



Крийт В.Е., Сладкова Ю.Н., Волчкова О.В., Скляр Д.Н., Плеханов В.П.

Гипогеомагнитное поле в жилых и общественных зданиях

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

Введение. Воздействие геомагнитного поля (ГМП) на организм человека является доказанным фактом, при этом критическим фактором является не только повышенное, но и ослабленное ГМП. Проблемы нормализации уровней ГМП в уже существующих жилых и общественных зданиях приводят к необходимости применения расчётных методов на этапе проектирования многоэтажных и высотных зданий, разработки методов инструментального контроля на этапе ввода объекта в эксплуатацию.

Цель исследования — разработка и научное обоснование методических подходов к проведению натурных измерений интенсивности ГМП и расчёт коэффициента ослабления ГМП в жилых и общественных зданиях.

Материалы и методы. Проанализированы действующие и ранее действовавшие нормативно-методические документы, устанавливающие требования к проведению измерений интенсивности ГМП, а также протоколы измерений интенсивности ГМП на 30 вводимых в эксплуатацию объектах, выполненные в 2018–2022 гг.

Результаты. Определены вопросы, возникающие при проведении измерений интенсивности ГМП и оценке гипогеомагнитных условий в помещениях жилых и общественных зданий. Предложены минимально необходимый объём работ, контрольные точки проведения измерений, требования к средствам измерения (СИ), а также к обработке и оформлению полученных результатов измерений.

Ограничения исследования. Результаты исследования могут применяться только при проведении измерений интенсивности ГМП и оценке гипогеомагнитных условий в помещениях жилых и общественных зданий, не распространяются на проведение измерений на рабочих местах.

Заключение. Предложенные методические подходы позволят проводить измерения интенсивности геомагнитного поля, обработку и оформление полученных результатов, а также оценку гипогеомагнитных условий в помещениях жилых и общественных зданий на соответствие действующим гигиеническим нормативам.

Ключевые слова: геомагнитное поле; гипогеомагнитное поле; жилые и общественные здания; интенсивность геомагнитного поля; коэффициент ослабления геомагнитного поля

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

Для цитирования: Крийт В.Е., Сладкова Ю.Н., Волчкова О.В., Скляр Д.Н., Плеханов В.П. Гипогеомагнитное поле в жилых и общественных зданиях. *Гигиена и санитария*. 2023; 102(11): 1148–1153. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-11-1148-1153> <https://elibrary.ru/xpxlqa>

Для корреспонденции: Крийт Владимир Евгеньевич, доктор биол. наук, канд. хим. наук, руководитель отд. физических факторов ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург. E-mail: v.kriit@s-znc.ru

Участие авторов: Крийт В.Е. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Сладкова Ю.Н. — написание текста; Волчкова О.В., Скляр Д.Н., Плеханов В.П. — сбор и обработка материала. 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 финансовой поддержки.

Поступила: 28.04.2023 / Принята к печати: 15.11.2023 / Опубликована: 08.12.2023

Vladimir E. Kriyt, Yulia N. Sladkova, Olga V. Volchkova, Dmitriy N. Sklyar, Vladimir P. Plekhanov Hypogeomagnetic field in residential and public buildings

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

Introduction. The impact of geomagnetic field (GMF) on the human body is a proven fact, while an increased, but also a weakened geomagnetic field is the critical factor. The problems of normalization of GMF levels in existing residential and public buildings lead to the need for the use of calculation methods at the design stage of multistorey and high-rise buildings, the development of instrumental control methods at the stage of commissioning.

The purpose of the study was to develop and scientifically substantiate methodological approaches to carrying out field measurements of GMF intensity and calculating the GMF attenuation coefficient in residential and public buildings.

Materials and methods. The current and previously valid regulatory and methodological documents establishing requirements for geomagnetic field intensity measurements were analyzed, as well as protocols of GMF intensity measurement at thirty commissioned facilities completed in 2018–2022.

Results. Issues arising during the measurements of GMF intensity and assessing hypogeomagnetic conditions in residential and public buildings are identified. The minimum required amount of work, control points of measurements, requirements to measuring instruments (MI), as well as to the processing and registration of the obtained measurement results are proposed.

Limitations. The results of the study can be used only for measuring the GMF intensity and assessing hypogeomagnetic conditions in the premises of residential and public buildings, and are not applied to measurements in the workplace.

Conclusion. The proposed methodological approaches will make it possible to carry out measurements of the geomagnetic field intensity, process and document the obtained results, as well as assess hypogeomagnetic conditions in residential and public buildings for compliance with current hygienic standards.

Keywords: geomagnetic field; hypogeomagnetic field; residential and public buildings; geomagnetic field intensity; geomagnetic field attenuation coefficient

Compliance with ethical standards. The study does not require an opinion from a biomedical ethics committee or other documents.

