

ОСОБЕННОСТИ ГЕОМАГНИТНЫХ ВАРИАЦИЙ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ

© 2012 г. А. О. Симонян, М. В. Оганян, А. С. Хачатрян

*Институт геофизики и инженерной сейсмологии им. А.Г. Назарова НАН РА,
Армения 3115, Гюмри, В.Саргсяна 5
E-mail: as_iges@freenet.am
Поступила в редакцию 16.05.2011 г.*

В работе решается проблема выделения локальных геомагнитных вариаций на фоне вариаций внешних источников и глобального характера вариаций, генерированных в жидком ядре Земли процессами, тесно связанными с генерацией и поддержкой ее магнитного поля. Выделены особенности геомагнитных вариаций, характерных для пунктов измерений в северной части территории Армении. Региональный фон внутренних вариаций оценивается согласно высокоточным международным моделям IGRF, а внешних – сериями индексов солнечной и геомагнитной активностей. Получены предварительные результаты по особенностям электропроводности нижних слоев Земли и тектонической активности области исследований путем анализа амплитудно-частотных и пространственных характеристик выделенных локальных вариаций геомагнитного поля.

Локальными аномалиями геомагнитного поля и его вариаций принято называть аномалии, связанные с неоднородностями распределения намагниченных горных пород, залегающих в земной коре и верхней мантии, где температура ниже точки размагничивания горных минералов (точки Кюри), и динамическими особенностями региона наблюдений, приводящих к изменению намагниченности пород, равно как и электрической проводимости, неоднородной в пространстве и нестационарной во времени. Трудность выделения аномалий этих источников обусловлена тем, что вызванное ими магнитное поле и его вариации составляют лишь незначительную часть суммарного поля и его вариаций, отраженных в наземных магнитных наблюдениях, и еще меньшую долю измеренных величин, полученных из наблюдений, проводимых в околоземном пространстве. Лишь систематические данные из разных точек земной поверхности позволяют выявить аномальную часть геомагнитных вариаций, которая представляет серьезный научный и практический интерес, вызванный, в частности, их связью с изменениями поля упругих напряжений в процессе тектонической активности разных регионов земной поверхности. Данная работа посвящена выделению и изучению особенностей локальных геомагнитных вариаций из серий данных режимных наблюдений модуля полного вектора напряженности геомагнитного поля (T), предоставляемых действующими на территории Армении магнитометрическими станциями на основе результатов анализа регионального фона вариаций главного поля и полей внешних источников (Симонян и др., 2011).

Данные и их анализ

Анализируя данные систематических наблюдений модуля полного вектора геомагнитного поля (T), проводимых с 1983г. на территории Армении на магнитных станциях “Артик”, “Бавра”, “Гюлагарак”, “Степанаван”, “Карчахпюр” и “Джермук”, установлено, что интервалом, покрытым сериями данных минимум 2-3 станций, является период с 1 октября 2007 года по 30 ноября 2008 года. При этом данные лишь некоторых станций удовлетворяют требованию о непрерывности рядов при дискретизации измерений, позволяющей выделить и изучить наиболее полный спектр геомагнитных вариаций и особенностей их проявления на территории Армении. Оказалось, что в абсолютном большинстве случаев станции обеспечивают данными, полученными при режиме измерений с интервалом в 1 час, и лишь станции, действующие в северной части территории Армении, обеспечивают более или менее регулярными сериями данных, полученных при измерительном режиме с интервалом в 5 минут. В результате анализа данных оказалось, что только данные кратких периодных интервалов могут обеспечить статистически значимые результаты при выявлении особенностей геомагнитных вариаций в диапазоне спектра с нижним пределом, определяемым продолжительностью суточных вариаций, и верхним – продолжительностью годовых или сезонных. Из вековых вариаций очевидно, что по этим данным можно только оценить вековой ход поля от 2007 года к 2008 году.

