

ВАРИАЦИИ ВЕКТОРА ИНДУКЦИИ В СЕЙСМОАКТИВНЫХ РЕГИОНАХ

В мировой практике имеются наблюдения вариаций векторов индукции, связанных с геодинамическими процессами, что открывает перспективу использования векторов индукции в качестве предвестника землетрясений. В работе представлены результаты сопоставления вариаций векторов на двух японских станциях ESA и MIZ за январь – сентябрь 2009 г. с ближайшими землетрясениями.

Ключевые слова: землетрясение; вектор индукции; предвестник.

Введение

Известны случаи, когда изменения векторов индукции предшествовали или появлялись после сильных землетрясений. Они наблюдались в разных концах Земли: Румыния, Япония, Китай и др. Увеличение вектора с 0,3 до 0,45 наблюдали в течение 6 лет на обсерватории Сурлари около зоны Вранча (Румыния) перед коровым землетрясением магнитудой $M \approx 5$ в 1967 году, в то время как более сильные глубинные (> 80 км) землетрясения не сопровождалось подобными эффектами [Kharin, 1982]. На обсерватории Kakioka (Япония) изменение вектора Визе началось после Великого землетрясения Канто в 1923 г. и длилось на протяжении 10 лет [Shiraki & Yanagihara, 1977]. В Китае наблюдали подобные изменения от нескольких месяцев до двух лет перед землетрясениями Haicheng ($M7.3$) 1975, Tangshan ($M7.8$) 1976, Songpan ($M7.2$) 1976, Heze ($M5.9$) 1983 [Zeng et al., 1998].

Краткое описание метода

Линейное соотношение

$$B_z = AB_x + BB_y$$

было введено в магнитотеллурику Паркинсоном и Визе. x направлен на север, y – на восток, z – вертикально вниз, A и B – элементы матрицы 1×2 , которая преобразовывает горизонтальное магнитное поле (B_x, B_y), наблюдаемое на станции, в вертикальную компоненту B_z . Все компоненты поля представляют собой некоторые гармоники, которые характеризуются комплексной амплитудой и зависят от периода T вариаций геомагнитного поля $V(T)$.

По элементам A и B матрицы строится вектор индукции C , часто используемый в электромагнитном мониторинге:

$$C = Ae_x + Be_y$$

где e_x и e_y – единичные векторы.

Вектор индукции имеет действительную и мнимую части, соответственно:

$$C_u = A_u e_x + B_u e_y$$

$$C_v = A_v e_x + B_v e_y$$

Действительный вектор C_u у Визе направлен от зоны с большей проводимостью к зоне с меньшей проводимостью, а у Паркинсона в противоположную сторону.

Полученные результаты

В статье [Рокитянский и др., 2013] представлены нами полученные графики компонент векто-

ров Визе за 2 месяца до и 2 после землетрясения Тохоку 11 марта 2011 г. на японских станциях, ближайших к эпицентру. Они показали зависимость вариаций компонент от магнитной активности, на фоне которой было трудно выделить предвестник. Поэтому в данной работе мы рассматриваем временной интервал с января по сентябрь 2009 г., когда индекс магнитной активности редко достигал 6, а в среднем K_p был равен 2.

Для получения векторов индукции использовалась многофункциональная многооконная программа Варенцова Ив.М. [Варенцов, 2005]. Обработывались 1 с данные трехкомпонентного магнитного поля для двух японских обсерваторий Esashi (ESA) и Mizusawa (MIZ), расположенных на восточном побережье острова Хонсю на расстоянии 19 км одна от другой (рис. 1). Векторы индукции были получены за каждый день с трехдневным сглаживанием для широкого диапазона периодов.

Особых изменений векторов Визе на длинных периодах не было обнаружено, а графики компонент векторов на периодах < 50 с показали довольно большие вариации в 2009 г. Эти вариации были сопоставлены с землетрясениями, произошедшими за время выбранного интервала обработки. Рассматривались землетрясения магнитудой $4 \leq M < 5$ глубиной до 50 км, произошедшие на расстоянии < 150 км от станций, и землетрясения $M \geq 5$ также глубиной до 50 км, на расстоянии < 250 км до обсерваторий ESA и MIZ (рис. 1). Результат сопоставления графиков действительных и мнимых компонент векторов для периода $T=12.5$ с, на котором вариации были наиболее выражены, с ближайшими землетрясениями (рис. 2).