For citation: Kriyt V.E., Sladkova Yu.N., Volchkova O.V., Sklyar D.N., Plekhanov V.P. Hypogeomagnetic field in residential and public buildings. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2023; 102(11): 1148–1153. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-11-1148-1153> <https://elibrary.ru/xpxlqa> (in Russian)

For correspondence: Vladimir E. Kriyt, PhD, DSci., head of the Department of Physical Factors. North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: v.kriit@s-znc.ru

Information about the authors:Kriyt V.E., <https://orcid.org/0000-0002-1530-4598>Volchkova O.V., <https://orcid.org/0000-0003-1033-5165>Plekhanov V.P., <https://orcid.org/0000-0002-8141-7179>Sladkova Yu.N., <https://orcid.org/0000-0003-1745-2663>Sklyar D.N., <https://orcid.org/0000-0002-6839-2181>

Contributions: Kriyt V.E. — the concept and design of the study, editing; Sladkova Yu.N. — writing a text; Volchkova O.V., Sklyar D.N., Vladimir P. Plekhanov — collection and processing of material. 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: April 28, 2023 / Accepted: November 15, 2023 / Published: December 8, 2023

Введение

Геоманнитное поле (ГМП) является одним из важнейших экологических факторов, имеющих фундаментальное значение для осуществления нормальной жизнедеятельности организма [1, 2].

Магнитное поле Земли создаётся внутренними источниками, расположенными в жидком ядре и коре, а также внешними источниками, находящимися в околоземном пространстве (магнитосфера и ионосфера). Внутренние источники вносят наибольший вклад (до 95%) в полный вектор магнитной индукции на поверхности Земли, величина которого изменяется в диапазоне от 30 мкТл вблизи экватора до 60 мкТл вблизи магнитных полюсов [3, 4].

Воздействие ГМП на организм человека является доказанным фактом, при этом критическим фактором является не только повышенное, но и ослабленное ГМП [5–9]. Имеется большое количество публикаций, в которых рассматриваются вопросы воздействия гипогеомагнитного поля (ГГМП) на человека и различные биологические объекты. Отмечается, что длительное пребывание человека в гипогеомагнитных условиях может вызывать напряжение адаптационных резервов организма, перестройку биологических ритмов, снижение иммунной защиты (при ослаблении ГМП более чем в 2 раза), появление сердечно-сосудистых заболеваний, нарушение деятельности гормональной, пищеварительной и репродуктивной систем (при ослаблении ГМП более чем в 4 раза), отмечаются и другие негативные реакции с адаптационно-компенсаторными и стрессорными явлениями, при которых страдают нервная и иммунная системы [10, 11]. Интересны работы, в которых представлены результаты экспериментов при моделировании изменённого ГМП, в том числе с различным временем экспозиции, на различные биологические объекты [12, 13]. Значительное внимание уделяется изменению параметров естественного ГМП в помещениях в зависимости от экранирующих свойств металлосодержащих строительных конструкций и облицовочных материалов, увеличения этажности зданий и сооружений, характера застройки, а также от рельефа местности [14–20]. Отмечено ослабление ГМП (на 50%) в высотных каркасно-монолитных жилых домах с массивными несущими конструкциями из ферромагнитных материалов [21]. Кроме того, особый интерес представляют современные многоэтажные жилые комплексы с подземной автостоянкой и иными помещениями, при строительстве которых, как правило, используются монолитные конструкции, исключают проникновение подземных вод и их затопление, а также иное деформационное воздействие окружающей среды. Используемые конструкции могут проявлять экранирующие свойства и вызывать существенное ослабление ГМП, поэтому проблемы расчётного прогнозирования уровней ГМП на стадии проектирования многоквартирных высотных зданий и жилых комплексов, а также обеспечения установленных нормативных уровней в уже существующих жилых и общественных зданиях, в которых люди, по отдельным данным, проводят более 80% времени суток [22], приводят к необходимости разработки и применения методов математического моделирования на этапе проектирования многоэтажных и высотных зданий, а также разработки методов инструментального контроля на этапе ввода объекта в эксплуатацию [23].

Цель исследования — разработка и научное обоснование методических подходов к проведению натурных измерений интенсивности ГМП и расчёт коэффициента ослабления ГМП в жилых и общественных зданиях.

В настоящей работе поставлено несколько основных задач:

- определить минимально необходимый объём исследования для объективной оценки гипогеомагнитных условий на объекте;
- предложить подходы к выбору контрольных точек проведения измерений в открытом пространстве;
- конкретизировать требования к метрологическим характеристикам применяемых СИ для обеспечения основной допускаемой погрешности измерений;
- предложить единые требования к обработке и оформлению полученных результатов измерений.

Материалы и методы

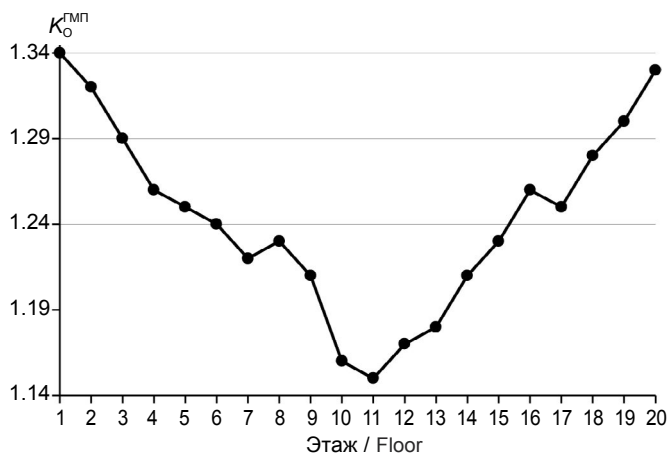
В ходе выполнения исследования проанализированы действующие и ранее действовавшие нормативно-методические документы, устанавливающие требования к проведению измерений интенсивности ГМП, обработке, оформлению и оценке полученных результатов, источники литературы.

