

© Коллектив авторов, 2021

УДК 613.168

Оценка природно-климатических факторов (магнитного поля Земли) на выбранных территориях. Сообщение 1

С.Н. Носков^{1,2}, Е.Г. Головина³, О.М. Ступишина⁴, Г.Б. Еремин¹, Н.Н. Крутикова²

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 2-я Советская ул., д. 4, г. Санкт-Петербург, 191036, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, ул. Кирочная, д. 41, г. Санкт-Петербург, 191015, Российская Федерация

³ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», ул. Воронежская, д. 79, г. Санкт-Петербург, 192007, Российская Федерация

⁴ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Университетская набережная, д. 7–9, г. Санкт-Петербург, 199034, Российская Федерация

Резюме

Введение. Человек в процессе жизнедеятельности находится под непосредственным воздействием комплекса факторов среды обитания, в том числе и метеорологических условий земной и космической погоды. Изучение влияния этих факторов на состояние здоровья имеет возрастающий интерес как для науки, так и для практики.

Цель исследования: сравнительная оценка лабораторно-инструментального и расчетного методов оценки магнитного поля Земли на выбранных территориях для дальнейшего выявления приоритетных природно-климатических факторов, разработки мер по адаптации населения к изменениям климата по отдельным регионам, учитываемых при проведении социально-гигиенического мониторинга.

Объем и методы исследования. Лабораторно-инструментальные измерения напряженности магнитного поля Земли проведены на территориях Московской, Воронежской, Ростовской областей, в Краснодарском крае, в августе 2020 года. Общее количество проведенных измерений не менее 15 в каждой точке. Исследования на выбранных территориях выполнены в соответствии с существующим утвержденным стандартом.

Результаты исследования и их обсуждение. Территории для исследования выбраны с учетом изменения широты местности, оказывающей приоритетную значимость в формировании природно-климатических условий данных регионов. При проведении исследований установлено отсутствие значимой разницы значений напряженности магнитного поля Земли днем и ночью, что связано с основной погрешностью прибора (МТМ-01 магнитометр трехкомпонентный). Полученные инструментальные значения показателя напряженности магнитного поля составили от 37,1 до 40,51 А/м. При анализе полученных результатов прослеживается тенденция к повышению напряженности магнитного поля Земли в направлении с Юга на Север (Краснодарский край, Ростовская, Воронежская, Московская, области). Диапазон расчетных значений показателя напряженности составил от 39,9 до 42,19 А/м. Полученные инструментальные данные коррелируют с расчетными значениями магнитного поля Земли.

Заключение. В работе проведены лабораторно-инструментальные исследования, которые соотносятся с существующими современными моделями расчета магнитного поля Земли, что позволяет использовать расчетные данные о напряженности магнитного поля Земли при выполнении научных исследований.

Ключевые слова: лабораторно-инструментальная оценка, магнитное поле Земли, здоровье населения.

Для цитирования: Носков С.Н., Головина Е.Г., Ступишина О.М., Еремин Г.Б., Крутикова Н.Н. Оценка природно-климатических факторов (магнитного поля Земли) на выбранных территориях. Сообщение 1 // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 9. С. 16–22. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-9-16-22>

Сведения об авторах:

✉ **Носков** Сергей Николаевич – к.м.н., старший научный сотрудник отдела анализа рисков здоровью населения ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора; e-mail: sergeinoskov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7971-4062>.

Головина Елена Георгиевна – к.ф.-м.н., доцент кафедры метеорологии, климатологии и охраны атмосферы, ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»; e-mail: goloveg@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8080-5711>.

Ступишина Ольга Михайловна – ведущий электронщик кафедры радиофизики, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; e-mail: olgastupishina@yandex.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3926-4962>.

Еремин Геннадий Борисович – к.м.н., заведующий отделом анализа рисков здоровью населения ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора; e-mail: yeremin45@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1629-5435>.

Крутикова Наталья Николаевна – к.м.н., доцент кафедры общей и военной медицины ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России; e-mail: krutikova@szgmu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1145-4780>.

