группы (20–29, 30–39, 40–49 лет) и три группы в зависимости от стажа работы (до 10 лет, 10–19 лет, 20 и более лет). Для определения достоверности связи «воздействие — болезнь» использовали критерий соответствия хи-квадрат Пирсона (χ^2) и доверительный интервал (ДИ), критерий хи-квадрат с поправкой на правдоподобие.

За уровень статистической значимости принимали значение $p \leq 0,05$. Расчёт отношения шансов Мэнтелля — Хенцеля, суммарного значения хи-квадрат (χ^2) и p -значения выполнялся для устранения влияния, вызванного переменными, используемыми для стратификации (возраст, стаж работы на предприятии). Также проводился частотный анализ нозологических форм болезней по МКБ-10.

Результаты

Согласно исследованиям, проведённым специалистами ФБУН СЗНЦ гигиены и общественного здоровья в предыдущие годы, установлено, что в экранированных помещениях постоянные магнитные поля ниже естественного магнитного поля Земли зарегистрированы в 50–84% случаев (из 300 измерений). При этом степень ослабления магнитного поля в различных помещениях не была одинаковой и до-

Таблица 1 / Table 1

Структура болезней работников в возрастных группах 20–49 лет в экранированных и офисных помещениях

The structure of diseases in the age groups of 20–49 years in shielded and office premises

Коды болезней по МКБ-10 Disease codes according to ICD-10		Экранированные работники Shielded		Офисные работники Office buildings	
		случаи / cases	%	случаи / cases	%
E00–E07	Болезни щитовидной железы / Disorders of thyroid gland	7	1.33	4	0.86
E66	Ожирение / Obesity	17	3.22	8	1.73
G24	Дистония / Dystonia	74	14.02	80	17.28
H05.1	Хронические воспалительные болезни глазницы Chronic inflammatory disorders of orbit	17	3.22	8	1.73
H52.1	Миопия / Myopia	38	7.20	26	5.62
H65	Негнойный средний отит / Nonsuppurative otitis media	21	3.98	4	0.86
I11	Гипертензивная болезнь сердца (гипертоническая болезнь сердца с преимущественным поражением сердца) Hypertensive heart disease	32	6.06	14	3.02
I51.4	Миокардит неуточнённый / Myocarditis, unspecified	15	2.84	3	0.65
I70	Атеросклероз / Atherosclerosis	5	0.95	31	6.70
K20–K31	Болезни пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки Diseases of oesophagus, stomach and duodenum	24	4.55	36	7.78
K29	Гастрит и дуоденит / Gastritis and duodenitis	72	13.64	67	14.47
K81	Холестит / Cholecystitis	22	4.17	30	6.48
L20–L30	Дерматит и экзема / Dermatitis and eczema	16	3.03	28	6.05
M00–M03	Инфекционные артропатии / Infectious arthropathies	18	3.41	14	3.02
M42	Остеохондроз позвоночника / Spinal osteochondrosis	55	10.42	58	12.53
M54.4	Люмбаго с ишиасом / Lumbago with sciatica	40	7.58	18	3.89
M60	Миозит / Myositis	12	2.27	6	1.30
N20–N23	Мочекаменная болезнь / Urolithiasis	16	3.03	20	4.32
N30	Цистит / Cystitis	7	1.33	0	0.00
N41	Воспалительные болезни предстательной железы Inflammatory diseases of prostate	20	3.79	8	1.73

стигала в некоторых случаях 10–14 раз. Максимальные значения модуля индукции магнитных полей 50 Гц, измеренные на рабочих местах персонала в помещениях различного функционального назначения, не превышали допустимых значений (100 мкТл). Уровни статических электрических полей, электромагнитных полей радиочастот, электромагнитных излучений, создаваемых видеодисплейными терминалами, были ниже гигиенических нормативных величин. Отрицательно заряженные аэроионы практически отсутствовали в воздухе помещений [1].

Результаты исследования структуры болезней и оценки риска для здоровья представлены в табл. 1–3.