Проведён анализ протоколов измерений интенсивности ГМП, выполненные в 2018–2022 гг. в помещениях 30 вводимых в эксплуатацию объектов, из которых 13 — жилые здания (жилые дома, общежития, казармы) и 17 — общественные здания различного функционального назначения (медицинский и спортивные центры, здания многофункционального назначения и др.). Объекты представлены малоэтажной (до 4 этажей) и многоэтажной (до 20 этажей) застройкой, территориально расположены в Санкт-Петербурге и Ленинградской области, Москве и Московской области, Псковской области, а также в городах Севастополь и Симферополь.

Результаты

Ни на одном из обследованных объектов оценочные значения коэффициента ослабления ГМП (0,86–1,48) не превышали нормативное значение ($\leq 1,5$). В малоэтажной застройке с увеличением этажности значения коэффициента ослабления ГМП практически не изменялись, в многоэтажной отмечена тенденция к увеличению значений показателя. При наличии подземной автостоянки значения, полученные при обследовании помещений, расположенных на 1–2-м этажах, сопоставимы со значениями, полученными в помещениях, расположенных на 15–20-м этажах. Для примера представлены результаты исследований гипогеомагнитных условий в одной из секций 19-этажного многоквартирного жилого дома с подземной автостоянкой (см. рисунок).

Необходимо отметить, что количество помещений для обследования и их расположение на объекте определяются испытательными лабораториями произвольно в соответствии с заявкой на проведение работ. Проанализировать влияние применяемых строительных материалов в конструкциях зданий на ослабление ГМП внутри помещений не представлялось возможным в связи с отсутствием такой информации в протоколах лабораторных исследований. Также в протоколах отсутствовали данные о высоте зданий, расстояниях до близлежащих зданий, расположении обследуемых помещений на объекте.



Коэффициент ослабления ГМП ($K_0^{\text{ГМП}}$) на разных этажах в многоквартирном жилом здании.

GMF (K_0^{GMF}) weakness factor of on different floors in the multistory residential building.

Обсуждение

Действующие санитарно-эпидемиологические правила и нормы СанПиН 1.2.3685–21¹ не содержат требования к методам контроля, устанавливают только нормативное значение коэффициента ослабления ГМП в помещениях жилых и общественных зданий (жилые комнаты и кухни квартир и общежитий, жилые помещения домов-интернатов для престарелых и инвалидов, жилые помещения домов отдыха, пансионатов, спальни и игровые помещения в дошкольных образовательных организациях и школах-интернатах, учебные комнаты в общеобразовательных учреждениях и учреждениях профессионального образования, палаты больниц и санаториев).

Требования к проведению контроля гипогеомагнитных условий представлены в санитарно-эпидемиологических правилах и нормативах СанПиН 2.1.8/2.2.4.2489–09² (первый нормативно-методический документ, установивший нормативные требования для жилых и общественных зданий и их методическое обеспечение; с 01.03.2021 г. при осуществлении государственного надзора не допускается оценка соблюдения обязательных требований, содержащихся в документе³) и в методике измерений магнитной индукции и коэффициента ослабления ГМП с использованием измерителя магнитной индукции ПЗ–81 в исполнении ПЗ–81–01⁴. Действующий ГОСТ Р 51724–2001⁵ распространяется на экранированные объекты, рабочие места, размещённые на этих объектах, и не учитывает особенности проведения измерений интенсивности ГМП в помещениях жилых и общественных зданий. Прямые измерения проводятся в соответствии с руководствами по эксплуатации СИ.

В данных документах отсутствуют требования как к расположению выбираемых для обследования помещений на объекте, так и к их количеству, что, как следствие, приводит к произвольному выбору помещений для обследова-

ния и не позволяет аппроксимировать полученные данные на аналогичные объекты, а также оценить достаточность проведённых исследований.

Определение минимальных требований к объёму проводимых исследований, позволяющих получить объективную оценку гипогеомагнитных условий на объекте, наиболее актуально на этапе ввода в эксплуатацию жилых и общественных зданий после окончания их строительства, капитального ремонта, реконструкции. Анализ протоколов лабораторных исследований показывает, что проведение измерений на каждом этаже является избыточным, а проведение измерений только на верхних этажах не учитывает возможные экранирующие свойства подземных сооружений. Наиболее целесообразным представляется включение в программу обследования малоэтажных зданий квартиры/помещения, расположенные на первом и последнем этажах, в средне- и многоэтажных зданиях — квартиры/помещения, расположенные на первом, среднем и верхнем этажах, в высотных зданиях возможно дополнительное включение квартир/помещений на других этажах. При получении на обследуемом этаже значений коэффициента ослабления геомагнитного поля, превышающих гигиенический норматив, в число контролируемых рекомендуется включать все квартиры/помещения на данном этаже, а также в число контролируемых включаются квартиры/помещения на близлежащих этажах до получения значений коэффициента ослабления ГМП на уровне или ниже нормативного. Для обследования выбираются по возможности все типы помещений, имеющие различное функциональное назначение, для которых гигиеническими нормативами установлено значение коэффициента ослабления ГМП. Предлагаемые минимальные требования к объёму проводимых исследований представлены в табл. 1, 2.