Информация о вкладе авторов: Носков С.Н. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка результатов, написание текста; Головина Е.Г. – обработка результатов; Ступишина О.М. – обработка результатов; Еремин Г.Б. – дизайн исследования, редактирование; Крутикова Н.Н. – обработка результатов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 27.05.21 / Принята к публикации: 20.08.21 / Опубликовано: 30.09.21

Assessment of Natural and Climatic Factors (the Earth's Magnetic Field) in Selected Territories: Report 1

Sergei N. Noskov,^{1,2} Elena G. Golovina,³ Olga M. Stupishina,⁴ Gennadiy B. Yeremin,¹ Natalya N. Krutikova²

¹Northwest Public Health Research Center, 4 2nd Sovetskaya Street, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation

²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 41 Kirochnaya Street, Saint Petersburg, 191015, Russian Federation

³Russian State Hydrometeorological University, 79 Voronezhskaya Street, Saint Petersburg, 192007, Russian Federation

⁴St. Petersburg State University, 7–9 University Embankment, Saint Petersburg, 199034, Russian Federation

Summary

Background: A man is constantly exposed to numerous environmental factors, including meteorological conditions of the earth and space weather. The study of human health effects of these factors is of increasing interest both for science and practice.

Objective: To compare instrumental and computational methods for assessing the Earth's magnetic field in selected territories for further identification of priority natural and climatic factors and development of region-specific measures for adaptation of the local population to climate change, which should be taken into account when conducting social and hygienic monitoring.

Methods: Instrumental measurements of the Earth's magnetic field strength were carried out in the Moscow, Voronezh, Rostov, and Krasnodar regions of the Russian Federation in August 2020. The total number of measurements was at least 15 at each point. The studies were conducted in accordance with the existing approved standard.

Results and discussion: The study areas were selected at different latitudes (from north to south) determining natural and climatic conditions of these regions. Results of instrumental measurements demonstrated the absence of significant differences between values of the Earth's magnetic field strength at daytime and at night, possibly due to the measurement error of the MTM-01 three-component magnetometer, and ranged from 37.1 to 40.51 A/m. We observed an increasing northward trend in the Earth's magnetic field strength (from the Krasnodar to Rostov, Voronezh, and Moscow regions). The estimated values of the magnetic field strength varied from 39.9 to 42.19 A/m. Our findings correlate with previously estimated values of the Earth's magnetic field.

Conclusions: We conducted instrumental studies complying with existing models for estimating the Earth's magnetic field strength, thus enabling application of our estimates in scientific research.

Keywords: instrumental measurement, Earth's magnetic field strength, public health.

For citation: Noskov SN, Golovina EG, Stupishina OM, Yeremin GB, Krutikova NN. Assessment of natural and climatic factors (the Earth's magnetic field) in selected territories: Report 1. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(9):16–22. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-9-16-22>

Author information:

✉ Sergei N. Noskov, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Department of Health Risk Analysis, Northwest Public Health Research Center; e-mail: sergeinoskov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7971-4062>.

Elena G. Golovina, Cand. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor, Department of Meteorology, Climatology and Atmospheric Protection, Russian State Hydrometeorological University; e-mail: goloveg@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8080-5711>.

Olga M. Stupishina, Leading Electronics Engineer, Department of Radiophysics, St. Petersburg State University; e-mail: olgastupishina@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3926-4962>.

Gennadiy B. Yeremin, Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Health Risk Analysis, Northwest Public Health Research Center; e-mail: yeremin45@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1629-5435>.

Natalya N. Krutikova, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of General and Military Medicine, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; e-mail: krutikova@szgmu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1145-4780>.

Author contributions: Noskov S.N. developed conception and design of the study, did data collection and processing, and wrote the manuscript; Yeremin G.B. developed the study design and edited the manuscript; Golovina E.G., Stupishina O.M. and Krutikova N.N. did data processing.

Funding information: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: May 27, 2021 / Accepted: August 20, 2021 / Published: September 30, 2021

Введение. Международное сообщество признает, что изменение климата Земли и его неблагоприятные последствия являются предметом общей озабоченности человечества¹. Для решения проблем, связанных с изменением климата, Российская Федерация ратифицировала Рамочную конвенцию Организации Объединенных Наций об изменении климата², Киотский протокол³ и Парижское соглашение⁴. По данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, на территории Российской Федерации ежегодно отмечается порядка 1 тыс. опасных гидрометеорологических явлений. При этом, несмотря на высокий уровень прогнозирования, от 35 до 45 % таких явлений наносят значительный ущерб жизнедеятельности населения. За последние 10–20 лет количество опасных явлений и связанных с ними ущерб существенно увеличились [1–9]. Следует отметить, что климатические условия на территории Российской Федерации изменяются примерно в 2,5 раза интенсивнее, чем в среднем на планете, среднегодовые температуры растут во всех физико-географических регионах и федеральных округах. Наибольшая скорость роста среднегодовой температуры отмечается на побережье Северного Ледовитого океана. Воздействие

изменения климата носит комплексный характер и создает значительные риски для здоровья населения. В настоящее время отсутствуют рекомендации, направленные на минимизацию негативного влияния климатических условий проживания на состояние здоровья населения [10–12]. В целях предупреждения этих рисков на государственном уровне были разработаны и утверждены ряд регулирующих документов по адаптации к изменениям климата^{5,6,7,8} [13]. По этой причине научное обоснование учета климатических факторов при проведении социально-гигиенического мониторинга чрезвычайно важно.

