

М.С. Ефремкин

**ЛОКАЛЬНЫЕ ВЕКОВЫЕ ВАРИАЦИИ МАГНИТНОГО
ПОЛЯ ЗЕМЛИ ПО ДАННЫМ МАГНИТНОЙ
ОБСЕРВАТОРИИ «ВЛАДИВОСТОК»
ЗА ПЕРИОД 1952–2010 г.**

Проведено сравнение вариаций магнитного поля Земли за 1952–2010 гг., измеренных с использованием оборудования магнитной обсерватории «Владивосток» и вычисленных по глобальной модели IGRF. Сравнение показало хорошее качественное согласие вековых вариаций по измерениям и модели. В то же время найдены систематические количественные различия между ними, которые имеют приблизительно линейный временной тренд. Эти различия интерпретируются как локальная вековая вариация магнитного поля, характерная для места расположения магнитной обсерватории «Владивосток».

ВВЕДЕНИЕ

Вековые вариации магнитного поля Земли (МПЗ) в соответствии с положением их источников (ядро, мантия и кора Земли) подразделяются на глобальные, региональные и локальные. Вековые вариации, вычисленные по любой глобальной аналитической модели МПЗ, содержит глобальную и региональную компоненты, но не учитывают локальную компоненту. Вариации МПЗ, измеренные с использованием оборудования конкретной магнитной обсерватории (МО), содержат как глобальные и региональные, так и локальные вариации [2].

Сравнение вековых вариаций, измеренных с использованием оборудования конкретной МО и вычисленных по аналитической модели, позволяет получить:

1) тестовую проверку данных, измеренных с использованием оборудования данной МО;

2) возможность выделить локальную компоненту вековых вариаций, характерную для местности, где расположена данная МО.

В настоящей работе проведено сравнение вековых вариаций магнитного поля Земли, измеренных с использованием оборудования МО «Владивосток» (координаты 132°10' в.д., 43°41' с.ш.) [1] и вычисленных по глобальной аналитической модели International Geomagnetic Reference Field (IGRF) [3]. Результаты использованы для оценки достоверности измерений МПЗ с использованием оборудования МО «Владивосток» и выделения локальной составляющей вековой вариации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Наблюдения с использованием оборудования МО «Владивосток» проводились по принципу взаимного дополнения абсолютных и относительных измерений. Для абсолютных измерений использовались следующие приборы: деклинометр «ASKANIA», вертикальный магнитометр М-27, горизонтальный магнитометр QHM, протонный магнитометр ПМ-001 и оверхаузеровский датчик POS-1. Относительные измерения проводились с использованием вариометров системы Боброва, которые дают значения склонения, вертикальной, горизонтальной компонент и модуля индукции магнитного поля Земли. Среднегодовые значения для МО вычислялись путем усреднения по всем календарным дням соответствующего года при использовании для этого средних значений за полные сутки.

Для вычисления модельных значений компонент магнитного поля Земли использовано их представление рядом сферических гармонических функций [4]. Алгоритм для вычислений присоединенных полиномов Лежандра взят из [4]. Коэффициенты для ряда Фурье взяты из [3]. Высота МО «Владивосток» над уровнем моря принималась равной нулю (реальная высота ~150 м). Вычисления ряда были сделаны до $n = 8$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ И ВЫЧИСЛЕНИЙ

На рис. 1 представлена вековая вариация вертикальной компоненты Z , измеренной с использованием оборудования МО «Владиво-

сток» и вычисленной по модели IGRF. Можно отметить близкое подобие формы измеренной и модельной кривых изменения компоненты МПЗ. Это говорит о том, что измерения, сделанные с использованием оборудования МО «Владивосток», в целом достоверно описывают вековые вариации МПЗ. В то же время разность значений Z , измеренных с использованием оборудования МО «Владивосток» и вычисленных по модели IGRF (рис. 2), показывает приблизительно линейный