Другим немаловажным аспектом при проведении оценки гипогеомагнитных условий на объекте является выбор контрольных точек для выполнения измерений в открытом пространстве. В соответствии с санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.1.8/2.2.4.2489–09⁶ измерения интенсивности ГМП в открытом пространстве, прилегающем к обследуемому объекту, должны производиться в трёх точках, расположенных на расстоянии не менее 10 м от здания и друг от друга на уровнях 1,5 м от поверхности земли. Согласно ГОСТ Р 51724–2001⁷, под открытым пространством понимается пространство над поверхностью земли, расположенное рядом с контролируемым объектом, простирающееся от границы, находящейся на расстоянии более трёх высот объекта или соседних с объектом сооружений и на расстоянии не менее 30 м от места размещения металлических подземных коммуникаций или заглублённых объектов. В методике измерений⁸ границы открытого пространства, на котором выполняют измерения, представлены в соответствии со стандартом, при этом внесено дополнение, что разность между максимальным и минимальным значениями модуля магнитной индукции в различных точках открытого пространства не должна превышать 0,15 B_0 , где B_0 — среднее арифметическое значение измерений. Сохраняется в методике и высота проведения измерений — 1,5–1,7 м от поверхности земли.

Сложности получения официальной информации о расположении подземных коммуникаций и определения их проекции на поверхность земли, высоте близлежащих зданий, отсутствие аттестованных методик проведения измерений расстояний, а также имеющиеся в документах противо-

¹ СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

² СанПиН 2.1.8/2.2.4.2489–09 «Гипогеомагнитные поля в производственных, жилых и общественных зданиях и сооружениях».

³ Части 1–3 статьи 15 Федерального закона от 31.07.2020 г. № 247-ФЗ «Об обязательных требованиях в Российской Федерации».

⁴ МИ ПКФ–17–047 «Методика измерений магнитной индукции и коэффициента ослабления геомагнитного поля» (ФР.1.34.2018.29381).

⁵ ГОСТ Р 51724–2001 «Экранированные объекты, помещения, технические средства. Поле гипогеомагнитное. Методы измерений и оценки соответствия уровней полей техническим требованиям и гигиеническим нормативам».

⁶ СанПиН 2.1.8/2.2.4.2489–09 «Гипогеомагнитные поля в производственных, жилых и общественных зданиях и сооружениях» (п. 4.2.8).

⁷ ГОСТ Р 51724–2001 «Экранированные объекты, помещения, технические средства. Поле гипогеомагнитное. Методы измерений и оценки соответствия уровней полей техническим требованиям и гигиеническим нормативам» (п. 3.1.6).

⁸ МИ ПКФ–17–047 «Методика измерений магнитной индукции и коэффициента ослабления геомагнитного поля» (ФР.1.34.2018.29381) (пп. 10.4 и 12.3).

Таблица 1 / Table 1

Критерии выбора помещений в жилых зданиях Criteria for the selection of premises in residential buildings

Объект Object	Количество квартир на объекте Number of apartments at the object	Минимальные требования к объёму проводимых исследований, в % от общего числа квартир Minimum requirements for the volume of research conducted, in % of the total number of apartments
Жилые здания Residential buildings	≤ 10	25 (но не менее 2 квартир) / 25 (but not less than 2 apartments)
	11–100	10 (но не менее 3 квартир) / 10 (but not less than 3 apartments)
	101–1000	5 (но не менее 10 квартир) / 5 (but not less than 10 apartments)
	> 1000	не менее 50 квартир / at least 50 apartments

Примечание. Таблица применяется при определении объёма исследований в жилых многоквартирных зданиях и зданиях общежитий квартирного типа.

Note: The table is used to determine the scope of research in residential multi-apartment buildings and apartment-type dormitory buildings.

Таблица 2 / Table 2

Критерии выбора помещений в общественных зданиях Criteria for the selection of premises in public buildings

Здания Building	Количество помещений, для которых гигиеническими нормативами установлено значение коэффициента ослабления ГМП The number of rooms for which the value of the GMF attenuation coefficient is established by hygienic standards	Минимальные требования к объёму проводимых исследований, в % от общего числа помещений, для которых гигиеническими нормативами установлено значение коэффициента ослабления ГМП Minimum requirements for the volume of research conducted, in % of the total number of premises for which the value of the GMF attenuation coefficient is established by hygienic standards
Общественные Public	≤ 30	25 (но не менее 2 помещений) / 25 (but not less than 2 rooms)
	31–100	10 (но не менее 8 помещений) / 10 (but not less than 8 rooms)
	101–1000	5 (но не менее 20 помещений) / 5 (but not less than 20 rooms)
	> 1000	не менее 50 помещений / at least 50 rooms

Примечание. Таблица применяется при определении объёма исследований в общественных зданиях, а также в жилых зданиях за исключением жилых многоквартирных зданий и зданий общежитий квартирного типа.