Цель исследования: сравнительная оценка лабораторно-инструментального и расчетного методов оценки магнитного поля Земли на выбранных территориях для дальнейшего выявления приоритетных природно-климатических факторов, разработки мер по адаптации населения к изменениям климата по отдельным регионам, учитываемых при проведении социально-гигиенического мониторинга.

Объем и методы исследования. Лабораторно-инструментальные измерения напряженности магнитного поля Земли проведены на территориях Московской, Воронежской, Ростовской областей,

¹ Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. М., 2021. 104 с.

² Федеральный закон от 04.11.1994 № 34-ФЗ «О ратификации рамочной Конвенции ООН об изменении климата».

³ Федеральный закон от 04.11.2004 № 128-ФЗ «О ратификации Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата».

⁴ Постановление Правительства Российской Федерации от 21.09.2019 № 1228 «О принятии Парижского соглашения».

⁵ Проект первой редакции отраслевого плана (план организационно-методических, нормативно-правовых и информационных, научных мероприятий Роспотребнадзора) по адаптации к изменениям климата в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения на период до 2022 года.

⁶ Распоряжение Правительства РФ от 25.12.2019 № 3183-р (ред. от 17.08.2021) «Об утверждении национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года».

⁷ Распоряжение Президента РФ от 17.12.2009 № 861-рп «О Климатической доктрине Российской Федерации».

⁸ Указ Президента РФ от 26.10.2020 № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года».

в Краснодарском крае, в августе 2020 года. Общее количество проведенных измерений не менее 15 в каждой точке.

Исследования на выбранных территориях выполнены в соответствии с существующим утвержденным стандартом⁹. Для характеристики геомагнитной обстановки используют X, Y и Z компоненты вектора напряженности магнитного поля Земли, а также индексы геомагнитной активности, характеризующие вариации магнитного поля Земли. В данной работе произведена оценка степени напряженности магнитного поля Земли с помощью прибора МТМ-01 (магнитометра трехкомпонентного малогабаритного). Измерительный преобразователь магнитного поля Земли выполнен на базе магниторезистивных датчиков, которые одновременно обеспечивают измерение ортогональных составляющих магнитного поля в контрольной точке и модуля вектора напряженности, при этом показание магнитометра не зависит от ориентации измерительного преобразователя в пространстве. Оценка напряженности модуля вектора геомагнитного поля проводилась в направлении магнитного меридиана Север-Юг в контрольной точке открытого пространства на высоте 1,5–1,7 м от земной поверхности. Оценка напряженности магнитного поля выполнялась на незастроенных территориях на открытом пространстве. Рядом с местом измерений отсутствовали здания, строения, металлические подземные коммуникации. Измерения проводились в каждой выбранной точке на поверхности Земли, с шагом не менее 10 м в направлении от севера к центру и от центра к югу. Затем определялись среднеарифметические значения результатов измерений в каждой точке. Исследования проводились в следующих точках:

– точка № 1 – Московская область, городской округ Химки, Химкинский лес, географические координаты: 55.936438 с.ш., 37.452482 в.д.;

– точка № 2 – Воронежская область, Лискинский район, 50.905303 с.ш., 39.549323 в.д.;

– точка № 3 – Ростовская область, Больше-логское сельское поселение, 47.327772 с.ш., 39.861065 в.д.;

– точка № 4 – Краснодарский край, городской округ Анапа, 44.932269 с.ш., 37.352101 в.д.

Результаты исследования и их обсуждение. Гелиогеофизические параметры планеты Земля во многом определяют физиологические свойства живых организмов, геомагнитные возмущения увеличиваются с возрастанием широты местности. Территории для исследования выбраны с учетом изменения широты местности (с севера на юг), оказывающей приоритетную значимость в формировании природно-климатических условий данных регионов.

По современным представлениям магнитное поле Земли в любой точке земной поверхности и в околоземном пространстве можно представить в виде трех составляющих: главного (нормально-

го) поля – диполя, полей вариаций и магнитных аномалий.

Главное магнитное поле, простирающееся на несколько радиусов Земли, защищает нас от влияния потока протонов и электронов, идущих от солнечных вспышек, а также от галактических лучей, приходящих из далекого космоса.