Основная часть векового хода, проявляющегося в среднесуточных значениях данных наблюдений в виде медленного тренда (Симонян и др., 2011), обусловлена вековыми вариациями главного магнитного поля Земли, которое генерируется в жидком ядре нашей планеты и неразрывно связано с процессами генерации самого магнитного поля Земли. Последние имеют региональный характер в своем проявлении на земной поверхности, являясь, также как и само поле, функциями от пространственных координат и определяются как временные изменения среднегодовых значений поля, зарегистрированного в разных точках земной поверхности. Ими обусловлены временные изменения международных и эквивалентных им пространственных моделей геомагнитного поля, построенных для разных эпох (Bloxham & Jackson, 1992; Rygaard-Hjalsted et al., 1997; Cain et al., 2002a; Cain et al., 2002b; Sabaka et al., 2002; Finlay et al., 2010); в связи с этим появляется необходимость постоянного обновления этих моделей. Известно, что модели IGRF (International Geomagnetic Reference Field) строятся для эпох с интервалом в 5 лет, внутри которого подразумевается постоянный вековой ход и, соответственно, линейный характер кумулятивных временных изменений поля. В последнее время наряду с глобальными международными моделями поля (IGRF) строятся и глобальные пространственные модели векового хода, которые, по существу, используются для прогноза значений геомагнитного поля и его вариаций до появления уточненной пространственной модели поля на следующую пятилетку.

IGRF модели на соответствующий период времени нами были использованы для вычисления значений T в точках магнитных станций при выделении возможных аномалий вековых вариаций главного поля из серий данных этих станций (Симонян и др., 2011). Следует иметь в виду, что точность таким образом определенных серий значений поля определяется точностью IGRF по представлению поля в пространстве и во времени. Отметим, что значения векового хода, определенные скоростью трендовых изменений серий наблюдений, составляют 39.5 и 34.4 нТл/год по данным Гюлагарака и Бавры соответственно. Вековой ход для этого интервала времени в точках этих станций, определенный по скорости тренда представленных серий модельных (IGRF) значений поля, соответственно составляет 38.6 и 38.1 нТл/год. Для сравнения отметим, что расчетное значение векового хода, определенное непосредственно из международных моделей вековых вариаций, в точке станции “Арктик” находится в этом же диапазоне амплитуд и составляет 38.4 нТл/год. То есть проявляющийся в серии (с дискретизацией в основном один час) станции “Арктик” слабый отрицательный тренд не вписывается в общую картину по проявлению регионального векового хода, который четко выделяется как по модельным сериям, так и по сериям данных наблюдений остальных двух станций. Разумно предположить, что на этой серии наблюдений проявляется низкая аппаратная и/или измерительная точность, причиной которой может быть высокий уровень бытовых или технических помех, искажающих данные наблюдений на этой станции. Ввиду этого эта серия не представляется в данной работе, хотя некоторые аспекты этой серии будут анализироваться и дальше.

При общей согласованности значений векового хода, выявленного двумя другими сериями между собой и со значениями глобального поля вековых вариаций, следует отметить, что разница между обнаруженными численными оценками заслуживает дальнейшего анализа. Так, если разницу между зарегистрированными и модельными значениями векового хода в точке “Гюлагарак” (0.9 нТл/год) можно объяснить эффектом индукции, отражающей глубинную электропроводность Земли (напомним, ее вклад в вековой ход, определенном по серии I_t значений, составляет ≈ 0.6 нТл/год - 0.68 нТл $\times 12/14 \times 1/\cdot$ год), и/или погрешностью глобальных моделей вековых вариаций в описании регионального векового хода, то разницу 3.7 нТл/год, полученную между соответствующими значениями в точке “Бавра”, трудно объяснить этими эффектами. Ее трудно объяснить также и временным изменением индукционной и вязкой намагниченностей – изменением поля коры под воздействием главного поля и его вековых вариаций, происходящим за счет магнитной восприимчивости пород, залегающих в земной коре. Разница в осредненных по времени абсолютных значениях величин поля, характерных для точек этих станций и обусловленных различием магнитной восприимчивости пород, составляет около 200 нТл. При этом по данным из регионов, для которых существуют уточненные данные магнитной восприимчивости пород,

установлено, что величина индуцированного поля за счет изменения намагниченности даже с большими значениями VIS (Vertically Integrated Susceptibility) составляет всего доли нанотесла (Thebault et al., 2009). Следовательно, можно считать, что обнаруженная между данными наблюдений и IGRF моделей разница в осредненных значениях поля, составляющая для исследуемых точек первые сотни нанотесла (рис. 1), скорее всего, характеризует точность глобальных пространственных моделей магнитного поля Земли по описанию регионального поля. Она находится в пределах погрешности мировых моделей, возникающей, в частности, при описании поля регионов, лишенных данных магнитных обсерваторий, или высокоточных данных повторных измерений, которые анализировались бы при построении глобальных международных пространственных моделей.