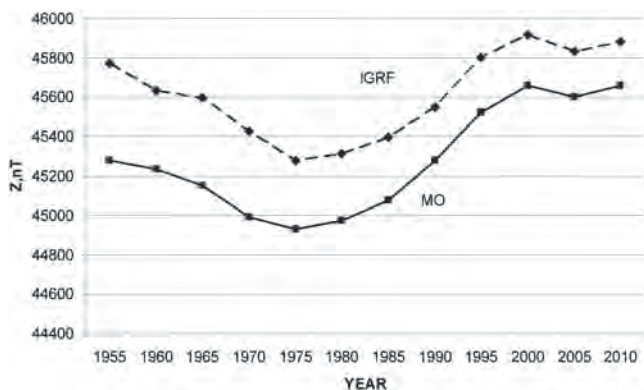


Рис. 1. Сравнение вековых вариаций Z -компоненты МПЗ, измеренной с использованием оборудования МО «Владивосток» и вычисленной по модели IGRF

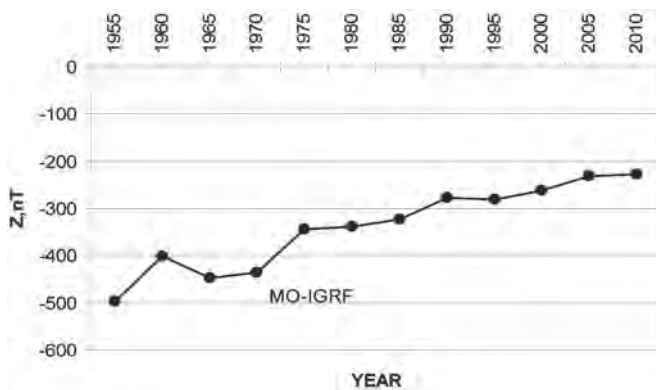


Рис. 2. Разность значений Z , измеренных с использованием оборудования МО «Владивосток» и вычисленных по модели IGRF

тренд, который представляет собой локальную вековую вариацию Z -компоненты для места расположения МО «Владивосток».

На рис. 3 представлено сравнение вековых вариаций горизонтальной компоненты H , измеренных с использованием оборудования МО «Владивосток» и вычисленных по модели IGRF. Так же, как в случае компоненты Z , описанном выше, имеется близкое сходство в форме кривых векового изменения компоненты H по измерениям и по модели, но имеется также и систематический тренд в их разности (рис. 4), указывающий на присутствие локальной вековой вариации.

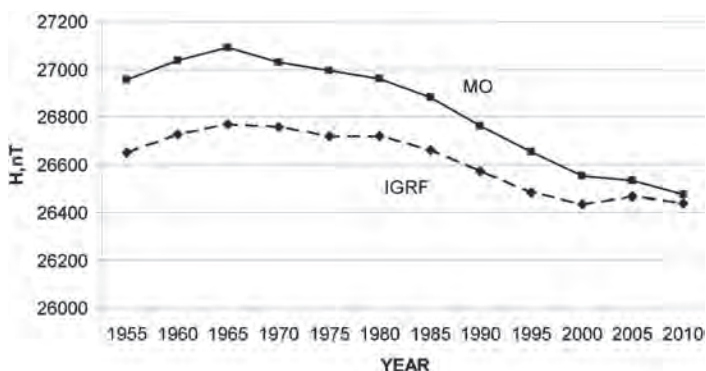


Рис. 3. Вековые вариации горизонтальной компоненты МПЗ H , измеренные с использованием оборудования МО «Владивосток» и вычисленные по модели IGRF

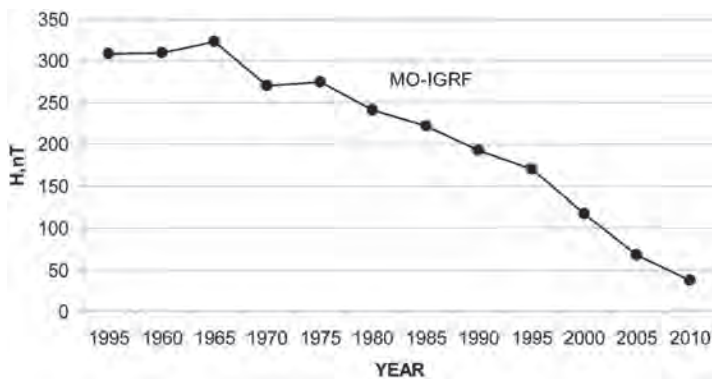


Рис. 4. Разность значений H , измеренных с использованием оборудования МО «Владивосток» и вычисленных по модели IGRF

При сравнении измеренных и модельных значений полного вектора МПЗ (рис. 5, 6), кроме хорошего согласия формы кривых изменения этих параметров, можно отметить и отсутствие значительного линейного тренда у их разности.