Источники главного магнитного поля находятся в земном ядре. Вклад главного поля в магнитное для большинства районов Земли является определяющим и варьируется от 80 до 98 %. Потоки космического излучения, возмущая ионосферу и магнитосферу Земли, «доносят» вариации магнитного поля до поверхности Земли. Вклад поля вариаций в общее магнитное поле Земли может достигать 5–10 %. По нашему мнению и литературным данным, наибольшее влияние на здоровье человека оказывает магнитное поле Земли, меняющееся под действием солнечной активности; этот факт определяет выбор данного параметра как индикаторного в настоящей работе [14, 15].

Для оценки степени изменения магнитного поля Земли в светлое время суток (начиная с 12 часов дня по московскому времени) и темное время суток (начиная с 00 часов ночи по московскому времени) были проведены инструментальные исследования на территории Воронежской области в точке № 2. Полученные лабораторно-инструментальные исследования показали отсутствие значимого различия в показаниях прибора в светлое и темное время суток на территории Воронежской области, на территориях Московской, Ростовской областей и Краснодарского края исследования в темное время суток не проводились^{10,11}.

По всей видимости, отсутствие разницы значений между измеренными значениями днем и ночью связаны с основной погрешностью прибора МТМ-01, которая по паспорту составляет $\pm 10\%$.

Необходимо отметить, что значительные изменения магнитного поля, происходящие, в первую очередь во время интенсивных солнечных вспышек, провоцируют на Земле магнитные бури, относящиеся к категории опасных гелиогеофизических явлений. Магнитные бури по интенсивности развития, продолжительности или моменту возникновения могут представлять серьезную угрозу здоровью населения [16–18].

Исследования показали, что главное поле изменяется со временем, для него характерно наличие вековых вариаций. В последнее время эти изменения сильно ускорились [19]. Нами была предпринята попытка оценки магнитного поля Земли на территориях РФ с учетом влияния природно-климатических условий, определенных широтой местности и ресурсами светового климата. Исследования проведены в четырех точках для территорий РФ с разницей по широте местности от 37 до 55 гр. с.ш.).

Полученные значения в каждой точке и среднеарифметические значения инструментальных измерений представлены в табл. 1–4.

⁹ ГОСТ Р 51724–2001 «Экранированные объекты, помещения, технические средства. Поле гипогеомагнитное. Методы измерений и оценки соответствия уровней полей техническим требованиям и гигиеническим нормативам».

¹⁰ Носков С.Н., Копытенкова О.И., Ерёмин Г.Б., Головина Е.Г., Ступишина О., Метелица Н.Д. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2020622028 Российская Федерация. База данных «Взаимосвязь обращаемости населения за медицинской помощью с факторами земной и космической погоды»: № 2020621900 : заявл. 15.10.2020 : опублик. 26.10.2020; заявитель ФБУН «СЗНЦ ГиОЗ».

¹¹ Копытенкова О.И., Ерёмин Г.Б., Носков С.Н., Рябец В.В., Шилова Е.А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020666244 Российская Федерация. Программа прогнозирования уровней заболеваемости в зависимости от климатических условий и антропогенного загрязнения атмосферы : № 2020661948 : заявл. 08.10.2020 : опублик. 08.12.2020 ; заявитель ФБУН «СЗНЦ ГиОЗ».

Таблица 1. Результаты инструментальных измерений напряженности магнитного поля, Московская область (магнитометр-MTM-01)**Table 1. Results of instrumental measurements of magnetic field strength using MTM-01 magnetometer, Moscow Region**

№ (точки измерения) / Measuring point No.	Расстояние до центральной точки измерения, м / Distance to the central measuring point, m	Полученное значение напряженности геомагнитного поля, А/м / Measured geomagnetic field strength, A/m	Примечание / Notes
1.1	0	40,2	Центр / Center
1.2	0	39,8	Центр / Center
1.3	0	41,4	Центр / Center
2.1	10	41,1	Север / North
2.2	10	40,9	Север / North
2.3	10	41,2	Север / North
3.1	10	38,9	Юг / South
3.2	10	40,4	Юг / South
3.3	10	41,2	Юг / South
4.1	20	40,1	Север / North
4.2	20	40,9	Север / North
4.3	20	42,3	Север / North
5.1	20	38,5	Юг / South
5.2	20	41,0	Юг / South
5.3	20	39,8	Юг / South

