

Особенности изменения магнитного момента Земли по наблюдениям в различных точках земной поверхности

СЕМАКОВ Н.Н.

Институт геологии и минералогии СО РАН, Россия

semakov@igm.nsc.ru

Непрерывная запись трех независимых параметров вектора магнитного поля в магнитной обсерватории дает наиболее полную и достоверную информацию об изменениях во времени любого из семи элементов земного магнетизма: склонения (D) и наклонения (I), горизонтальной (H), северной (X), восточной (Y) и вертикальной (Z) составляющих, а также модуля вектора магнитного поля (T). Все эти параметры магнитного поля мы можем однозначно связать с параметрами одного диполя, расположенного на любом расстоянии (R) от точки измерения, но определенным образом ориентированного и имеющего определенный магнитный момент (M). Изменением ориентации и магнитного момента этого диполя можно описать меняющиеся во времени параметры магнитного поля. Но единого даже для двух точек диполя может и не существовать.

Сопоставление параметров магнитного поля в разных точках и в разное время затруднено тем обстоятельством, что значение так называемых “силовых” элементов земного магнетизма (H, X, Y, Z, T) изменяются не только при изменении магнитного момента диполя, но и при изменении его ориентации. Поэтому встречаются, хотя и не часто, ситуации, когда изменения величин T и M имеют противоположный знак.

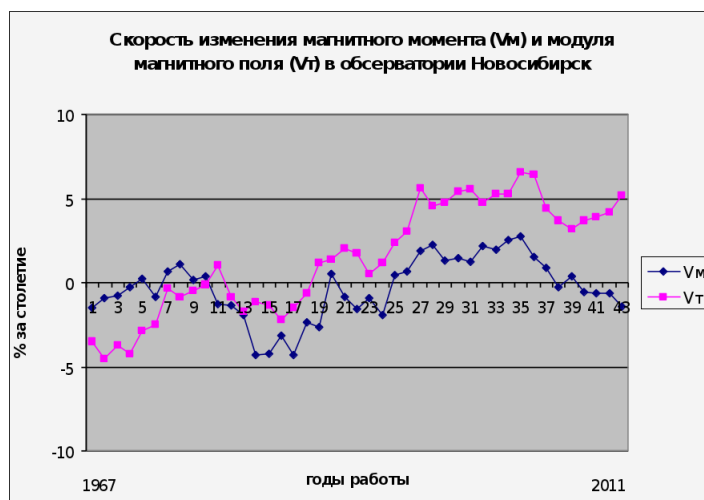


Рис. 1.

На рис.1 заметно, что в последние годы величина магнитного поля в обсерватории Новосибирск возрастает со скоростью 3-5% за столетие, а магнитный момент диполя убывает со скоростью 1-2% за столетие. Противоположный характер изменения M и T наблюдался здесь также в 1974-1978 и в 1988-1992 году.

Единицы, в которых отражено на этом и последующих графиках изменение магнитного момента и модуля магнитного поля (% за столетие) выбраны не случайно: именно в таких единицах чаще всего публикуются сведения об уменьшении “среднего” магнитного момента Земли за время инструментальных наблюдений. Но вопрос о том, из каких “региональных” тенденций складывается это “глобальное уменьшение” и насколько корректна задача его получения, обычно не рассматривается. Хотя необходимо отметить, что для изучения именно этих вопросов еще в начале 20-го века американским геофизиком

Л.А.Бауэром было предложено использовать величину G , связанную с магнитным моментом диполя (M) и расстоянием до него (R) простым соотношением: $M=G \cdot R^3$ [1]. Бауэр назвал G “локальной магнитной постоянной”, но возможно по причине непонятого или не принятого некоторыми коллегами названия эта характеристика магнитного поля не получила широкого применения, хотя отдельные исследователи и обращались к ней для решения конкретных вопросов [2,3]. “Постоянство” G означает ее неизменность при любом изменении ориентации диполя. То есть для модели единого центрального диполя эта величина должна зависеть только от расстояния до этого диполя и его магнитного момента.