Изучение структуры болезней в возрастных группах 20–49 лет показало, что наиболее часто регистрируются в группах персонала экранированных и офисных помещений соответственно следующие болезни: дистония (14,02 и 17,28%), гастрит и дуоденит (13,64 и 14,47%), остеохондроз позвоночника (10,42 и 12,53%), люмбаго с ишиасом (7,58 и 3,89%). Также следует отметить болезни, этиологически связанные с гипогеомагнитными полями, — гипертензивная болезнь сердца (у 6,06 и 3,02% сотрудников соответственно), миокардит неуточнённый (у 2,84 и 0,65% соответственно).

Для оценки влияния вредных производственных факторов на здоровье работающих рассчитывались показатели относительного риска (см. табл. 2, 3) болезней, наиболее тесно связанных (по данным публикаций) с воздействием производственных факторов (гипогеомагнитного поля), — гипертензивной болезни сердца и миокардита неуточнённого.

В табл. 2 представлены результаты оценки риска гипертензивной болезни сердца в группах работников в зависимости от возраста и стажа работы.

Среди лиц с диагностированной гипертензивной болезнью фактор экранирования в возрастной группе 30–39 лет встречался в 5,7 раза чаще: ОШ = 5,675 при 95%-м ДИ (1,836–17,536), уровень значимости $\chi^2 = 11,19$, $p = 0,001$. Наличие фактора риска увеличивало вероятность развития гипертензивной болезни у лиц, подвергавшихся воздействию ГМП: ОР = 5,127 при 95%-м ДИ (1,743–15,084), уровень значимости $\chi^2 = 9,645$, $p = 0,002$.

Среди лиц с диагностированной гипертензивной болезнью фактор экранирования в группе со стажем работы 10–19 лет встречался в 4 раза чаще: ОШ = 4,047 при 95%-м ДИ (1,467–11,161), уровень значимости $\chi^2 = 8,358$, $p = 0,004$. Наличие фактора риска увеличивало вероятность развития гипертензивной болезни у лиц, подвергавшихся воздействию ГМП: ОР = 3,726 при 95%-м ДИ (1,415–9,813), уровень значимости $\chi^2 = 7,156$, $p = 0,007$.

Без учёта различий в возрасте и стаже работы приближенная оценка отношения шансов показала, что среди лиц с диагностированной гипертензивной болезнью фактор экранирования во всех возрастных группах и группах, дифференцированных по стажу работы, встречался в 2 раза чаще: ОШ = 2,038 при 95%-м ДИ (1,07–3,885), уровень значимости $\chi^2 = 4,855$, $p = 0,028$. Наличие фактора риска увеличивает вероятность развития гипертензивной болезни у лиц, подвергавшихся воздействию ГМП: ОР = 1,958 при 95%-м ДИ (1,062–3,609), уровень значимости $\chi^2 = 4,206$, $p = 0,04$. Оценка общего отношения шансов Мантеля — Хенцеля, учитывающего влияние возрастных отличий по всем группам: ОШ = 2,221 при 95%-м ДИ (1,157–4,261), $\chi^2 = 5,616$, $p = 0,018$. Оценка общего отношения шансов Мантеля — Хенцеля, учитывающего влияние стажа работы по всем

Таблица 2 / Table 2

Риск гипертензивной болезни сердца в зависимости от возраста и стажа работы
The risk for the hypertensive heart disease in groups of workers, depending on age and work experience

Показатель Index	Экранированные работники Shielded workers			Офисные работники Office workers			ОР (95%-й ДИ) RR (95% CI)
	больные patients	всего total	%	больные patients	всего total	%	
Возраст, лет: / Age, years:							
20–29	13	237	5.5	5	104	4.8	1.141 (0.418–3.118)
30–39	15	128	11.7	4	175	2.3	5.127 (1.743–15.084)
40–49	4	46	8.7	5	73	6.8	1.27 (0.359–4.484)
Всего по группам / Total by groups	32	411	7.8	14	352	4.0	1.958 (1.062–3.609)
Стаж работы, лет: / Work experience, years:							
до 10 / up to 10	10	185	5.4	4	78	5.1	1.054 (0.341–3.26)
10–19	18	171	10.5	5	177	2.8	3.726 (1.415–9.813)
20 и более / 20 or more	4	55	7.3	5	97	5.2	1.411 (0.395–5.037)
Всего по группам / Total by groups	32	411	7.8	14	352	4.0	1.958 (1.062–3.609)