Среднеарифметическое значение = 40,51 А/м / Arithmetic mean = 40.51 A/m

Таблица 2. Результаты инструментальных измерений напряженности магнитного поля, Воронежская область (магнитометр-MTM-01)**Table 2. Results of instrumental measurements of magnetic field strength using MTM-01 magnetometer, Voronezh Region**

№ (точки измерения) / Measuring point No.	Расстояние до центральной точки измерения, м / Distance to the central measuring point, m	Полученное значение напряженности геомагнитного поля, А/м / Measured geomagnetic field strength, A/m	Примечание / Notes
1.1	0	42,0	Центр / Center
1.2	0	41,8	Центр / Center
1.3	0	41,6	Центр / Center
2.1	10	41,4	Север / North
2.2	10	41,2	Север / North
2.3	10	41,1	Север / North
3.1	10	42,0	Юг / South
3.2	10	41,8	Юг / South
3.3	10	41,6	Юг / South
4.1	20	39,9	Север / North
4.2	20	39,8	Север / North
4.3	20	39,8	Север / North
5.1	20	42,0	Юг / South
5.2	20	41,9	Юг / South
5.3	20	41,8	Юг / South

Среднеарифметическое значение = 41,3 А/м / Arithmetic mean = 41.3 A/m

Таблица 3. Результаты инструментальных измерений напряженности магнитного поля, Ростовская область (магнитометр-MTM-01)**Table 3. Results of instrumental measurements of magnetic field strength using MTM-01 magnetometer, Rostov Region**

№ (точки измерения) / Measuring point No.	Расстояние до центральной точки измерения, м / Distance to the central measuring point, m	Полученное значение напряженности геомагнитного поля, А/м / Measured geomagnetic field strength, A/m	Примечание / Notes
1.1	0	41,0	Центр / Center
1.2	0	41,0	Центр / Center
1.3	0	41,2	Центр / Center
2.1	10	39,9	Север / North
2.2	10	39,9	Север / North
2.3	10	39,7	Север / North
3.1	10	39,0	Юг / South
3.2	10	38,1	Юг / South
3.3	10	38,0	Юг / South
4.1	20	39,3	Север / North
4.2	20	39,8	Север / North
4.3	20	39,5	Север / North
5.1	20	38,3	Юг / South
5.2	20	38,8	Юг / South
5.3	20	38,5	Юг / South

Среднеарифметическое значение = 39,46 А/м / Arithmetic mean = 39.46 A/m

Таблица 4. Результаты инструментальных измерений напряженности магнитного поля, Краснодарский край (магнитометр-МТМ-01)

Table 4. Results of instrumental measurements of magnetic field strength using MTM-01 magnetometer, Krasnodar Region

№ (точки измерения) / Measuring point No.	Расстояние до центральной точки измерения, м / Distance to the central measuring point, m	Полученное значение напряженности геомагнитного поля, А/м / Measured geomagnetic field strength, A/m	Примечание / Notes
1.1	0	38,0	Центр / Center
1.2	0	37,9	Центр / Center
1.3	0	37,4	Центр / Center
2.1	10	36,8	Север / North
2.2	10	36,6	Север / North
2.3	10	36,5	Север / North
3.1	10	38,0	Юг / South
3.2	10	37,2	Юг / South
3.3	10	37,4	Юг / South
4.1	20	36,3	Север / North
4.2	20	38,1	Север / North
4.3	20	38,2	Север / North
5.1	20	35,8	Юг / South
5.2	20	36,3	Юг / South
5.3	20	36,5	Юг / South

Среднеарифметическое значение = 37,1 А/м / Arithmetic mean = 37.1 A/m

При анализе полученных результатов (табл. 1–4) прослеживается тенденция к повышению напряженности магнитного поля Земли в направлении с юга на север (Краснодарский край, Ростовская, Воронежская, Московская области).

Далее было проведено сравнение полученных инструментальных данных с расчетными значениями магнитного поля Земли. Основное магнитное поле Земли может быть математически смоделировано. В настоящее время основными доступными ресурсами, которые предоставляют информацию по расчетным моделям напряженности магнитного поля Земли, являются:

– модель, разработанная Международной ассоциацией геомагнетизма и аэронавтики;

– всемирная модель геомагнитного поля Земли, разработанная Национальным центром геофизических данных;

– глобальная модель геомагнитного поля, разработанная Британским геолого-разведочным обществом.