Note: The table is used to determine the scope of research in public buildings, as well as in residential buildings, with the exception of residential multi-apartment buildings and apartment-type dormitory buildings.

речия приводят к необходимости уточнения положений действующих нормативно-методических документов. Измерения интенсивности ГМП в открытом пространстве, прилегающем к обследуемому объекту, необходимо проводить не менее чем в трёх точках, при этом точки измерений должны располагаться на расстоянии не менее 10 м друг от друга на уровне $1,6 \pm 0,1$ м от поверхности земли. Расстояние между точкой измерения и обследуемым зданием, а также между точкой измерения и близлежащими зданиями также должно составлять не менее 10 м. Результат измерений интенсивности ГМП в открытом пространстве может быть принят в качестве итогового, если разность между максимальным и минимальным значениями интенсивности ГМП в разных точках открытого пространства не превышает 15% от полученного среднего значения, что позволит исключить «промахи» при проведении измерений, а также результаты, полученные в контрольных точках, расположенных, например, над металлическими подземными коммуникациями. Если данное условие не выполняется, рекомендуется проводить повторные измерения, при этом точки открытого пространства могут быть заменены с выполнением условий по выбору точек.

Измерения в помещениях с постоянным пребыванием людей необходимо проводить с учётом площади помещения без изменений относительно действующих в настоящее время методических документов.

Обязательные метрологические требования к измерениям, выполняемым в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, установлены постановлением Правительства РФ от 16.11.2020 г. № 1847 (срок

действия с 01.01.2021 по 01.01.2027 г.)⁹, согласно которому измерение напряжённости/индукции постоянного магнитного поля (в том числе для расчёта коэффициента ослабления ГМП) во всём диапазоне измерений от 0,3 до 200 А/м (от 0,375 до 250 мкТл) проводится с обеспечением предела допускаемой погрешности измерений $\pm 20\%$ (п. 4.15). Такое же требование к СИ ненаправленного приёма, оснащённых изотропными (трёхкоординатными) датчиками, с применением которых может осуществляться контроль гипогеомагнитных условий на действующих объектах, установлено СанПиН 2.1.8/2.2.4.2489–09 (п. 4.1.4)¹⁰. Более жёсткие требования установлены ГОСТ Р 51724–2001¹¹, согласно которому основная допускаемая погрешность измерения в поддиапазонах 0,3–3; 3–30 и 30–200 А/м не должна превышать соответственно ± 5 , ± 3 и $\pm 3\%$.

Применяемые СИ ненаправленного приёма представлены в сведениях об оснащении СИ, подтверждающих соответствие лаборатории критериям аккредитации, измерителем геомагнитного поля ПЗ–81–01 (диапазон измерений от 1 до 500 мкТл; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений составляют $\pm (0,3 + 0,075B)$,

⁹ Постановление Правительства РФ от 16.11.2020 г. № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений».

¹⁰ СанПиН 2.1.8/2.2.4.2489–09 «Гипогеомагнитные поля в производственных, жилых и общественных зданиях и сооружениях».

¹¹ ГОСТ Р 51724–2001 «Экранированные объекты, помещения, технические средства. Поле гипогеомагнитное. Методы измерений и оценки соответствия уровней полей техническим требованиям и гигиеническим нормативам» (пп. 5.1.1 и 5.1.2).

где V_i – измеренное значение)¹² и магнитометром трёхкомпонентным малогабаритным МТМ-01 (диапазон измерений от 0,5 до 200 А/м; предел допускаемой основной относительной погрешности в поддиапазонах 0,5–3 и 3–200 А/м составляет соответственно ± 20 и $\pm 10\%$)¹³. Оба СИ на нижнем диапазоне измерений не отвечают требованиям постановления Правительства РФ от 16.11.2020 г. № 1847, что требует принятия решений при проведении измерений на рабочих местах в экранированных помещениях, но позволяет проводить измерения в помещениях жилых и общественных зданий без каких-либо ограничений.

В сложившейся ситуации необходимо конкретизировать требования к метрологическим характеристикам применяемых СИ для обеспечения основной допускаемой погрешности, установленной действующими нормативно-правовыми актами. Измерения интенсивности ГМП могут проводиться как с использованием СИ с датчиком ненаправленного приёма (трёхкомпонентным датчиком), так и с применением СИ с датчиком направленного приёма (однокомпонентный датчик), позволяющими получить результат измерений с заданной основной погрешностью измерений (пределы допускаемой основной погрешности измерений $\pm 20\%$)¹⁴ в диапазоне определения, заявленном в области аккредитации испытательного лабораторного центра/испытательной лаборатории.

Гигиеническая оценка гипогеомагнитных условий в помещениях (по коэффициенту ослабления ГМП) проводится с вычислением среднего арифметического значения результатов измерений, полученных во всех точках в данном помещении, в открытом пространстве – с вычислением среднего арифметического значения результатов измерений, полученных во всех точках в открытом пространстве. Результаты измерений должны быть представлены с расширенной неопределённостью измерений, используется неопределённость с доверительной вероятностью 95%, при этом для равномерного закона распределения принимается коэффициент охва-

¹² Руководство по эксплуатации ПКДУ.411100.002РЭ «Измеритель магнитной индукции ПЗ-81».