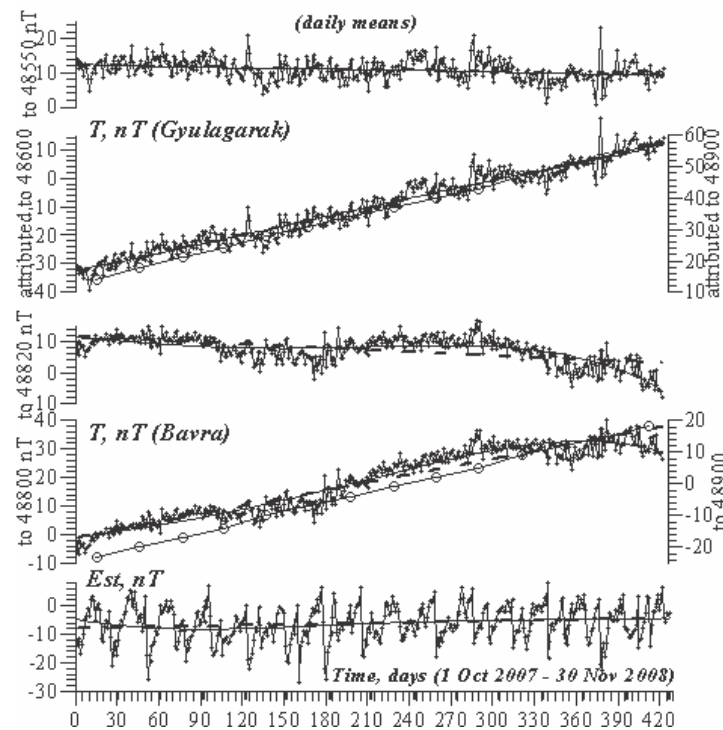


Рис. 1. Серии среднесуточных значений геомагнитного поля после удаления индуцированных кольцевым током I_c вариаций – нижние кривые соответствующих станций, и после удаления векового хода главного геомагнитного поля вместе с трендом, обусловленным внешней E_{ext} частью вариаций кольцевого тока – верхние кривые.

Относительно особенностей более быстротечных вариаций, проявленных на серии станции “Бавра” важно отметить также, что на этой серии четко выделяется сезонный ход в виде положительного относительно биаса

– осредненного во времени базисного поля с учетом тренда, представляющего обнаруженных в точке наблюдения вариации более низких частот, пика с центром в летние месяцы. На рис. 1 четко демонстрируются отмеченные локальные особенности вариаций, выявленные после соответствующих вычетов глобального и/или крупно регионального масштабов полей внутреннего и внешнего происхождения. Для анализа высокочастотных вариаций чисто внешних источников на рис. 1 представлена также серия среднесуточных значений E_{st} -индексов. В качестве поправки, внесенной за счет широты точек наблюдений, приведенная на рис. 1 серия E_{st} представлена в масштабе в два раза меньше масштаба представления серий магнитных станций. Представительно, что по высокочастотным вариациям, проявленным во временных сериях среднесуточных значений геомагнитного поля, кривые на рис. 1 хорошо согласованы между собой. При сравнении выявленных на сериях наблюдений амплитуд высокочастотных вариаций с аналогичными амплитудами на серии I_{st} -индексов обнаруживается, что они часто очень близки. Но интересно, что отрицательный пик в годовых вариациях индексов активности, который приурочен к зимнему или весеннему сезону, ни на одной серии магнитометрических станций не выделяется.

