

## ВАРИАЦИИ ФУНКЦИЙ ОТКЛИКА НА ГЕОМАГНИТНЫХ ОБСЕРВАТОРИЯХ „ОДЕССА” И „ИЗНИК” В 2011 ГОДУ

Приводятся результаты обработки данных геомагнитных обсерваторий „Одесса” (Украина) и „Изник” (Турция) за 2011 год. Построены и проанализированы вектора индукции для широкого интервала периодов. С помощью синхронной обработки проведено сравнение горизонтального магнитного поля на украинской и турецкой обсерваториях. Осуществлена попытка поиска предвестников землетрясений, произошедших на территории Турции, с использованием данных украинской и турецкой станций.

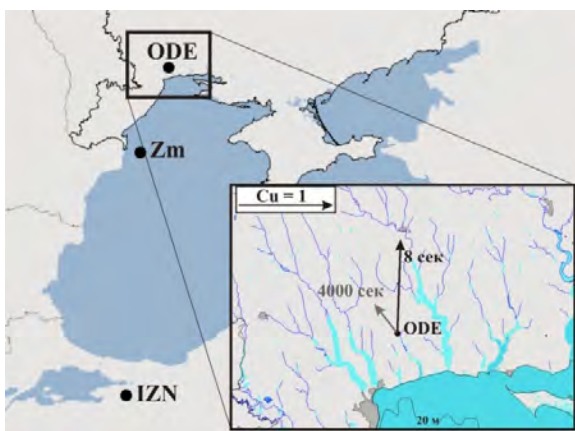
**Ключевые слова:** функции отклика; вектор индукции; аномальный магнитный тензор; землетрясение; магнитная активность.

### Введение

В магнитовариационных исследованиях земной поверхности используют функции отклика, т.е. параметры, определяемые по наблюдаемому на поверхности Земли электромагнитному полю и несущие информацию о распределении электропроводности внутри Земли. В идеальном случае функции отклика зависят только от проводимости земной коры и не зависят от свойств внешнего электромагнитного источника. Среди различных параметров, которые получают в результате обработки данных магнитовариационных наблюдений, наиболее часто используют векторы индукции, указывающие местоположение и направление избыточных токов внутри Земли, и горизонтальный магнитный тензор, определяющий изменение геоэлектрической среды между двумя станциями. Возможность выявления изменений во времени магнитовариационных функций отклика является мощным инструментом для исследования сейсмотектонических процессов, и выделения предвестников землетрясений.

### Объекты исследований

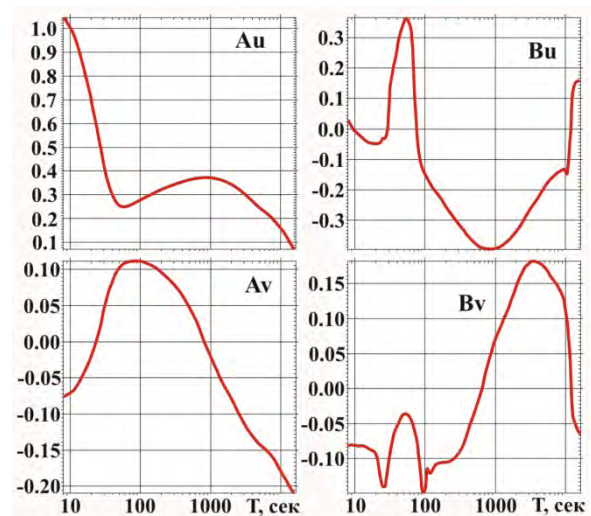
Нами были обработаны геомагнитные данные украинской магнитной обсерваторий „Одесса” (ODE) и турецкой – „Изник” (IZN) (рис. 1).



**Рис. 1.** Карта геомагнитных обсерваторий. Для обсерватории „Одесса” представлены действительные векторы индукции для периодов 8 и 4000 с

Обработка осуществлялась с помощью программы PRC-MTMV, которая разработана И.М. Варенцовым и Е.Ю. Соколовой [Варенцов, 2005].

На рис. 2 изображены частотные характеристики вектора Визе для обсерватории ODE. На коротких периодах реальный вектор имеет локальный максимум ( $> 1$ ) и направлен на север, причиной чего, вероятно, является влияние берегового эффекта от Черного моря. Известно, что для обсерватории, расположенной недалеко от береговой линии, действительные векторы индукции обнаруживают тенденцию быть направленными от моря (Визе конвенция). С учетом глубины моря в данном регионе (примерно 20-25 м) максимум частотной характеристики должен находиться на периоде  $T_0 \approx 1 \text{ сек}$ . Также необходимо взять во внимание расстояние от обсерватории до берега моря и ослабление берегового эффекта по направлению вглубь континента, которое смещает максимум частотной характеристики  $T_0$  в сторону длинных периодов. Учитывая все эти факторы можно предположить, что локальный максимум частотной характеристики на коротких периодах вызван действием берегового эффекта.