¹³ Руководство по эксплуатации БВЕК 570000.001 РЭ «Магнитометр трёхкомпонентный малогабаритный МТМ-01».

¹⁴ Пункт 4.15 Перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утверждённого постановлением Правительства РФ от 16.11.2020 г. № 1847.

та 1,645, при неизвестном законе распределения – 2. Расчёт расширенной неопределённости коэффициента ослабления ГМП рекомендуется проводить в три этапа: рассчитывается суммарная стандартная неопределённость измерений в каждой контрольной точке открытого пространства и помещения; рассчитывается суммарная стандартная неопределённость средних величин интенсивности ГМП в открытом пространстве и интенсивности ГМП в помещении; проводится расчёт расширенной неопределённости коэффициента ослабления ГМП.

Заключение

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

1. Для объективной оценки и сопоставления результатов проведённых исследований необходимы единые требования к объёму работ, выбору точек измерения, а также к обработке и оформлению полученных результатов измерений.

2. Выбор квартир/помещений при обследовании объекта на этапе ввода в эксплуатацию должен проводиться в зависимости от этажности здания и общего количества квартир в жилых многоквартирных зданиях и зданиях общежитий квартирного типа (в общественных зданиях и иных жилых зданиях – от общего количества помещений, для которых гигиеническими нормативами установлено значение коэффициента ослабления ГМП).

3. Расстояние между точками измерений в открытом пространстве, точками измерений и обследуемым зданием, а также между точками измерений и близлежащими зданиями должно составлять не менее 10 м. Для исключения «промахов» при проведении измерений результат измерений интенсивности ГМП в открытом пространстве принимается в качестве итогового, если разность между максимальным и минимальным значениями интенсивности ГМП в разных точках открытого пространства не превышает 15% от полученного среднего значения.

4. Измерения интенсивности ГМП должны проводиться СИ с датчиками ненаправленного или направленного приёма, позволяющими получить результат измерений с заданной основной погрешностью измерений в диапазоне определения, заявленном в области аккредитации испытательной лаборатории.

Литература

1. 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. *АНРИ*. 2007; (4): 28–34. <https://elibrary.ru/ibkgnl>
2. Походзей Л.В. *Гипогеомагнитные условия как неблагоприятный фактор производственной среды*: Автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. М.; 2004.
3. Гвишиани А.Д., Фролова А.В., Лапшина В.Б., ред. *Атлас магнитного поля Земли*. М.; 2012. https://doi.org/10.2205/2012Atlas_MPZ <https://elibrary.ru/sbquof>
4. Гвишиани А.Д., Лукьянова Р.Ю. Оценка влияния геомагнитных возмущений на траекторию наклонно-направленного бурения глубоких скважин в Арктическом регионе. *Физика Земли*. 2018; (4): 19–30. <https://doi.org/10.1134/S0002333718040051> <https://elibrary.ru/xwkwstj>
5. Толстой А.Д., Водопьянова А.А., Юдов А.Е. Воздействие различных уровней напряженности геомагнитного поля Земли на организм человека. *Университетская наука*. 2022; (1): 173–5. <https://elibrary.ru/xahftg>
6. Агаджанян Н.А., Макарова И.И. Магнитное поле Земли и организм человека. *Экология человека*. 2005; (9): 3–9. <https://elibrary.ru/hrsyprx>
7. Громенко В.М., Пышкин В.Б., Апостолов В.Л. Методы измерений и оценки гипогеомагнитных полей на примере подземных переходов г. Симферополя. В кн.: *Экобиологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление биологическими ресурсами: Материалы IV научно-практической молодежной конференции*. Севастополь: Колорит; 2017: 64–6. <https://elibrary.ru/zsfugz>
8. Неверова А.А., Юдов А.Е. Влияние геомагнитного поля Земли на физическое и психическое здоровье человека. В кн.: *Международная научно-техническая конференция молодых ученых*. Белгород; 2020: 1497–501. <https://elibrary.ru/xrziyh>
9. Петин А.Н., Бугаева Е.А., Польшгалова А.Ю. Геоэкологическая ситуация и состояние здоровья населения в горнопромышленных районах КМА в условиях воздействия аномального геомагнитного поля Земли. *Успехи современного естествознания*. 2016; (6): 179–84. <https://elibrary.ru/wbcqlh>
10. Рябов Ю.Г., Ломаев Г.В., Репин А.А. Системный подход к оценке и обеспечению условий проживания и пребывания в помещениях зданий и на рабочих местах по фактору геомагнитного поля. *Технологии электромагнитной совместимости*. 2019; (1): 52–60. <https://elibrary.ru/eqpxee>
11. Попова Т.В., Киктев С.А. Проблемы нормализации геомагнитного поля на урбанизированных территориях. *Труды Ростовского государственного университета путей сообщения*. 2022; (1): 67–71. <https://elibrary.ru/wplbrp>
12. Артамонов А.А., Карташова М.К., Плотников Е.В., Константинова Н.А. Гипогеомагнитные условия: способы моделирования и оценка воздействия. *Медицина экстремальных ситуаций*. 2019; 21(3): 357–70. <https://elibrary.ru/ygptrh>
13. Куранова М.Л., Павлов А.Е., Спивак И.М., Сурма С.В., Шеголев Б.Ф., Кузнецов П.А. и др. Воздействие гипогеомагнитного поля на живые системы. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология*. 2010; (4): 99–107. <https://elibrary.ru/nchmol>
14. Черных А.М., Борисейко А.Н., Ковальчук М.Л., Гребенюков К.В. Экранирование геомагнитного поля в многоэтажных жилых зданиях. *Экология человека*. 2010; (6): 3–5. <https://elibrary.ru/mdxaid>
15. Рябов Ю.Г., Ломаев Г.В., Емельянова М.С. Фактор геомагнитного поля в железобетонных сооружениях. *Интеллектуальные системы в производстве*. 2013; (2): 181–4. <https://elibrary.ru/rsjqch>
16. Кузнецов А.В. Гипогеомагнитные поля в жилых помещениях гражданских зданий г. Томска. *Успехи современного естествознания*. 2012; (6): 188–9. <https://elibrary.ru/pbjvhw>
17. Кузнецов А.В., Карауш С.А. Влияние строительных конструкций и этажности зданий на геомагнитное поле внутри помещений в г. Томске. *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2012; (1): 80–7. <https://elibrary.ru/oujyuz>