Таким образом, локальная вековая вариация приводит к приблизительно линейному возрастанию вертикальной компоненты и уменьшению горизонтальной (относительно модельных значений), то есть она отражается главным образом в изменении наклона

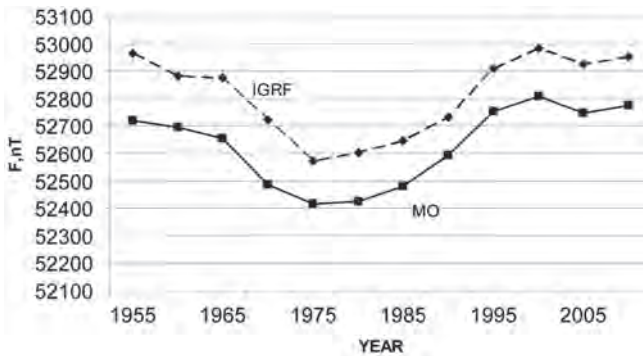


Рис. 5. Вековые вариации полного вектора МПЗ F_T , измеренные с использованием оборудования МО «Владивосток» и вычисленные по модели IGRF



Рис. 6. Разность значений полного вектора МПЗ, измеренных с использованием оборудования МО «Владивосток» и вычисленных по модели IGRF

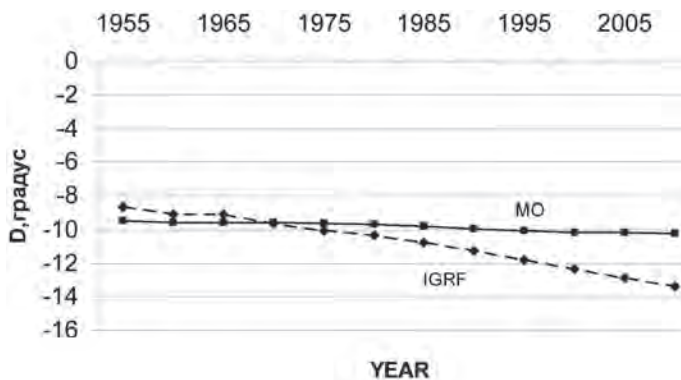


Рис. 7. Вековые вариации склонения D , измеренные с использованием оборудования МО «Владивосток» и вычисленные по модели IGRF

вектора магнитного поля. Сравнение значений магнитного склонения D (рис. 7) показывает, что локальная вековая вариация приводит также к прогрессивному отклонению D относительно модельных значений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из поведения компонент Z , H , и F магнитного поля Земли следует, что кривые долговременных (вековых) вариаций, построенные по измерениям МО «Владивосток» и вычисленные на основе глобальной модели IGRF, близки по форме. Это говорит о том, что измерения МО «Владивосток» в целом достоверно описывают вековые вариации МПЗ. При этом, однако, имеются систематические и приблизительно линейно изменяющиеся со временем количественные различия между измеренными и вычисленными по модели значениями компонент МПЗ Z и H . Линейно возрастающее со временем отклонение от модельных значений имеет место также в случае склонения магнитного поля D . Указанные различия представляют собой локальную компоненту вековых вариаций, характерную для места расположения магнитной обсерватории «Владивосток».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов А.В., Ефрешкин М.С. Измерительный комплекс магнитной обсерватории «Владивосток» // Магнитные поля и активные процессы на Солнце. Владивосток: Дальнаука. 2011. С. 19–29.
2. Сергеев В.А., Цыганенко Н.А. Магнитосфера Земли. М.: Наука, 1980.
3. Finlay C.C. et al. Evaluation of candidate geomagnetic field models for IGRF-11 // Earth Planets Space. 2010. Vol. 62, № 10. P. 787–804.
4. <http://www.ngdc.noaa.gov/AGA/vmod/igrf.html>