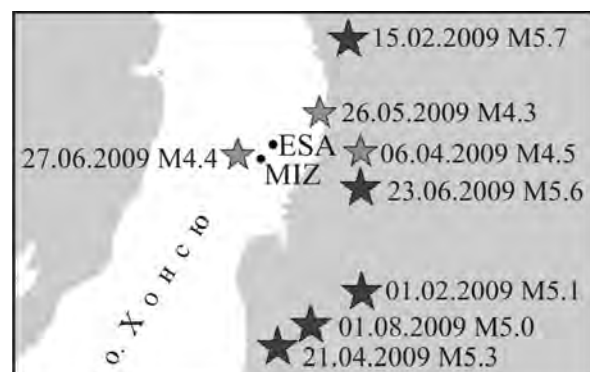


Рис. 1. Карта острова Хонсю с обсерваториями ESA и MIZ, и ближайшими землетрясениями

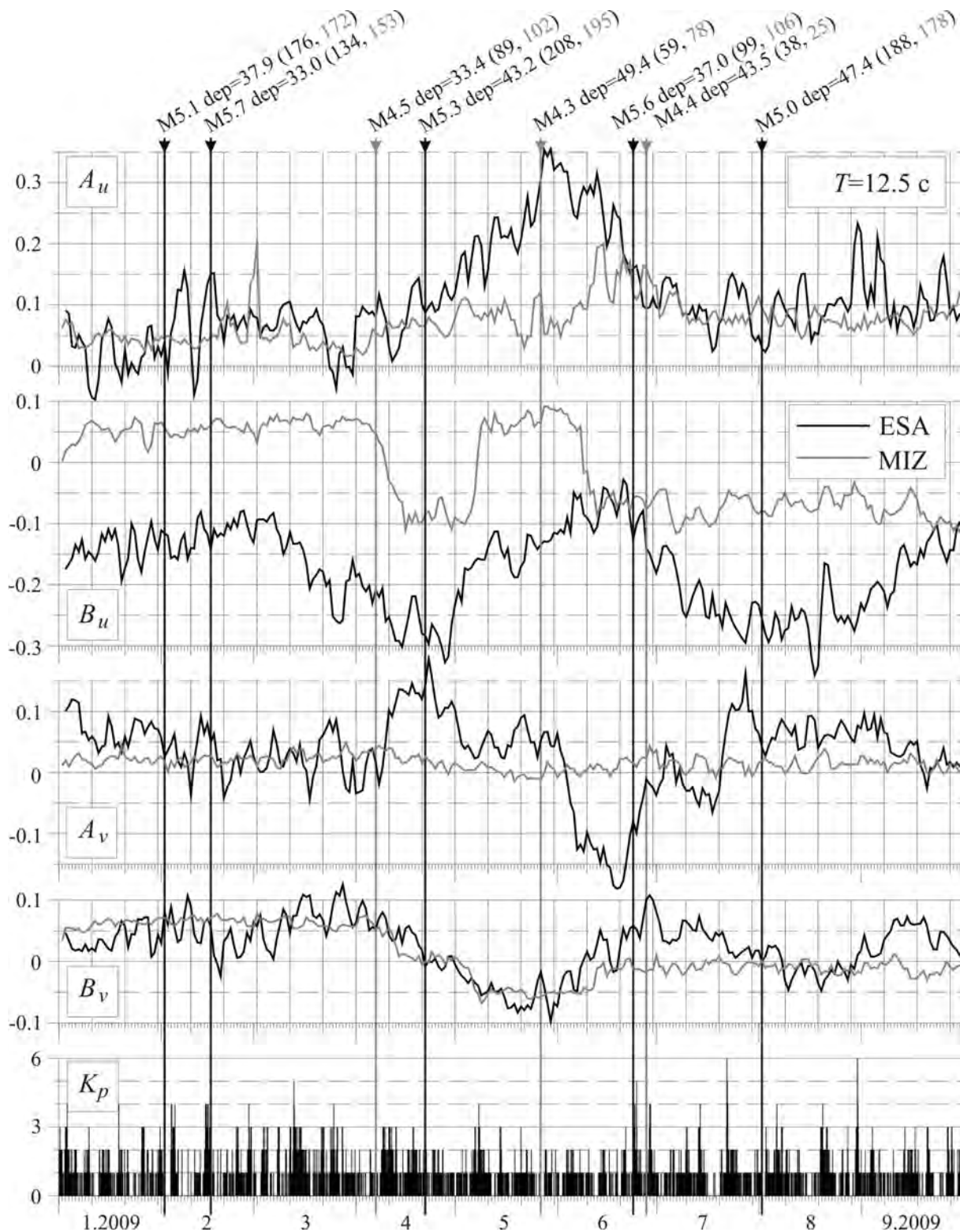


Рис. 2. Графики компонент A_u , B_u , A_v , B_v действительных и мнимых векторов Визе для двух японских станций для периода $T=12,5$ с и индекса магнитной активности K_p . Вертикальными линиями нанесены моменты ближайших к станциям землетрясений с магнитудой, глубиной очага и расстоянием до станций ESA и MIZ соответственно.

По полученным графикам можно сделать следующие выводы.

1). Изменения компонент векторов индукции предшествовали ближайшим до станций землет-

рясениям (до 100 км) и землетрясениям, эпицентр которых находился строго на юге, хотя расстояние до них составляло >180 км. Землетрясения на ЮВ и СВ в 130–170 км вариациями не сопровождалась.

