



УДК 550.380; 551.508; 551.501

ОЦЕНКИ ПОЛОЖЕНИЯ СЕВЕРНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЮСА В 2021 г. ПО ДАННЫМ С НАУЧНО-ЭКСПЕДИЦИОННОГО СУДНА «МИХАИЛ СОМОВ»

А. В. Тертышников

¹*Институт прикладной геофизики им. акад. Е.К. Федорова, Москва, Россия*

Представлены результаты арктического эксперимента по расчету положения северного магнитного полюса в 2021 г. Расчеты проводились по оценкам невязок рассчитанных магнитных склонений с данными модели Международного геомагнитного аналитического поля (IGRF13).

Измерения выполнялись в экспедиции «Арктический плавучий университет – 2021».

По положению зоны северного магнитного полюса Земли проведена верификация модели IGRF13 в Арктике.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПОЛЮС, ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ, КОМПАС, МАГНИТОМЕТРИЯ, ЭКСПЕРИМЕНТ, МАГНИТНАЯ БУРЯ, НЕВЯЗКИ

DOI 10.5425/2304-7380_2022_34_49

<https://elibrary.ru/zmhujg>

1. ВВЕДЕНИЕ

Магнитные полюсы Земли являются важнейшими объектами мониторинга магнитного поля. Арктический эксперимент с научно-исследовательского судна «Профессор Молчанов», представленный в [1], позволил получить первую оценку положения северного магнитного полюса в современной России. Эта задача становится актуальной из-за смещения СМП в российской арктической зоне. Требуются регулярные оценки положения СМП.

Основные сведения о характеристиках системы мониторинга магнитного поля Земли представлены в [2]. Информация о положении магнитных полюсов доступна на сайтах Всемирной магнитной модели (World Magnetic Model, WMM [3]) и модели Международного геомагнитного аналитического поля (International Geomagnetic Reference Field, IGRF [4]), которые регулярно обновляются. Расчеты положения магнитных полюсов производятся по данным высокоточных магнитных обсерваторий. Требуется регулярная верификация моделей магнитного поля Земли, например по положению магнитных полюсов [5].

В 2021 году измерения положения северного магнитного полюса удалось выполнить и по результатам измерений в экспедиции «Арктический плавучий университет – 2021» 10 июня – 30 июня 2021 года по маршруту научно-экспедиционного судна (НЭС) «Михаил Сомов». Эксперимент позволил также оценить потенциальные погрешности определения положения СМП с помощью другого класса судна.

Электронная почта авторов для переписки:

Тертышников Александр Васильевич, e-mail: atert@mail.ruАдрес редакции журнала
«Гелиогеофизические исследования»:ФГБУ «ИПГ»
129128; Россия, Москва
ул. Ростокинская, 9.
e-mail: vestnik@ipg.geospace.ru

2. СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТА

Целью эксперимента были измерения магнитных склонений.

Дизель-электроход «Михаил Сомов» больше НИС «Профессор Молчанов» и предназначен для проведения морских научных исследований, доставки специалистов и грузов на гидрометеостанции, расположенные на побережье и островах Российской Арктики. Его длина – 133 м, ширина – 18,8 м. Судно оборудовано вертолетной площадкой. Дизельное НИС «Профессор Молчанов» почти вдвое короче (габаритная 71 м, расчетная 64,3 м), и уже (12,8 м). Работающие электродвигатели на НЭС «Михаил Сомов» могут вносить дополнительные ошибки в показания магнитных компасов.

Для технологического обеспечения эксперимента использовалась схема [6], штатное навигационное оборудование корабля. Дискретность измерений составляла 1 час.

Рассчитанный маршрут проведения экспериментальных исследований судна представлен на рис. 1. По магнитным данным 15-16.06.2021 г. фиксировалась слабая магнитная буря.

Маршрут НЭС на рис. 1 представлен на фоне рассчитанных по модели IGRF13 изогон на 01.01.2021 г. Модельное ежегодное положение магнитного полюса показано желтыми и зеленой (на 01.01.2021 г.) точками. Зеленые линии – нулевые изогоны. На участках маршрута отмечена временная привязка НЭС.

Толстые линии на участках маршрута соответствуют аномальным невязкам – отклонениям расчетных магнитных склонений от модельных в среднем на +2,3 градуса (красные) и минус 2,5 градуса (синие).