Таблица 3 / Table 3

Риск миокардита неуточнённого в зависимости от возраста и стажа работы
The risk for myocarditis, unspecified in groups of workers, depending on age and work experience

Показатель Index	Экранированные работники Shielded workers			Офисные работники Office workers			ОР (95%-й ДИ) RR (95% CI)
	больные patients	всего total	%	больные patients	всего total	%	
Возраст, лет: / Age, years:							
20–29	9	232	3.9	1	102	1.0	3.957 (0.508–30.824)
30–39	5	131	3.8	1	175	0.6	6.679 (0.79–56.491)
40–49	1	48	2.1	1	75	1.3	1.562 (0.1–24.394)
Всего по группам / Total by groups	15	411	3.6	3	352	0.9	4.282 (1.25–14.671)
Стаж работы, лет: / Work experience, years:							
до 10 / up to 10	8	181	4.4	1	78	1.3	3.448 (0.439–27.099)
10–19	6	168	3.6	1	175	0.6	6.25 (0.76–51.366)
20 и более / 20 or more	1	62	1.6	1	99	1.0	1.597 (0.102–25.067)
Всего по группам / Total by groups	15	411	3.6	3	352	0.9	4.282 (1.25–14.671)

группам: ОШ = 2,162 при 95%-м ДИ (1,121–4,168), $\chi^2 = 4,969$, $p = 0,026$.

На основании полученных данных связь между деятельностью в условиях экранированных помещений и заболеваемостью гипертензивной болезнью сердца можно признать сильной и достоверной. Влияние производственных факторов, в том числе ГМП, на показатели риска возрастало по мере увеличения возраста и стажа работы сотрудников.

В табл. 3 представлены результаты оценки риска миокардита неуточнённого в группах работников в зависимости от возраста и стажа работы.

Без учёта различий в возрасте и стаже работы приближительная оценка отношения шансов показала, что среди лиц с диагностированным миокардитом неуточнённый фактор экранирования во всех возрастных группах и группах, дифференцированных по стажу работы, встречался в 4,4 раза чаще: ОШ = 4,407 при 95%-м ДИ (1,265–15,348), уровень значимости $\chi^2 = 6,441$, $p = 0,011$. Наличие фактора риска увеличивало вероятность развития миокардита неуточнённого у лиц, подвергавшихся воздействию ГМП: ОР = 4,282 при 95%-м ДИ (1,25–14,671), уровень значимости $\chi^2 = 5,284$, $p = 0,022$. Оценка общего отношения шансов Мантеля – Хенцеля, учитывающего влияние возраст-

ных различий по всем группам: ОШ = 4,219 при 95%-м ДИ (1,156–15,401), $\chi^2 = 4,441$, $p = 0,035$. Оценка общего отношения шансов Мантеля – Хенцеля, учитывающего влияние стажа работы по всем группам: ОШ = 3,97 при 95%-м ДИ (1,094–14,405), $\chi^2 = 3,999$, $p = 0,046$.

Связь между работой в условиях экранированных помещений и заболеваемостью миокардитом неуточнённым можно признать сильной и достоверной. Влияние производственных факторов, в том числе ГМП, на показатели риска, как и при гипертензивной болезни сердца, возрастало при увеличении возраста и стажа работы.

Оценка риска заболевания сравниваемых групп показала, что имеются статистически значимые различия по критерию χ^2 в возрастных и стажевых когортах.

Обсуждение

Результаты ретроспективного исследования показали, что имеющиеся различия не являются случайными. Значения ОР подтвердили наличие связи между работой в экранированных помещениях, заболеваемостью гипертензивной болезнью сердца и миокардитом неуточнённым. Причинно-следственная связь между факторами производственной

среды, в том числе ГГМП, и заболеваемостью гипертензивной болезнью сердца и миокардитом неуточнённым подтверждалась результатами статистического анализа. Установлено, что имеющаяся связь не случайна и достоверна [27], на что указывали величина хи-квадрат Пирсона (χ^2) и значение $p \leq 0,05$. Полученная нами связь и ассоциации наблюдались в ряде других исследований: гипертензивная болезнь сердца [14, 15] и болезни сердца, в том числе миокардит [9, 25].