Нами для сравнения с инструментальными данными были использованы модели, разработанные и размещенные на сайте «Национального центра геофизических данных» NOAA¹²:

– расчетное значение по данным «Национального центра геофизических данных» NOAA в точке № 1 – Московская область составило 42,19 А/м;

– расчетное значение по данным «Национального центра геофизических данных» NOAA в точке № 2 – Воронежская область составило 41,5 А/м;

– расчетное значение по данным «Национального центра геофизических данных» NOAA в точке № 3 – Ростовская область составило 40,7 А/м;

– расчетное значение по данным «Национального центра геофизических данных» NOAA в точке № 4 – Краснодарский край составило 39,9 А/м.

Определенные значения напряженности магнитного поля инструментальным способом составили от 37,1 до 40,51 А/м, диапазон рас-

четных значений, согласно модельным расчетам, составил от 39,9 до 42,19 А/м.

Таким образом, напряженность магнитного поля Земли, по данным «Национального центра геофизических данных» NOAA, коррелирует с результатами инструментальной оценки, что позволяет использовать их в целях научных исследований [20].

Заключение. Выявление приоритетных природно-климатических факторов с целью разработки мер по адаптации населения к изменениям климата по отдельным регионам, учитываемых при проведении социально-гигиенического мониторинга, имеет возрастающий научный интерес. На данном этапе работы проведены лабораторно-инструментальные исследования, которые показали, что показатель напряженности магнитного поля Земли имеет тенденцию к повышению в направлении с юга на север, измеренные величины соотносятся с существующими современными моделями расчета. По нашему мнению, наряду с инструментальными исследованиями для выполнения научных исследований возможно использовать расчетные данные о напряженности магнитного поля Земли, в то же время решение задач по профилактике заболеваемости и снижению смертности населения требует дополнительных исследований по направлению «фактор – среда – здоровье», которые планируется провести на последующих этапах выполнения работ.

Список литературы

1. Головина Е.Г., Носков С.Н., Подгайский Э.В., Ступишина О.М., Тенилова О.В., Черемных А.В. Возможности использования метеорологической информации в здравоохранении // Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на пространстве СНГ: Сборник тезисов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Российского государственного гидрометеорологического университета, Санкт-Петербург, 22–24 октября 2020 года. СПб.: Российский государственный

¹² «Сайт Национального центра геофизических данных» NOAA» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ngdc.noaa.gov/> (дата обращения 01.06.2020).