Для расчета величины G и сравнения характера изменения магнитного момента в разных регионах мы пользовались данными о среднегодовых значениях измеряемых в обсерваториях элементов земного магнетизма с сайта <http://geomag.org> и имеющимися в нашем распоряжении каталогами.

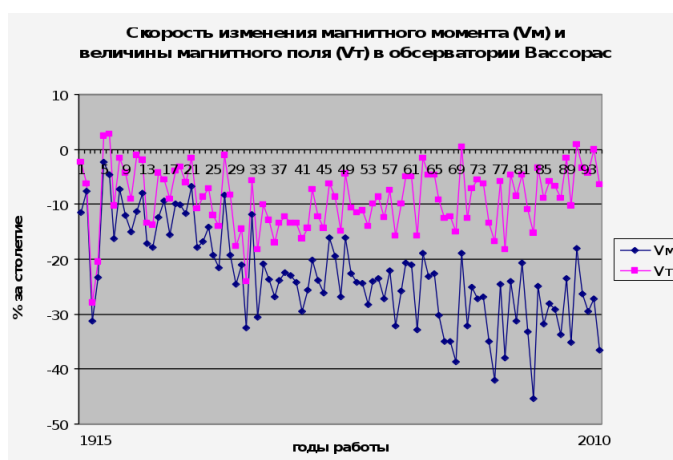


Рис. 2.

На рис.2 видно, что магнитный момент по данным обсерватории Вассорас (Бразилия) убывает за последние десятилетия со скоростями, достигающими 30 и более процентов за столетие и значительно превышающими скорость уменьшения величины магнитного поля.

Обсерватории с длинными рядами наблюдений показывают, что скорость изменения магнитного момента (V_m) подвержены вековым вариациям с характерными временами, близкими к временам самых значительных по амплитуде 60-летних вековых вариаций величины магнитного поля.

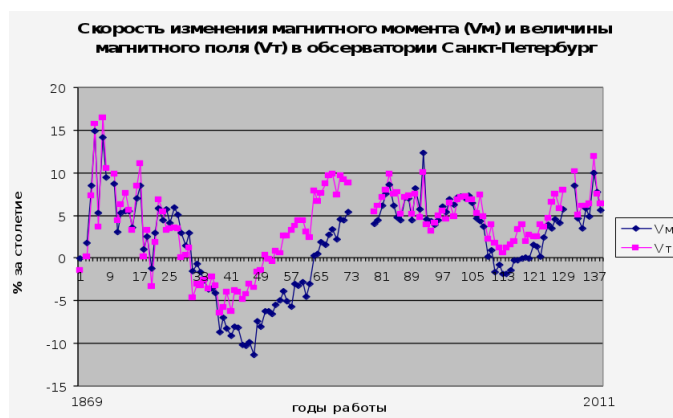


Рис. 3.

На рис.3 прослеживается циклический характер изменения магнитных параметров в обсерватории Санкт - Петербург. Разрывы кривых связаны с переносом обсерватории и изменением базисных значений.

Глобальные пространственные неоднородности и вековых вариации угловых (D, I) и так называемых “силовых” (H, X, Y, Z, T) элементов земного магнитизма изучаются достаточно интенсивно. Что же касается глобальных пространственно-временных неоднородностей величины G , в полном смысле слова силовой характеристикой магнитного поля в любой точке земной поверхности, зависящей не от ориентации диполя, а только от его магнитного момента, то со времен Бауэра изучению этих неоднородностей лишь изредка придавалось какое-то значение /4/.