Кривые, полученные после вычета индуцированной кольцевым током части вариаций (I_{st}), представлены внизу, в парах кривых соответствующих станций. При их анализе видим, что в результате общего уменьшения фона высокочастотных вариаций, корреляция между сериями наблюдений по оставшимся высокочастотным вариациям явно внешнего происхождения улучшается благодаря чему особенности вариаций, зарегистрированных на разных станциях, становятся более отчетливыми. При этом, однако, их амплитуды остаются значимыми. Но разница этих амплитуд от амплитуд вариаций серии E_{st} даже при учете поправки за широту, приблизительно внесенной разницей в масштабах представления является существенной. Поэтому вычет последних из первых кажется мало результативным. В наблюдаемом различии амплитуд, видимо, сказывается также факт, что серии наблюдений представлены не по H -составляющей (в соответствии с серией индексов активности), а по T -значениям, хотя на наших широтах связанные с Z -составляющей внешние вариации не имеют существенного влияния. Ввиду всего этого из серий наблюдений была удалена только трендовая/низкочастотная составляющая, характерная E_{st} серии за период наблюдений, а также крупно-регионального характера тренд за вековой ход, выделенный глобальными пространственными моделями IGRF (рис. 1 – светлые кружочки со шкалой справа). Результирующие серии с поправкой на постоянные составляющие (20 и -50 нТл соответственно для “Бавры” и “Гюлагарака”) на рис. 1 представлены наверху, в каждой паре кривых для соответствующих станций.

Общим для результирующих кривых является то, что на них выделяется слабый отрицательный тренд, указывающий на медленное, с характерным временем больше года, уменьшение регионального поля.

Следует обратить внимание, что аналогичной формы тренд наблюдается и на серии “Артик” (Симонян и др., 2011, рис. 3), который, однако, трудно считать достоверным хотя бы ввиду того, что на ней не отражается гораздо более сильный тренд за счет регионального фона векового хода главного поля. Отметим, что разница между координатами – $\varphi = 40^{\circ}37'$, $\lambda = 43^{\circ}58'$; $\varphi = 40^{\circ}58'$, $\lambda = 44^{\circ}28'$ и $\varphi = 41^{\circ}07'$, $\lambda = 43^{\circ}47'$ для станций “Артик”, “Гюлагарак” и “Бавра” – соответственно, а прямые расстояния между ними в километрах: 57 км – “Гюлагарак”-“Бавра”, 55.2 км – “Артик”-“Бавра” и 54 км – “Артик”-“Гюлагарак”. Эти расстояния недостаточны, чтобы серии этих станций заметно отличались по описанию векового хода главного поля при значении хода около 38 нТл/год при точности международных моделей, описывающих вековые вариации с погрешностью, не превышающей единицы нанотесла в год, а для регионов, покрытых высокоточными данными магнитных обсерваторий, десятых долей нанотесла в год. Несмотря на то, что по описанию вариаций низких частот представленные на рис. 1 серии проявляют общую закономерность, они достаточно четко отличаются по описанию от среднечастотных или годовых вариаций. Размах амплитуды четко выделяющихся на серии “Бавра” сезонных вариаций составляет 15 нТл , при их практическом отсутствии на серии “Гюлагарак”. Разумно предположить, что источником обнаруженных сезонных вариаций являются особенности строения верхних слоев Земли, так как, во-первых, представленная серия максимально очищена от влияния вариаций внешних источников, и, во-вторых, вариации такой же периодичности на сериях индексов солнечной и геомагнитной активности имеют несравненно малую амплитуду (рис. 1). Нижняя кромка глубины залегания источников сезонных вариаций определяется скин-глубиной проникновения этих частот согласно соотношению $\delta = \sqrt{\rho T / \pi \mu_0}$, где ρ – удельное электрическое сопротивление, μ_0 – магнитная проницаемость среды, T – период переменного поля, и для усредненного значения глубинной электропроводности оценивается величиной в $1500 \div 2000 \text{ км}$ (напр., Olsen, EM-sources_encyclopedia).

Отличие от нуля средних, характеризующих серии среднесуточных значений геомагнитных наблюдений, после их очищения от влияния внешних и внутренних вариаций глобального и регионального масштабов, указывает на наличие в представленных сериях индуцированной составляющей, вызванной солнечно-суточными (S_r) вариациями (Olsen et al., 2005b). С учетом того, что они составляют 7.3 и 10.8 нТл (после внесенной поправки) соответственно для серий “Бавра” и “Гюлагарак”, можно предположить, что в частотном диапазоне, характерном для суточных вариаций, которые к тому же связаны с глубинами $300\text{--}600 \text{ км}$, интенсивность индуцированного поля больше в данных станции “Гюлагарак”.