2). На южные землетрясения, которые имеют магнитуду $M \geq 5$, на станции ESA среагировали компонента B_u , которая в обоих случаях в течение месяца до этих событий медленно уменьшалась с -0.1 до -0.3, и A_v резким увеличением на 0.1 от предыдущего уровня за 11-12 дней, а на станции MIZ из двух событий только землетрясению с большей магнитудой (M5.3) предшествовало резкое уменьшение с 0.05 до -0.1 также за 11-12 дней.

3). Самому далекому землетрясению из категории $4 \leq M \leq 5$, произошедшему 6 апреля, предварило лишь незначительное увеличение B_v на станции ESA, расположенной ближе к эпицентру на 13 км. Следующее более близкое к обсерваториям землетрясение на СВ M4.3, отличилось синхронным на обеих станциях в течении месяца-полтора поворотом мнимого вектора (B_v было 0.1, а к моменту землетрясения стало -0.1), в то же время увеличением на 0.3 A_u на ESA и скачком значения B_u за 26-27 дней с -0.3 до -0.15. На MIZ B_u за 19-20 дней резко увеличилось с -0.1 до 0.05.

4). Предвестниковые изменения, сопровождающие каждое по отдельности землетрясение в конце июня M5.6 и M4.4, трудно отделить, так как между ними всего 4 дня. Изменились значения всех компонент и действительного, и мнимого вектора на обсерватории ESA: за месяц A_u с 0.35 упало до 0.1, B_u с -0.15 увеличилось до -0.07, A_v с -0.1 до 0.1, а на графиках B_v наблюдался резкий скачок за ~20 дней с уровня 0.05 до -0.15. На MIZ только компонента A_v осталась на прежнем уровне. За 13-17 дней до землетрясений практически синхронно скачкообразно компоненты изменили свои значения: A_u с 0.05 до 0.15, B_u с 0.05 до -0.07 и B_v с -0.05 до 0.

5). Все перечисленные вариации векторов индукции перед землетрясениями не сопровождались всплесками магнитной активности, K_p индекс имел достаточно спокойное поведение, что свидетельствует о разной их природе.

Заключение

Представленные результаты обработки показали, что ближайшие к станциям наблюдения землетрясе-

ния сопровождались вариациями векторов индукции на коротких периодах. Это могло быть вызвано изменением электропроводности в литосфере Земли, связанное с тектоническими процессами, а также возникновением литосферной эмиссии – ультранизкочастотных магнитных полей, которые несут информацию о земных недрах и о процессах в них происходящих. Особенности поведения векторов перед землетрясениями на двух рассмотренных станциях зависят от пространственного расположения обсерваторий и места возникновения очага, что возможно связано с неоднородностями геологической среды, расположением проводящих каналов, которые влияют на возникновение предвестниковых сигналов [Rokityansky, 2006].

Литература

- Варенцов Ив.М. Массивы синхронных ЭМ зондирований: методы построения и анализа // Электромагнитные исследования земных недр. М.: Научный мир. – 2005. – С. 143-156.
- Рокитянский И.И., Трегубенко В.И., Бабак В.И., Терешин А.В. Вариации компонент вектора индукции и горизонтального тензора перед землетрясением Тохоку 11 марта 2011 г. по данным японских геомагнитных обсерваторий // Геофиз. журн. – 2013. – Т. 35, – № 3. – С.115-130.
- Kharin E.P. Changes in transfer functions with time // Geophys. Surveys. – 1982. – № 4. – P. 455-466.
- Rokityansky I.I. Spatial selectivity of earthquake's precursors // Phys. Chem. Earth – 2006. – V. 31. – P. 204-209.
- Shiraki M., Yanagihara K. Transfer function at Kakioka (Part II). Reevaluation of Their Secular Changes // Memoirs of the Kakioka magnetic observatory. – 1977. – V. 17. – P. 19-25.
- Zeng, X., Lin, Y., Xu, C., Zhao, M., Zhao, Y. Manual on the forecasting of natural disasters: geomagnetic methods // UN International Workshop on Geomagnetic Methods, Book of Abstracts, Beijing, 12-18 February 1998. – P. 147.

ВАРІАЦІЇ ВЕКТОРА ІНДУКЦІЇ В СЕЙСМОАКТИВНИХ РЕГІОНАХ

В.І. Бабак, А.В. Терешин, Т.С. Савченко

У світовій практиці існують спостереження варіацій векторів індукції, пов'язаних з геодинамічними процесами, що відкриває перспективу використання векторів індукції в якості провісника землетрусів. У роботі представлені результати зіставлення варіацій векторів на двох японських станціях ESA і MIZ за січень - вересень 2009 р. з найближчими землетрусами.

Ключові слова: землетрус, вектор індукції, провісник.

VARIATIONS OF INDUCTION VECTOR IN SEISMOACTIVE REGIONS

V.I. Babak, A.V. Tereshyn, T.S. Savchenko

In world practice there are observations of variations of induction vectors related to geodynamic processes, which opens the perspective of induction vectors use in earthquake precursors search. The results of comparison of vectors variations on two Japanese stations ESA and MIZ for January - September 2009 with the nearest earthquakes are presented.

Key words: earthquake, induction vector, precursor.