Между тем, наличие в настоящее время двух отчетливых глобальных особенностей локальной магнитной постоянной (максимума с эпицентром в районе Бенгальского залива и минимума с эпицентром в Капской котловине) свидетельствует, к примеру, о бесперспективности поиска “оптимального” единого для Земли смещенного диполя. При существенном, в сравнении с различием в экваториальном и полярном радиусах, смещении единого диполя от центра Земли, расстояние между максимумом G (в ближайшей к диполю точке) и минимумом G (в наиболее удаленной от диполя точке) должно равняться 180 градусам дуги большого круга. Но в действительности расстояние между указанными выше областями с максимальным и минимальным значением G не превышает 100 градусов. В то же время, разброс в значениях величины G слишком велик (41 000 нТ и 15 000 нТ), чтобы можно было объяснить его формой и рельефом земной поверхности в рамках модели единого центрального диполя.

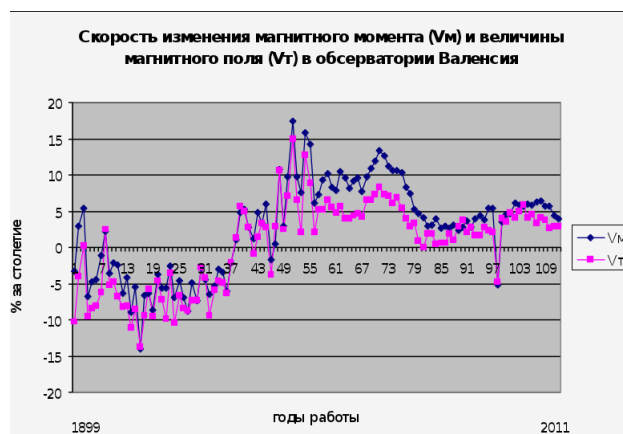


Рис. 4.

Для обсерваторий Валенсия (Ирландия) и Санкт – Петербург можно отметить как общие черты в ходе кривых V_m в одни и те же годы, так и некоторые отличия, что говорит о возможной некорректности в случае осреднения даже при не очень большой удаленности точек. Это касается не в меньшей степени и временного осреднения.

Литература

1. *Bauer L.A.* The local magnetic constant and its variations // Terr. Mag. –sept.1914.- V.19.- P.113-125.- Washington.
2. *Ispir Y., Isikara A.M., Ozden H.* Variation in the local magnetic constant and conductivity of Turkey // J.Geomag.Res. -1976. – V.103.- P.17489-17504.

3. *Bronstein K.G.* Application of a local magnetic constant for geological interpretation of magnetic anomalies // Information book on terrestrial magnetism and electricity. -1937.- №3.- P.16-17.- Leningrad.
4. *Семаков Н.Н.* Глобальные закономерности изменения магнитного момента Земли по данным магнитных обсерваторий // Геология и геофизика.- 1996.-Т.37.- №11.- С.83-87.

Peculiarities of the Earth magnetic moment change according to the observations at different points of the Earth surface

Semakov N.N.

Institute of Geology and Minerology SB RAS, Russia

Estimations of local magnetic constant in different regions during one epoch and of magnetic moment change rate during magnetic observatory operation with long observation series have been carried out. A number of interesting regularities have been determined which make us to be more attentive to the investigation of global and regional peculiarities in spatial-temporal morphology of the Earth magnetic field. Within the hypothesis on a single central dipole, it is impossible to explain the difference in the observable characteristics of the magnetic field by the Earth surface form and relief. Real distances from this surface to the center of the Earth differ by not more than 28 km (the top of Chimborazo Mountain in Ecuador and the ice surface in the North Pole). But for the same value of central dipole magnetic moment the distance difference to it from the farthest and the closest points of the Earth surface must exceed 2200 km. The hypothesis on a single shifted dipole also contradicts with magnetic observatory data transformed into local magnetic constant, introduced at the beginning of the 20-th century by Bauer L.A. just to estimate the Earth magnetic moment change in different regions, and forgotten, to our opinion, unfairly by modern magnetologists. "Average" decrease of the Earth magnetic moment with the rate of 5 percent per a century is, in reality, composed of its increase in some regions with the rates up to 20 percent per a century and decrease in other regions with the rates up to 50 percent per a century. For the majority of the magnetic observatories, magnetic moment change rate also undergoes considerable in amplitude variations with characteristic time of about 60-100 years.