- гидрометеорологический университет, 2020. С. 141–142.
2. Рахманин Ю.А., Бобровницкий И.П., Яковлев М.Ю. Научные и организационно-методические подходы к формированию и реализации программ противодействия неблагоприятному воздействию глобальных изменений климата на здоровье населения Российской Федерации // Гигиена и санитария. 2018. Т. 97. № 11. С. 1005–1010. doi: 10.18821/0016-9900-2018-97-11-1005-10
 3. Ступишина О.М., Головина Е.Г. Результаты анализа одновременной изменчивости параметров космической и земной погоды // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2019. № 592. С. 159–171.
 4. Stupishina O, Golovina E. On Space Weather factors which can impact terrestrial physical and biological processes. EGU General Assembly 2020, online, May 4–8, 2020, EGU2020-5892. Accessed September 24, 2021. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2020/EGU2020-5892.html>
 5. Stupishina O, Golovina E. The atmosphere circulation movements in the matching with space weather parameters variations. EGU General Assembly 2021, online, April 13–30, 2021, EGU21-3556. Accessed September 24, 2021. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU21/EGU21-3556.html>
 6. Головина Е.Г., Ступишина О.М. Атмосфера как посредник солнечно-земных связей // Труды XIII международной Крымской конференции «Космос и биосфера». 2019. С. 44–46.
 7. Ступишина О.М., Головина Е.Г. Определение условий в природной среде, способствующих возникновению кардиологических событий // Труды XIII международной Крымской конференции «Космос и биосфера». 2019. С. 104–105.
 8. Черных Д.А., Бельская Е.Н., Тасейко О.В. Климатические характеристики как потенциальные факторы риска для здоровья населения Красноярского края // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 1 (334). С. 54–62. doi: 10.35627/2219-5238/2021-334-1-54-62
 9. Нарутдинов Д.А., Рахманов С.А., Богомолова Е.С., Ашина М.В., Разгулин С.А. Сравнительная характеристика риска здоровью погодно-климатической среды в Арктическом поясе Красноярского края // Санитарный врач. 2021. № 7. С. 32–39. doi: 10.33920/med-08-2106-03
 10. Xue X, Ali YF, Luo W, Liu C, Zhou G, Liu NA. Biological effects of space hypomagnetic environment on circadian rhythm. *Front Physiol.* 2021;12:643943. doi: 10.3389/fphys.2021.643943
 11. Binhi VN, Prato FS. A physical mechanism of magnetoreception: Extension and analysis. *Bioelectromagnetics.* 2017;38(1):41–52. doi: 10.1002/bem.22011
 12. Носков С.Н., Карелин А.О., Головина Е.Г., Ступишина О.М., Еремин Г.Б. Оценка взаимосвязи обращаемости населения за медицинской помощью с факторами земной и космической погоды // Гигиена и санитария. 2021. Т. 100. № 8. С. 775–781. doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-8-775-781
 13. Метелица Н.Д., Носков С.Н. Мероприятия по адаптации к изменению климата в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения // Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены : Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора, Ростов-на-Дону, 21–22 октября 2020 года / Под ред. А.Ю. Поповой, А.К. Носкова. Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью «Мини Тайп», 2020. С. 216–218.
 14. Минлигареев В.Т., Алексеева А.В., Качановский Ю.М., Репин А.Ю., Хотенко Е.Н. Картографическое обеспечение магнитометрических навигационных систем робототехнических комплексов // Известия ЮФУ. Технические науки. 2019. № 1 (203). С. 248–258. doi: 10.23683/2311-3103-2019-1-248-258
 15. Минлигареев В.Т., Осипов О.Д. Исследование дрейфа Южного магнитного полюса Земли и магнитного поля Мирового океана в кругосветной экспедиции ОИС ВМФ «Адмирал Владимирский». Ссылка активна на 26 июля 2021. Доступно по: <https://www.rgo.ru/ru/article/chto-novogo-uznali-uchyonye-o-dreyfe-magnitnogo-polyusa-zemli-i-magnitnogo-polya-mirovogo>.
 16. Бреус Т.К., Бинги В.Н., Петрукович А.А. Магнитный фактор солнечно-земных связей и его влияние на человека: физические проблемы и перспективы // Успехи физических наук. 2016. Т. 186. № 5. С. 568–576. doi: 10.3367/UFN.2015.12.037693
 17. Эфендиева Л.Г., Азизов В.А., Етирмишли Г.Д. Влияние геофизических параметров на организм человека // Медицинские новости. 2020. № 1 (304). С. 43–47.
 18. Campuzano SA, De Santis A, Pavón-Carrasco FJ, Osete ML, Qamili E. New perspectives in the study of the Earth's magnetic field and climate connection: The use of transfer entropy. *PLoS One.* 2018;13(11):e0207270. doi: 10.1371/journal.pone.0207270
 19. Демина И.М., Никитина Л.В., Фарафонова Ю.Г. Вековые вариации главного магнитного поля земли в рамках динамической модели его источников // Геомагнетизм и аэрномия. 2008. Т. 48. № 4. С. 542–550. doi: <https://doi.org/10.1134/S0016793208040166>
 20. Копытенкова О.И., Носков С.Н., Еремин Г.Б. Научное обоснование учета природных факторов, влияющих на здоровье населения в формировании причинно-следственных связей «среда – здоровье» в системе социально-гигиенического мониторинга // Отчет о НИР (Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека). 2020. № АААА-А20-120021090061-2. 90 с.

References

1. Golovina EG, Noskov SN, Podgayskiy EV, Stupishina OM, Tenilova OV, Cheremnykh AV. The possibility of the meteorological information using in the health care practice. In: *Current Problems of Hydrometeorology and Environmental Monitoring in the CIS Space: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of the Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, October 22–24, 2020*. St. Petersburg: Rossiyskiy Gosudarstvennyy Gidrometeorologicheskii Universitet Publ., 2020:141–142. (In Russ.)
2. Rakhmanin YuA, Bobrovnikskii IP, Yakovlev MYu. Scientific, organizational and methodological approaches to the formation and implementation of programs to counter the adverse effects of global climate changes on the population health of the Russian Federation. *Gigiena i Sanitariya.* 2018;97(11):1005–1010. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2018-97-11-1005-10
3. Stupishina OM, Golovina EG. The results of the analysis of the simultaneous variability of the parameters of cosmic and terrestrial weather. *Trudy Glavnoy Geofizicheskoy Observatorii im. A.I. Voeykova.* 2019;(592):159–171. (In Russ.)
4. Stupishina O, Golovina E. On Space Weather factors which can impact terrestrial physical and biological processes. EGU General Assembly 2020, online, May 4–8, 2020, EGU2020-5892. Accessed September 24, 2021. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2020/EGU2020-5892.html>
5. Stupishina O, Golovina E. The atmosphere circulation movements in the matching with space weather parameters variations. EGU General Assembly 2021, online, April 13–30, 2021, EGU21-3556. Accessed September 24, 2021. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU21/EGU21-3556.html>