Ввиду недостаточного качества и количества и/или непрерывности предоставленных наблюдений для наиболее устойчивого и достоверного анализа высокочастотных вариаций, т.е. гармоник S_r -вариаций с характер-

ными временами меньше одних суток, они изучались по интегральной – энергетической характеристике, которая представлялась значением дисперсии (относительно среднесуточных значений), нормированной по количеству данных наблюдений, проводимых в течение одного дня. Надо отметить, что в результате предварительной чистки данных от случайных выбросов, количество использованных данных отличается от количества измерений, обеспеченных режимными наблюдениями в течение одних суток.

Такое представление позволило с помощью статистической характеристики серий данных проанализировать интенсивность суточных вариаций. Точнее было бы в качестве нормирующего множителя взять $1/n^2$ вместо $1/n$, но это сильно подавило бы вариации, а еще больше – их особенности, которым характерны небольшие значения амплитуд.

Серии значений дисперсии для станций “Гюлагарак”, “Бавра”, а также для D_{st} индексов, вместе с сериями значений эквивалентных амплитуд общей геомагнитной активности (A_p), представлены на рис. 2. Отметим, что с учетом специфики данных локальные биасы представлены не линейной, а параболической аппроксимацией (сплошные кривые). Для более точного выявления амплитудно-фазовых особенностей среднечастотных или годовых вариаций, проявленных в полученных сериях, последние аппроксимированы также полиномами 7-й степени (штриховые линии). Характерно, что при таком представлении серий сезонные вариации появляются и в D_{st} - индексах, несмотря на малую величину их амплитуды по сравнению с амплитудами более высокочастотных вариаций. При этом по фазе они находятся в четкой корреляции с сезонными вариациями, проявленными на серии A_p индексов, амплитуда у которых больше. Одновременно, достоверные значения амплитуд сезонных вариации теперь проявляются и в сериях данных наблюдений, которые, к тому же, находятся в корреляции (точнее, в характерной антикорреляции) с представленной серией по D_{st} - индексам. Несмотря на некоторые особенности проявления, из которых особого внимания заслуживает обнаруживаемая разница в амплитудах, идентичность временной характеристики обнаруженных вариаций является очевидной. Эта разница, видимо, свидетельствует о чувствительности данных наблюдений к воздействию локальных ионосферных токовых систем, подверженных влиянию сезонных вариаций общей геомагнитной возмущенности, которая находит свое четкое отражение в серии индексов эквивалентных амплитуд (A_p).

Очевидно также, что амплитуда годовых вариаций на серии “Бавра” больше амплитуды, проявленной на серии “Гюлагарак” (штриховые кривые с размахом в 80 и 60 nTl^2 соответственно). Амплитуду сезонных вариаций, обнаруженную на рис. 2 по серии станции “Бавра”, трудно объяснить чистым проявлением явления индукции, ввиду соотношения между ними и значениями амплитуд на сериях, характеризующих внешние вариации. Разумно предположить, что происходит, скорее, суперпозиция индуцированного и индуцирующих полей. К тому же сезонные вариации,

выделенные на сериях внешних вариаций, по фазе достаточно четко соответствуют вариациям, выявленным по данным этой станции.

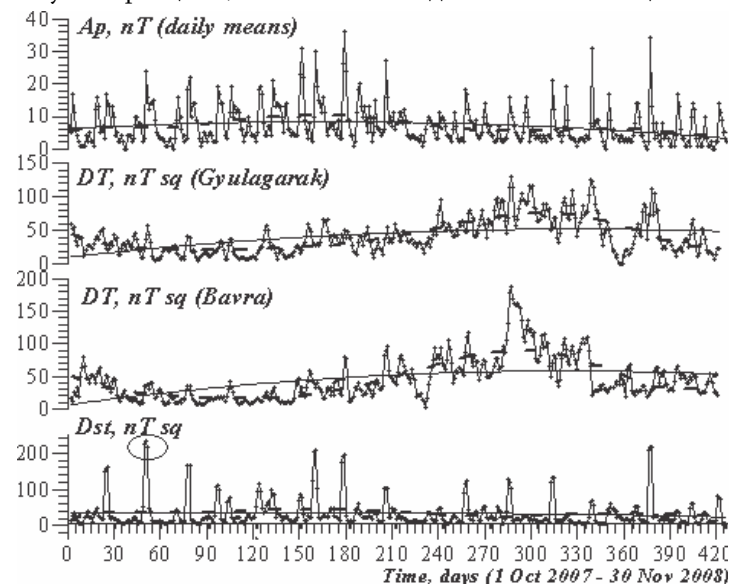


Рис. 2. Верхняя кривая – серия среднесуточных значений эквивалентных амплитуд (A_p) солнечной и геомагнитной активностей. Нижние кривые – временные серии интенсивности солнечно-суточных вариаций и их гармоник, определенные по данным наблюдений на станциях “Гюлагарак” и “Бавра” и по значениям D_{st} индексов. Сплошные кривые соответствуют параболической аппроксимации серий, штриховые – аппроксимации полиномами 7-й степени.