Анализ структуры и частоты болезней, представленных в табл. 1, служит весомым аргументом в пользу причинно-следственной связи «воздействие — заболевание». Специфика ассоциации ГГМП с гипертензивной болезнью и болезнями сердца подтверждена результатами многочисленных исследований.

Дополнительным подтверждением наличия причинно-следственной связи было время действия фактора, что особенно актуально при медленно прогрессирующих патологиях. Максимальные значения величин ОР отмечены в возрастной группе 30–39 лет и при стаже работы 10–19 лет, что соответствует предполагаемым срокам формирования патологии и отражает период, достаточный для проявления действия фактора. Несомненно, болезнь может проявиться независимо от воздействия ГГМП, о чём свидетельствует наличие этих болезней в группе лиц, не экспонированных изучаемым фактором. Для проявления чёткой кривой зависимости «доза — эффект» или «доза — реакция», где в качестве дозы рассматривается стаж работы, недостаточно имеющихся данных, однако определённая тенденция все же прослеживается.

Поскольку и гипертензивная болезнь сердца, и миокардит входят в группу десяти ведущих причин смерти в мире, предполагаемая причинно-следственная связь должна соответствовать критериям биологической правдоподобности [26]. Причинно-следственная интерпретация полученных в ходе ретроспективного анализа данных не противоречит общеизвестным фактам и этиологии болезней, они вполне согласуются. Дополнительным доказа-

тельством гипотезы связи «воздействие — заболевание» может быть подтверждение выводов данными экспериментальных исследований [20–24].

Аналогичные данные получены при изучении влияния солнечной активности и вызванных солнцем геомагнитных бурь [16–19]. Этиологическая связь между воздействием и гипертензивной болезнью сердца подтверждается не только количественной оценкой риска с использованием показателя ОР, но и научными данными об этиологии и патогенезе процессов, протекающих в организме человека при воздействии ослабленного геомагнитного поля Земли [14, 15, 25]. Это означает, что случаи заболевания как гипертензивной болезнью сердца, так и миокардитом неуточнённым среди экспонированных лиц связаны с воздействием ослабленного геомагнитного поля Земли.

Фактором воздействия в данном исследовании было ГГМП, которое реализовано в виде зависимостей «время — эффект» и «доза — эффект». Поскольку уровни ГГМП в помещениях в течение стажа работы изменяются незначительно, можно считать, что в течение всего стажа работы они в какой-то мере постоянны, если не принимать во внимание колебания магнитного поля Земли. Возраст и стаж работы отражают зависимость «время — эффект» и «доза — эффект», при этом в возрастных когортах могут быть представлены работники со стажем работы, не всегда соответствующим возрасту.

Заключение

Оценка риска гипертензивной болезни сердца и миокардита неуточнённого на рабочих местах персонала экранированных помещений показала наличие сильной статистически достоверной связи с воздействием ослабленного магнитного поля Земли. Высокий риск работников экранированных помещений со стажем работы 10–19 лет свидетельствует о влиянии вредных производственных факторов на заболеваемость с первых лет работы, что следует учитывать при планировании профилактических мероприятий.

Литература

(п.п. 3–19, 25–27 см. References)