Original article

18. Карауш С.А., Кузнецов А.В. Влияние металлических фасадных систем на геомагнитное поле внутри помещений. *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2013; (1): 83–7. <https://elibrary.ru/pwwkkf>
19. Никонов В.А., Мозжухина Н.А., Еремин Г.Б. Актуальные проблемы экспертной оценки гипогеомагнитных полей на объектах различного назначения. В кн.: *Актуальные вопросы организации контроля и надзора за физическими факторами: Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. М.: Дашков и К; 2017: 291–4. <https://elibrary.ru/wccvvh>
20. Никольцев М.С. Гипогеомагнитные поля – под надежный контроль. *Энергия: экономика, техника, экология*. 2010; (1): 58–9. <https://elibrary.ru/lsoybl>
21. Розов В.Ю., Завальный А.В., Золотов С.М., Грецик С.В. Методы нормализации геомагнитного поля в жилых домах. *Электротехника и электромеханика*. 2015; (2): 35–40. <https://elibrary.ru/tnzhuF>
22. Горбанев С.А., Еремин Г.Б., Выучейская Д.С., Копытенкова О.И., Бадаева Е.А., Мозжухина Н.А. и др. Об обосновании предложений по изменениям и дополнениям санитарно-эпидемиологических требований к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(7): 707–12. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-7-707-712> <https://elibrary.ru/ytfvuu>
23. Ковалев Г.И., Шадрин В.А. Проблемы контроля гипогеомагнитного поля при экспертизе недвижимости. В кн.: *Инвестиции, строительство, недвижимость как драйверы социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения: Материалы IX Международной научно-практической конференции*. Томск; 2019: 590–3. <https://elibrary.ru/rtbwne>