Годовые вариации, проявленные с меньшей амплитудой на серии станции “Гюлагарак”, по интенсивности больше соответствуют вариациям, выделенным на сериях индексов геомагнитной активности, однако по фазе сдвинуты относительно последних почти на месяц. При этом в спектре более высоких частот временная корреляция между этой серией и серией A_p является достаточно высокой. А особенности вариаций, проявленные за июль-сентябрь, находятся в хорошей корреляции с особенностями, проявленными в том же интервале времени на серии данных станции “Бавра”, что, очевидно, свидетельствует об общем характере глубинных особенностей, проявляющихся на близко, относительно глубины неоднородностей, расположенных станциях магнитных наблюдений. Причину наблюдаемого фазового сдвига в проявлении сезонных вариаций на серии “Гюлагарак” как относительно “Бавра”, так и относительно серий внешних вариаций, следует искать в латеральных неоднородностях электропроводности, присущих региону наблюдений. Дальнейшее изучение этого явления планируется проводить путем математического расчета комплексной величины Q-отклика по соответствующему фазовому сдвигу между падающей и индуцированной волнами, по мнимой части которой можно

будет точно оценить латеральные неоднородности электропроводности внутренних слоев Земли (Kuvshinov et al., 2007).

Анализ проявленных в данных этих станциях солнечно-суточных вариаций (S_r) вместе с данными по геомагнитной активности (D_{st} и a_p индексы) показал, что на станции “Гюлагарак” пик солнечно-суточных вариаций в ряде случаев оказывается смещенным к ранним часам утра. Это заслуживало особого внимания ввиду обнаруженного на той же станции фазового сдвига в проявлении сезонных вариаций. Но скудность качественной первичной информации и присущая сериям индексов активности ограниченность разрешающей способности во времени (для проявления высокочастотных гармоник S_r -вариаций) позволяют однозначным образом определить только то, что в июле месяце характерная S_r -вариациям максимальная амплитуда на серии данных “Гюлагарак” находится в большей временной корреляции с серией значений D_{st} . Максимальные амплитуды их наблюдаются также в раннее утреннее время, тогда как на серии данных “Бавра” она приходится в характерное для максимальных амплитуд суточных вариаций, порожденных ионосферной токовой системой (a_p -индексы), послеполуденное время. При этом наилучшая корреляция серии “Бавра” с сериями индексов активности наблюдается, когда последние мало искажены амплитудами вариаций высоких гармоник, к которым, однако, оказываются менее чувствительными вариации, наблюдаемые на станции “Гюлагарак”. Разница между S_r -вариациями на сериях наблюдений теоретически исчезает в середине октября 2007 г., когда Солнце является менее активным (Симонян и др., 2011, рис. 1), и, соответственно, вариации полей внешних источников, вызывающие индукцию, являются небольшими по амплитуде. Вариации, выделенные на всех кривых для этого периода (серии наблюдений и индексов геомагнитной активности), находятся в достаточно точной временной корреляции между собой.

То есть обнаруживается чувствительность вариаций, зарегистрированных на станции “Бавра”, к высокочастотным гармоникам S_r -вариаций локального (ионосферного) происхождения, а вариации на станции “Гюлагарак” – к низким частотам глобальных источников магнитосферного происхождения (соответствующие рисунки будут предоставлены по востребованию), которое, безусловно, заслуживает дальнейшего изучения с привлечением более полных и качественных данных. А пока из этого следует вывод, что обнаруженные на серии “Гюлагарак” особенности суточных вариаций связаны с источниками, охватывающими глубины до 300-600 км (толщина скин-слоя для S_r -вариаций), и проявляют глубинную и/или латеральную неоднородности электропроводности внутренних слоев Земли. При этом вариации на станции “Бавра” проявляют особенности, связанные, по всей видимости, со структурными неоднородностями на малых глубинах, соответствующих толщине земной коры.