- Плеханов В.П., Тимохова Г.Н., Никитина В.Н. Гигиеническая оценка условий труда персонала экранированных помещений. *Медицина труда и промышленная экология*. 2001; 41(10): 21–4. <https://elibrary.ru/mphrpn>
- Пальцев Ю.П., Походзей Л.В., Афонин А.А., Котляров А.А., Мавлютов А.А. Гигиеническая регламентация гипогеомагнитных условий в производственных, жилых и общественных зданиях. *Аппаратура и новости радиационных измерений*. 2007; (4): 28–34. <https://elibrary.ru/ibkgnl>
- Артамонов А.А., Карташова М.К., Плотников Е.В., Константинова Н.А. Гипомагнитные условия: способы моделирования и оценка воздействия. *Медицина экстремальных ситуаций*. 2019; 21(3): 357–70. <https://elibrary.ru/ygptph>
- Демин А.В., Суворов А.В., Орлов О.И. Особенности гемодинамики у здоровых мужчин в гипомагнитных условиях. *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2021; 55(2): 63–8. <https://doi.org/10.21687/0233-528X-2021-55-2-63-68> <https://elibrary.ru/pikvpt>
- Маркин А.А., Журавлева О.А., Журавлева Т.В., Кузичкин Д.С., Маркина Е.А., Поляков А.В. и др. Влияние гипомагнитной среды на метаболизм и психофизиологические реакции здорового человека. *Физиология человека*. 2023; 49(6): 84–91. <https://elibrary.ru/esftgk>
- Русанов В.Б., Попова О.В., Орлов О.И. Вегетативная регуляция сердечно-сосудистой системы человека в гипомагнитных условиях после моделируемой 12-месячной изоляции. В кн.: *Sirius — МКС — Луна — Марс ... Основные результаты проекта Sirius: Тезисы XIX Конференции по космической биологии и авиакосмической медицине с международным участием*. Воронеж; 2025: 202–5. <https://elibrary.ru/nekafb>
- Куканов В.Ю., Васин А.Л., Демин А.В., Счастливцева Д.В., Бубеев Ю.А., Суворов А.В. и др. Влияние моделируемых гипомагнитных условий на некоторые физиологические показатели при 8-часовой экспозиции. Эксперимент «Арфа-19». *Физиология человека*. 2023; 49(2): 54–64. <https://doi.org/10.31857/S0131164622600343> <https://elibrary.ru/mpfize>

References

- Plekhanov V.P., Timokhova G.N., Nikitina V.N. Hygienic evaluation of work conditions for shielded compartments staff. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2001; 41(10): 21–4. <https://elibrary.ru/mphrpn>
- Paltsev Yu.P., Pokhodzei L.V., Afontin A.A., Kotlyarov A.A., Mavlyutov A.A. Hygienic regulation of hypogeomagnetic conditions in industrial, residential and public buildings. *Apparatura i novosti radiatsionnykh izmerenii*. 2007; (4): 28–34. <https://elibrary.ru/ibkgnl> (in Russian)
- Wang G.M., Fu J.P., Mo W.C., Zhang H.T., Liu Y., He R.Q. Shielded geomagnetic field accelerates glucose consumption in human neuroblastoma cells by promoting anaerobic glycolysis. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 2022; 601: 101–8. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2022.01.114> <https://elibrary.ru/gkerxx>
- Tian L., Ren J., Luo Y., Li Y., Guo W., Zhang B., et al. Potential health risks of hypomagnetic field for manned deep-space explorations. *Natl Sci. Rev.* 2024; 11(12): nwae395. <https://doi.org/10.1093/nsr/nwae395> <https://elibrary.ru/owuajo>
- Zhang H.T., Zhang Z.J., Mo W.C., Hu P.D., Ding H.M., Liu Y., et al. Shielding of the geomagnetic field reduces hydrogen peroxide production in human neuroblastoma cell and inhibits the activity of CuZn superoxide dismutase. *Protein Cell*. 2017; 8(7): 527–37. <https://doi.org/10.1007/s13238-017-0403-9> <https://elibrary.ru/vnhimp>
- Pal Chowdhury R., Stegeman L.A., Lund M.L., Fry D., Madzunkov S., Bahadori A.A. Hybrid methods of radiation shielding against deep-space radiation. *Life Sci. Space Res. (Amst.)* 2023; 38: 67–78. <https://doi.org/10.1016/j.lssr.2023.04.004> <https://elibrary.ru/mhurjc>
- Mo W.C., Zhang Z.J., Liu Y., Bartlett P.F., He R.Q. Magnetic shielding accelerates the proliferation of human neuroblastoma cell by promoting G1-phase progression. *PLoS One*. 2013; 8(1): e54775. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054775> <https://elibrary.ru/rixcsl>
- Mo W.C., Zhang Z.J., Wang D.L., Liu Y., Bartlett P.F., He R.Q. Shielding of the geomagnetic field alters actin assembly and inhibits cell motility in human neuroblastoma cells. *Sci. Rep.* 2016; 6: 22624. <https://doi.org/10.1038/srep22624> <https://elibrary.ru/wqodtp>
- Chai Z., Wang Y., Li Y.M., Zhao Z.G., Chen M. Correlations between geomagnetic field and global occurrence of cardiovascular diseases: evidence