6. Golovina EG, Stupishina OM. Atmosphere as the solar-terrestrial mediator. In: *Space and Biosphere: Proceedings of the 13th International Crimean Conference, Simferopol, September 23–27, 2019*. Simferopol: Arial Publ., 2019:44–46. (In Russ.)
7. Stupishina OM, Golovina EG. The finding of cardio-events environmental conditions. In: *Space and Biosphere: Proceedings of the 13th International Crimean Conference, Simferopol, September 23–27, 2019*. Simferopol: Arial Publ., 2019:104–105. (In Russ.)
8. Chernykh DA, Bel'skaya EN, Taseiko OV. Climate characteristics as potential risk factors for the population health of the Krasnoyarsk Region. Part 1. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021;(1(334)):54–62. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2021-334-1-54-62
9. Narutdinov DA, Rakhmanov RS, Bogomolova ES, Ashina MV, Razgulin SA. Comparative characteristics of the weather and climate health risk in the Arctic Belt of the Krasnoyarsk Region. *Sanitarnyy Vrach*. 2021;(7):32–39. (In Russ.) doi: 10.33920/med-08-2106-03
10. Xue X, Ali YF, Luo W, Liu C, Zhou G, Liu NA. Biological effects of space hypomagnetic environment on circadian rhythm. *Front Physiol*. 2021;12:643943. doi: 10.3389/fphys.2021.643943
11. Binhi VN, Prato FS. A physical mechanism of magnetoreception: Extension and analysis. *Bioelectromagnetics*. 2017;38(1):41–52. doi: 10.1002/bem.22011
12. Noskov SN, Karelin AO, Golovina EG, Stupishina OM, Yeregin GB. Assessment of the relationship of the population's medical care with the factors of Earth and space weather. *Gigiena i Sanitariya*. 2021;100(8):775–781. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-8-775-781
13. Metelitsa ND, Noskov SN. [Measures to adapt to climate change in the field of sanitary and epidemiological wellbeing of the population.] In: *Current Problems of Epidemiology, Microbiology and Hygiene: Proceedings of the XII All-Russian Scientific and Practical Conference of young scientists and specialists of Rospotrebnadzor*. Popova AYU, Noskov AK, eds. Rostov-on-Don: Mini Type LLC Publ., 2020:216–218. (In Russ.)
14. Minligareev VT, Alekseeva AV, Kachanovsky YuM, Repin AYU, Khotenko EN. Cartographic security of magnetometric navigation systems of robotic complexes. *Izvestiya YUFU. Tekhnicheskie Nauki*. 2019;(1(203)):248–258. (In Russ.) doi: 10.23683/2311-3103-2019-1-248-258
15. Osipov OD, Minligareev VT, Kopytenko YuA. [Investigation of the drift of the Earth's south magnetic pole and the magnetic field of the World Ocean in the circumnavigation expedition of the Admiral Vladimirsky Naval Information Center.] (In Russ.) Accessed September 10, 2021. <https://www.rgo.ru/ru/chto-chno-novogo-uznali-uchyonye-o-dreyfe-magnitnogo-polyusa-zemli-i-magnitnogo-polya-mirovogo>
16. Breus TK, Petrukovich AA, Binhi VN. Magnetic factor in solar-terrestrial relations and its impact on the human body: physical problems and prospects for research. *Physics-Uspekhi*. 2016;59(5):502–510. (In Russ.) doi: 10.3367/UFNe.2015.12.037693
17. Afandiyeva LQ, Azizov VA, Yetirmishli GJ. Influence of geophysical parameters on the human body. *Meditsinskie Novosti*. 2020;(1(304)):43–47. (In Russ.)
18. Campuzano SA, De Santis A, Pavón-Carrasco FJ, Osete ML, Qamili E. New perspectives in the study of the Earth's magnetic field and climate connection: The use of transfer entropy. *PloS One*. 2018;13(11):e0207270. doi: 10.1371/journal.pone.0207270
19. Demina IM, Nikitina LV, Farafonova YuG. Secular variations in the main geomagnetic field within the scope of the dynamic model of field sources. *Geomagn Aeron*. 2008;48(4):542–550. doi: 10.1134/S0016793208040166
20. Kopytenkova OI, Noskov SN, Eremin GB. [Scientific substantiation of considering natural factors affecting population health when establishing causal relationships between environment and health in the system of socio-hygienic monitoring.] Research Report No. AAAA-A20-120021090061-2. Russian Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, 2020. (In Russ.)