Заключение

Проанализированы данные по модулю полного вектора напряженности геомагнитного поля (T) за период с 1 октября 2007 г. по 30 ноября 2008 г. магнитных измерений, проводимых на станциях режимных наблюдений на территории Армении, для решения задачи выделения вариаций разных источников, принадлежащих единому частотному диапазону. Период также, как и регион исследований, был ограничен наличием непрерывных и качественных серий наблюдений. Для идентификации фоновых вариаций внешних источников в сериях данных наблюдений магнитных станций были использованы временные серии глобальных индексов солнечной и геомагнитной активностей. Вариации внутренних источников, характерные для всего региона наблюдений, были определены по международным моделям геомагнитного поля (IGRF) и его вековых вариаций (T -значения). В результате проведенных исследований за анализируемый период 2007-2008 гг. в северной части территории Армении обнаружен отрицательный тренд геомагнитного поля, который не описывается вековыми вариациями главного поля и не является составной частью тренда, присущего внешним вариациям и индуцированного ими поля. Возможной причиной обнаруженных трендовых изменений поля, по характерному времени которых их следует рассматривать как аномальное изменение векового хода, являются динамические процессы, характерные сейсмически активной территории исследований, а наиболее возможным механизмом их образования является магнитоупругий эффект.

Путем анализа интегральной энергетической характеристики солнечно-суточных вариаций и их гармоник выделены годовые или сезонные вариации геомагнитного поля, вызванные с внешними источниками, от сезонных вариаций внутриземной природы, обнаруженных на серии станции "Бавра", по всей видимости, как отражение особенностей строения верхней мантии и вышележащих слоев Земли.

Анализ проявляющихся на сериях наблюдений S_r вариаций позволил установить, что в сериях станции "Гюлагарак" выделяются особенности вариаций, источником которых следует считать структуру литосферного слоя Земли и связанные с ним неоднородности электропроводимости, тогда как неоднородности электропроводимости, проявленные на станции "Бавра", связаны, по всей видимости, со структурными неоднородностями слоев земной коры.

Итого, путем изучения пространственно-временных особенностей проявления геомагнитных вариаций решена задача выделения вариаций разных источников, действующих в северной части территории Армении. Созданы методические предпосылки для использования данных режимных наблюдений геомагнитного поля в сопоставлении с глобальными моделями полей внешних и внутренних источников при решении задач, связанных с изучением геологической и тектонической структуры и динамического состояния внутренних слоев Земли в нашем регионе.

Работа выполнена в рамках проекта #496 ГК по науке МОИ РА.