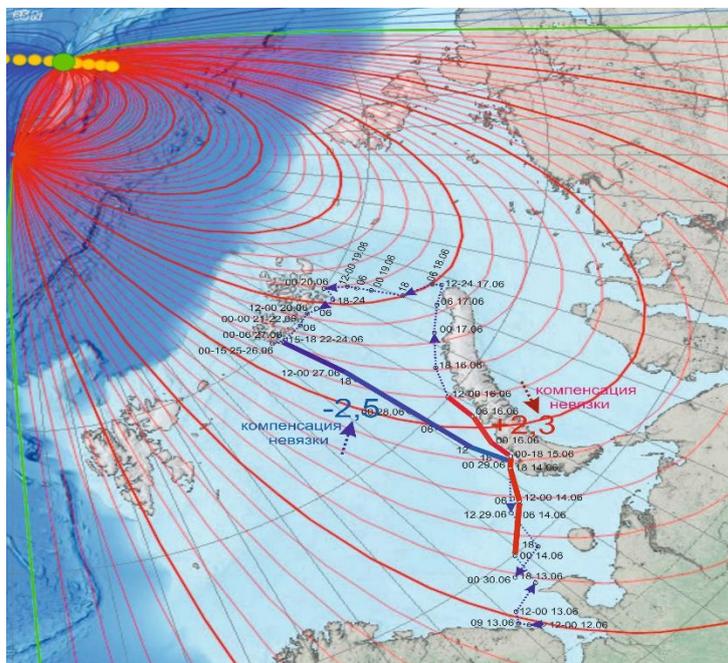


Рис. 1. Маршрут и результаты измерений в эксперименте

3. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Первые сигналы о сложности измерения курса НЭС «Михаил Сомов» по гирокомпасу появились в районе Каниного носа. Судовой гирокомпас был настроен на северный географический полюс, но прибор при стоянке НЭС у Каниного носа давал аномальные показания, словно одночастотный навигатор по сигналам Глобальных навигационных систем. Отсутствие возможности настройки штатного навигационного оборудования НЭС «Михаил Сомов» привело к учету выявленных функциональных особенностей гирокомпаса и выбраковке аномальных измерений. Для этого проводилось сравнение невязок рассчитанных и модельных магнитных склонений. Критерий выбраковки устанавливался при отличии не менее 5 градусов.

В среднем за эксперимент разница между магнитными склонениями по измерениям после отбраковки и модельными магнитными склонениями составила 0,1 градуса, СКО 2,5 градуса. Это

хороший результат, учитывая, что смещение изогон к моменту эксперимента составило бы примерно 0,2 градуса.

Среднее значение невязки от начала маршрута до полудня 17.06.2021 г. составило минус 1,27 градуса (ско=2,07), а с полудня 26.06.2021 г. до конца экспедиции +1,7 градуса (ско=2,17). В период 17–26.06.2021 г. среднее значение невязки составило минус 0,1 градуса (ско=2,51). Следует отметить больший коэффициент вариации полученных измерений по модулю при маршруте на север (1,63, а на юг 1,28).

Таким образом, модель IGRF13 вполне адекватно отражает положение северного магнитного полюса на 2021 г.

Выделенные участки маршрута со значительными невязками магнитных склонений соответствуют положению возмущений на карте аномального магнитного поля по модели EMAG2v3 [1 (рис. 2) и 7]. Модель [7] составлена на основе спутниковых, корабельных и воздушных магнитных измерений с разрешением 2 угловых минуты. Магнитные аномалии возникают в результате геологических особенностей, усиливающих или подавляющих местное магнитное поле.

Невязки, измеренные с более массивного судна НЭС «Михаил Сомов», оказались больше, чем измеренные с НИС «Профессор Молчанов», и показали отклик намагниченности судов при пересечении аномалий магнитного поля, а также береговой эффект намагниченности судов у юго-западной оконечности Новой Земли.

4. ВЫВОДЫ

Технология оценки положения северного магнитного полюса [6] представляет интерес для регулярных экспериментов и для навигационного обеспечения судов.

Полученным при измерениях оценкам магнитных склонений соответствуют изогоны по модели IGRF13 эпохи 2021 года с соответствующим положением зоны северного магнитного полюса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тertyshnikov A.V. Оценки положения северного магнитного полюса по измерениям с научно-исследовательского судна «Профессор Молчанов» 26.10.2021 – 09.11.2021 г. // Гелиогеофизические исследования. 2021. Вып. 31. С. 58 – 61. DOI: 10.54252/2304-7380_2021_31_58.
2. Магнитные индексы. Учебное пособие / Тertyshnikov A.V., Сыроешкин A.V. и др. – Москва-Обнинск, 2014. 178 с.
3. https://maps.ngdc.noaa.gov/viewers/historical_declination/
4. <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/WMM/image.shtml>
5. <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/data/poles/SP.xy>
6. Тertyshnikov A.V. Патент «Способ определения положения магнитного полюса Земли». Заявка 2020134228/28(062757) от 19.10.2020.
7. Brian Meyer; Richard Saltus; and Arnaud Chulliat 2017: EMAG2v3: Earth Magnetic Anomaly Grid (2-arc-minute resolution). Version 3. NOAA National Centers for Environmental Information. <https://doi.org/10.7289/V5H70CVX>

ESTIMATES OF THE POSITION OF THE NORTH MAGNETIC POLE IN 2021 ACCORDING TO DATA FROM THE SCIENTIFIC EXPEDITION VESSEL "MIKHAIL SOMOV"

Tertyshnikov A. V.

The results of a practical experiment on calculating the position of the north magnetic pole in 2021 are presented. Calculations were carried out according to estimates of the discrepancies of the calculated magnetic declinations with the data of the International Geomagnetic Analytical Field Model (IGRF13).

Measurements were carried out in the expedition "Arctic Floating University – 2021".

The verification of the IGRF 13 model in the Arctic was carried out according to the position of the Earth's north magnetic pole zone.

KEYWORDS: POLE, POSITIONING, COMPASS, MAGNETOMETRY, EXPERIMENT, MAGNETIC STORM, RESIDUALS