References

1. Pal'tsev Yu.P., Pokhodzey L.V., Afonin A.A., Kotlyarov A.A., Mavlyutov A.A. Hygienic regulation of hypogeomagnetic conditions in industrial, residential and public buildings. *ANRI*. 2007; (4): 28–34. <https://elibrary.ru/ibkgnl> (in Russian)
2. Pokhodzey L.V. *Hypogeomagnetic conditions as an unfavorable factor of the working environment*. Diss. Moscow; 2004. (in Russian)
3. Gvishiani A.D., Frolova A.V., Lapshina V.B., eds. *The Atlas of the Earth's Magnetic Field [Atlas magnitnogo polya Zemli]*. Moscow; 2012. https://doi.org/10.2205/2012Atlas_MPZ <https://elibrary.ru/sbquof> (in Russian)
4. Gvishiani A.D., Luk'yanova R.Yu. Estimating the influence of geomagnetic disturbances on the trajectory of the directional drilling of deep wells in the Arctic region. *Fizika Zemli*. 2018; 54(4): 554–64. <https://doi.org/10.1134/S1069351318040055> <https://elibrary.ru/yceehj>
5. Tolstoy A.D., Vodop'yanova A.A., Yudov A.E. Impact of different levels of the Earth's geomagnetic field on the human body. *Universitetskaya nauka*. 2022; (1): 173–5. <https://elibrary.ru/xahftg> (in Russian)
6. Agadzhanyan N.A., Makarova I.I. Earth magnetic field and human organism. *Ekologiya cheloveka*. 2005; (9): 3–9. <https://elibrary.ru/hrsypx> (in Russian)
7. Gromenko V.M., Pyshkin V.B., Apostolov V.L. Methods for measuring and estimating hypogeomagnetic fields using the example of underground passages in Simferopol. In: *Ecological Problems of the Azov-Black Sea Region and Integrated Management of Biological Resources. Materials of the IV Scientific and Practical Youth Conference [Ekobiologicheskie problemy Azovo-Chernomorskogo regiona i kompleksnoe upravlenie biologicheskimi resursami: Materialy IV nauchno-prakticheskoy molodezhnoy konferentsii]*. Sevastopol: Kolorit; 2017: 64–6. <https://elibrary.ru/zsfugz> (in Russian)
8. Neverova A.A., Yudov A.E. The influence of the Earth's geomagnetic field on human physical and mental health. In: *International Scientific and Technical Conference of Young Scientists [Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya molodykh uchenykh]*. Belgorod; 2020: 1497–501. <https://elibrary.ru/xrziyh> (in Russian)
9. Petin A.N., Bugaeva E.A., Polygalova A.Yu. Geoeological situation and the population health status in the mining regions of KMA under conditions of the abnormal Earth geomagnetic field influence. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2016; (6): 179–84. <https://elibrary.ru/wbcqlh> (in Russian)
10. Ryabov Yu.G., Lomaev G.V., Repin A.A. A systematic approach to evaluate and ensure the conditions of residence and stay indoors buildings and workplaces to the geomagnetic field. *Tekhnologii elektromagnitnoy sovместимosti*. 2019; (1): 52–60. <https://elibrary.ru/eqpxee> (in Russian)
11. Popova T.V., Kiktev S.A. Problems of normalization of the geomagnetic field in urbanized territories. *Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya*. 2022; (1): 67–71. <https://elibrary.ru/wplbrp> (in Russian)
12. Artamonov A.A., Kartashova M.K., Plotnikov E.V., Konstantinova N.A. Hypomagnetic conditions: modeling methods and impact assessment. *Meditsina ekstremal'nykh situatsiy*. 2019; 21(3): 357–70. <https://elibrary.ru/ygtpth> (in Russian)
13. Kuranova M.L., Pavlov A.E., Spivak I.M., Surma S.V., Shchegolev B.F., Kuznetsov P.A., et al. Effect of the hypomagnetic field on living systems. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 3. Biologiya*. 2010; (4): 99–107. <https://elibrary.ru/nchmol> (in Russian)
14. Chernykh A.M., Boriseyko A.N., Koval'chuk M.L., Grebenyukov K.V. Shielding of the geomagnetic field in multi-storey residential buildings. *Ekologiya cheloveka*. 2010; (6): 3–5. <https://elibrary.ru/mdxaid> (in Russian)
15. Ryabov Yu.G., Lomaev G.V., Emel'yanova M.S. Factor of geomagnetic field in reinforced concrete structures. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*. 2013; (2): 181–4. <https://elibrary.ru/rsjqh> (in Russian)
16. Kuznetsov A.V. Hypogeomagnetic fields in residential areas of civil buildings. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2012; (6): 188–9. <https://elibrary.ru/pbjvhv> (in Russian)
17. Kuznetsov A.V., Karaush S.A. Effect of building structures and storey buildings on the geomagnetic field of indoors in Tomsk. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2012; (1): 80–7. <https://elibrary.ru/oujycz> (in Russian)
18. Karaush S.A., Kuznetsov A.V. Effect of metal facade systems on geomagnetic field of indoors. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2013; (1): 83–7. <https://elibrary.ru/pwwkkf> (in Russian)
19. Nikonov V.A., Mozzhukhina N.A., Eremin G.B. Actual problems of expert evaluation of hypogeomagnetic fields at objects of various purposes. In: *Topical Issues of the Organization of Control and Supervision of Physical Factors. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference [Aktual'nye voprosy organizatsii kontrolya i nadzora za fizicheskimi faktorami: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii]*. Moscow: Dashkov i K; 2017: 291–4. <https://elibrary.ru/wccvvh> (in Russian)
20. Nikol'tsev M.S. Hypogeomagnetic fields – under reliable control. *Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya*. 2010; (1): 58–9. <https://elibrary.ru/lsoybl> (in Russian)
21. Rozov V.Yu., Zaval'nyy A.V., Zolotov S.M., Gretsikh S.V. The normalization methods of the static geomagnetic field inside houses. *Elektrotehnika i elektromekhanika*. 2015; (2): 35–40. <https://elibrary.ru/tnzhuF> (in Russian)
22. Gorbanev S.A., Eremin G.B., Vyucheykaya D.S., Kopytenkova O.I., Badaeva E.A., Mozzhukhina N.A., et al. On proposals for alterations and additions to sanitary-epidemiological requirements to living conditions in residential buildings and premises. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(7): 707–12. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-7-707-712> <https://elibrary.ru/ytfvuu> (in Russian)
23. Kovalev G.I., Shadrin V.A. Problems of control of the hypogeomagnetic field during the examination of real estate. In: *Investments, Construction, Real Estate as Drivers of Socio-Economic Development of the Territory and Improvement of the Quality of Life of the Population. Materials of the IX International Scientific and Practical Conference [Investitsii, stroitel'stvo, nedvizhimost' kak drayvery sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya territorii i povysheniya kachestva zhizni naseleniya: Materialy IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii]*. Tomsk; 2019: 590–3. <https://elibrary.ru/rtbwne> (in Russian)