ЛИТЕРАТУРА

- Симонян А.О., Оганян М.В., Хачатрян А.С.** Анализ вариаций внешних источников в сопоставлении с данными магнитных наблюдений проводимых на территории Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, N 3, 2011, с. 50-60.
- Bloxham J., Jackson A.** Time-dependent mapping of the magnetic field at the core-mantle boundary. J. Geophys. Res., v. 97, NO B13, 1992, pp. 19,537-19,563.
- Cain C., Ajayi O., Mozzoni D.** Forecasting the geomagnetic field at 2005 using Ørsted and observatory data. Geophys. Res. Lett., v. 29, NO 15, 2002a, .doi: 10.1029/2001GL013636.
- Cain C.J., Mozzoni D.T., Ferguson B.B., and Olufunto A.** Geomagnetic secular variation: 1995-2000. J. Geophys. Res. 2002b (Personal communication)
- Finlay C., Maus S., Beggan C., Hamoudi M., Lowes F.J., Olsen N. and Thebault E.** Evaluation of candidate geomagnetic field models for IGRF-11. Earth Planets Space, v. 62, 2010, pp. 787–804,
- Hulot G., Sabaka T. Olsen N.,** The present field. In Geomagnetism. Treatise Geophys., v. 5, 2007, pp. 33–75. Ed. G. Schubert, Elsevier, New York.
- Hulot G., Olsen N., Thebault E., Hemant K.** Crustal concealing of small-scale core-field secular variation. Geophys. J. Int. v. 177, 2009, pp. 361–366, doi: 10.1111/j.1365-246X.2009.04119.x
- Kuvshinov A., Olsen N.** A global model of mantle conductivity derived from 5 years of CHAMP, Ørsted, and SAC-C magnetic data. Geophys. Res. Lett., v. 33, L18301, 2006, doi: 10.1029/2006GL027083.
- Kuvshinov A., Manoj C, Olsen N., and Sabaka T.** On induction effects of geomagnetic daily variations from equatorial electrojet and solar quiet sources at low and middle latitudes. J. Geophys. Res., v. 112, 2007, B10102, Doi: 10.1029/2007jb004955.
- Olsen N.** Natural sources for electromagnetic induction studies. EM-sources_encyclopedia, pp. 696-700. Personal communication.
- Olsen N., Sabaka T. & Lowes F.** New parameterization of external and induced fields in geomagnetic field modeling, and a candidate model for IGRF 2005. Earth Planets Space, v. 57, 2005a, pp. 1141–1149.
- Olsen N., Lowes F. & Sabaka T.** Ionospheric and induced field leakage in geomagnetic field models, and derivation of candidate models for DGRF 1995 and DGRF 2000. Earth Planets Space, v. 57, 2005b, pp. 1191–1196.
- Rygaard-Hjalsted C., Constable C.G., and Parker R.L.** The influence of correlated crustal signals in modeling the main geomagnetic field. Geophys. J. Int., v. 130, 1997, pp. 717-726.
- Sabaka T.J, Olsen N, and Langel R.** A comprehensive model of the quiet-time near-Earth magnetic field: Phase 3. Geophysical Journal International v. 151, 2002, pp. 32–68.
- Thebault E., Hemant K., Hulot G. & Olsen, N.** On the geographical distribution of induced time-varying crustal magnetic fields. Geophys. Res. Lett., v. 36, 2009, L01307, doi:10.1029/2008GL036416.

Рецензенты С.Р. Оганесян, Р.Т.Мириджанян

ԵՐԿՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՎԱՐԻԱՑԻԱՆԵՐԻ
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՏԱՐԱԾՔԻ
ՀՅՈՒՄԻՍԱՑԻՆ ՄԱՍՈՒՄ

Ա.Հ.Միմոնյան, Մ.Վ.Օհանյան, Ա.Ս.Խաչատրյան

Ամփոփում

Աշխատանքում փորձ է արված առանձնացնել տեղական երկրաձևագնիսական վարիացիաները արտաքին աղբյուրների և գլոբալ

բնույթի Երկրի մագնիսական դաշտի վարիացիաների շարքում: Նկարագրվում են ՀՀ տարածքի հյուսիսային մասում դիտարկված երկրամագնիսական վարիացիաների առանձնահատկությունները:

Ներքին աղբյուրներով պայմանավորված վարիացիաների տարածաշրջանային ֆոնը գնահատվել է միջազգային IGRF գերձշգրիտ մոդելի համաձայն, իսկ արտաքին աղբյուրներովը որոշվել է արեգակնային ու երկրամագնիսական ակտիվության հարուցած շարքերի տվյալներով:

Երկրամագնիսական տեղական վարիացիաների ամպլիտուդահաճախային տարածական բնութագրերի վերլուծության միջոցով տրվում է ստորին հորիզոնների էլեկտրահաղորդականության, ինչպես նաև տեկտոնական ակտիվության նախնական գնահատականը:

SPECIAL FEATURES OF GEOMAGNETIC VARIATIONS IN THE NORTHERN PART OF THE TERRITORY OF ARMENIA

A.O.Simonyan, M.V.Ohanyan, and A.S.Khachatryan

Abstract

The problem of separation of local anomalies of geomagnetic variations from the variations of external origins and global feature geomagnetic variations generated in the Earth's deep interiors due to the processes closely connected with the generation and maintenance of its magnetic field is being solved. In the process of separation of geomagnetic variations, which are specific for measurement points in the northern part of the territory of Armenia the regional scale variations of internal origins were evaluated and removed from observational data temporal series by use of high-accuracy IGRF models and the external origins regional variations were estimated and removed using the temporal series of solar and geomagnetic activity indices. Preliminary results on characteristic properties of electrical conductivity of underlying layers of the Earth and tectonic activity of the area under investigations were achieved.