- from 204 territories in different latitude. *BMC Public Health*. 2023; 23(1): 1771. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16698-1> <https://elibrary.ru/sqrjyb>
10. Tracy S.M., Vieira C.L.Z., Garshick E., Wang V.A., Alahmad B., Eid R., et al. Associations between solar and geomagnetic activity and peripheral white blood cells in the Normative Aging Study. *Environ. Res.* 2022; 204(Pt. B): 112066. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112066> <https://elibrary.ru/xsgang>
 11. Martel J., Chang S.H., Chevalier G., Ojcius D.M., Young J.D. Influence of electromagnetic fields on the circadian rhythm: Implications for human health and disease. *Biomed. J.* 2023; 46(1): 48–59. <https://doi.org/10.1016/j.bj.2023.01.003> <https://elibrary.ru/gforye>
 12. Zhang B., Wang L., Zhan A., Wang M., Tian L., Guo W., et al. Long-term exposure to a hypomagnetic field attenuates adult hippocampal neurogenesis and cognition. *Nat. Commun.* 2021; 12(1): 1174. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21468-x> <https://elibrary.ru/dmnavt>
 13. Chae K.S., Kim S.C., Kwon H.J., Kim Y. Human magnetic sense is mediated by a light and magnetic field resonance-dependent mechanism. *Sci. Rep.* 2022; 12(1): 8997. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12460-6> <https://elibrary.ru/pchbsd>
 14. Azcarate T., Mendoza B. Influence of geomagnetic activity and atmospheric pressure in hypertensive adults. *Int. J. Biometeorol.* 2017; 61(9): 1585–92. <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1337-x> <https://elibrary.ru/yenyiq>
 15. Mayrovitz H.N. Linkages between geomagnetic activity and blood pressure. *Cureus.* 2023; 15(9): e45637. <https://doi.org/10.7759/cureus.45637> <https://elibrary.ru/cehlpl>
 16. Wang V.A., Zilli Vieira C.L., Garshick E., Schwartz J.D., Garshick M.S., Vokonas P., et al. Solar activity is associated with diastolic and systolic blood pressure in elderly adults. *J. Am. Heart Assoc.* 2021; 10(21): e021006. <https://doi.org/10.1161/JAHA.120.021006> <https://elibrary.ru/mapkph>
 17. McCraty R., Atkinson M., Stolc V., Alabdulgader A.A., Vainoras A., Ragulskis M. Synchronization of human autonomic nervous system rhythms with geomagnetic activity in human subjects. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2017; 14(7): 770. <https://doi.org/10.3390/ijerph14070770> <https://elibrary.ru/yfzfar>
 18. Alabdulgader A., McCraty R., Atkinson M., Dobyns Y., Vainoras A., Ragulskis M., et al. Long-term study of heart rate variability responses to changes in the solar and geomagnetic environment. *Sci. Rep.* 2018; 8(1): 2663. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20932-x> <https://elibrary.ru/vfbgzz>
 19. Janashia K., Tvildiani L., Tsiabadze T., Invia N. Effects of the geomagnetic field time-varying components compensation as evidenced by heart rate variability of healthy males. *Life Sci. Space Res. (Amst.)* 2022; 32: 38–44. <https://doi.org/10.1016/j.lssr.2021.10.003> <https://elibrary.ru/qovlmb>
 20. Artamonov A.A., Kartashova M.K., Plotnikov E.V., Konstantinova N.A. Hypomagnetic conditions: modeling methods and impact assessment. *Meditsina ekstremal'nykh situatsii.* 2019; 21(3): 357–70. <https://elibrary.ru/ygptph> (in Russian)
 21. Demin A.V., Suvorov A.V., Orlov O.I. Characteristics of healthy men hemodynamics in a hypomagnetic environment. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina.* 2021; 55(2): 63–8. <https://doi.org/10.21687/0233-528X-2021-55-2-63-68> <https://elibrary.ru/pikvpt> (in Russian)
 22. Markin A.A., Zhuravleva O.A., Zhuravleva T.V., Kuzichkin D.S., Markina E.A., Polyakov A.V., et al. Influence of the hypomagnetic environment on the metabolism and psychophysiological reactions of a healthy human. *Human Physiology.* 2023; 49(6): 656–62. <https://doi.org/10.1134/s0362119723700494> <https://elibrary.ru/skusc>
 23. Rusanov V.B., Popova O.V., Orlov O.I. Autonomic regulation of the human cardiovascular system in hypomagnetic conditions after a simulated 12-month isolation. In: *Sirius – ISS – Moon – Mars ... Main results of the Sirius project: Abstracts of the XIX Conference on Space Biology and Aerospace Medicine with International Participation [Sirius – MKS – Luna – Mars ... Osnovnye rezul'taty proekta Sirius: Tezisy XIX Konferentsii po kosmicheskoi biologii i aviakosmicheskoi meditsine s mezhdunarodnym uchastiem]*. Voronezh; 2025: 202–5. <https://elibrary.ru/nekafb> (in Russian)
 24. Kukanov V.Yu., Vasin A.L., Demin A.V., Schastlivtseva D.V., Bubeev Yu.A., Suvorov A.V., et al. Effect of simulated hypomagnetic conditions on some physiological parameters under 8-hour exposure. Experiment Arfa-19. *Human Physiology.* 2023; 49(2): 138–146. <https://doi.org/10.1134/s0362119722600400> <https://elibrary.ru/hbszoy>
 25. Domínguez F., Uribarri A., Larrañaga-Moreira J.M., Ruiz-Guerrero L., Pastor-Pueyo P., Gayán-Ordás J., et al. Diagnosis and treatment of myocarditis and inflammatory cardiomyopathy. Consensus document of the SEC-Working Group on Myocarditis. *Rev. Esp. Cardiol. (Engl. Ed.)* 2024; 77(8): 667–79. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2024.02.022> <https://elibrary.ru/hxgbca>
 26. GBD 2021 Causes of Death Collaborators. Global burden of 288 causes of death and life expectancy decomposition in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet.* 2024; 403(10440): 2100–32. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)00367-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)00367-2) <https://elibrary.ru/awdsrk>
 27. Hill A.B. The environment and disease: association or causation? 1965. *J. R. Soc. Med.* 2015; 108(1): 32–7. <https://doi.org/10.1177/0141076814562718>

Сведения об авторах

Плекханов Владимир Павлович, науч. сотр. отделения оценки влияния физических факторов на здоровье населения отд. физических факторов, ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: wplekhanov@bk.ru

Скляр Дмитрий Николаевич, науч. сотр. отделения оценки влияния физических факторов на здоровье населения отд. физических факторов, ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: d.sklyar@s-znc.ru

Калинина Нина Ивановна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр. отделения изучения электромагнитных излучений отд. физических факторов, ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: n.kalinina@s-znc.ru

About the authors

Vladimir P. Plekhanov, researcher, Department of Assessment of the Impact of Physical Factors on Public Health, Department of Physical Factors, North-West Public Health Research Center, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-8141-7179> E-mail: wplekhanov@bk.ru

Dmitry N. Sklyar, researcher, Department of Assessment of the Impact of Physical Factors on Public Health, Department of Physical Factors, North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-6839-2181> E-mail: d.sklyar@s-znc.ru

Nina I. Kalinina, PhD (Medicine), senior researcher, Department for the Study of Electromagnetic Radiation, Department of Physical Factors, North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-9475-0176> E-mail: n.kalinina@s-znc.ru