**Рис. 2.** Усредненные частотные характеристики действительной и мнимой компонент вектора индукции для обсерватории „Одесса” за 2011 год

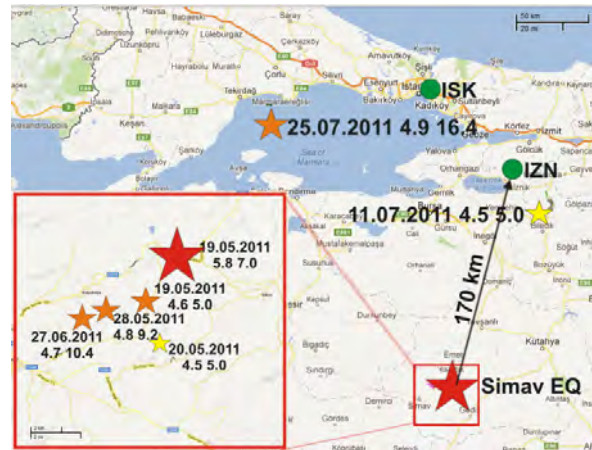
На длинных периодах вектор меняет свое направление на северо-западное (рис. 1). На рис. 2 четко виден локальный максимум реальной компоненты вектора индукции на периоде 800 с, которому соответствует смена знака мнимой компоненты, на том же периоде, что указывает на влияние коровых или верхнемантийных аномалий электропроводности. Основной вклад аномального поля на данном периоде несет Причерноморская впадина, а также, возможно, Кировоградская аномалия электропроводности, которая отклоняет вектор на запад.

На станции IZN компоненты вектора индукции близки к нулю, что говорит об отсутствии аномалии электропроводности в станции. С помощью синхронной обработки было проведено сравнение горизонтального магнитного поля на украинской и турецкой обсерваториях. Станция ODE была выбрана в качестве базовой. Определено, что на обсерватории ODE горизонтальное магнитное поле на 20 % больше, чем на IZN, таким образом, под ODE электропроводность земной коры повышена.

**Поиск предвестников землетрясений**

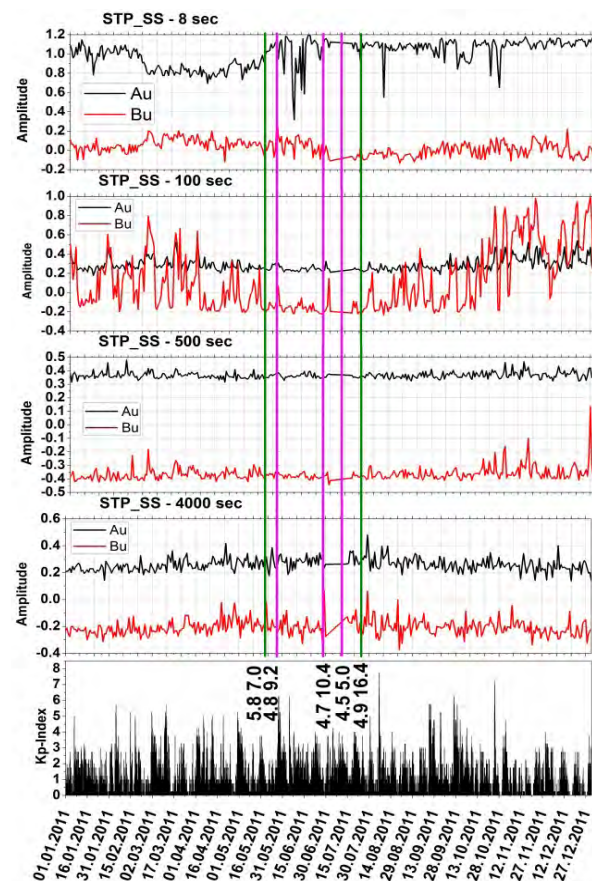
В 1999 году по данным, полученным на украинской геомагнитной обсерватории „о. Змеиный” (Zm) (рис. 1) В.И. Трегубенко зафиксировал предвестник катастрофического землетрясения магнитудой M7,4, произошедшего 17 августа 1999 года возле города Измит, Турция. В связи с этим нами была осуществлена попытка поиска предвестников землетрясений, произошедших на территории Турции в 2011 году с использованием данных станций IZN и ODE. Временной интервал для обработки был выбран заранее, с учетом местоположения и магнитуды землетрясений в радиусе 200-400 км от геомагнитной обсерватории IZN. В 2011 году в этом радиусе произошло 7 землетрясений с магнитудой  $M \geq 4,5$  (наибольшее из которых Simav EQ, 19.05.2011, имело магнитуду  $M=5,8$  с несколькими афтершоками  $M \geq 4,5$ ) (рис. 3). Значительное количество пропусков в данных турецкой обсерватории негативно повлияло на обработку материала, и поэтому было отдано предпочтение обработке магнитных записей длиной в один день. Для индукционных векторов получены результаты в интервале периодов от 8 до 8000 с, для горизонтального магнитного тензора в интервале от 14 до 8000 с.

При анализе изменений компонент индукционного вектора, полученных при одноточечной обработке для станции IZN и ODE, были определены изменения, которые можно предположительно считать предвестниками землетрясений. Причем, предвестники, записанные на украинской обсерватории, более выразительны, чем на турецкой. Это может быть связано с эффектом локальной избирательности, состоящей в том, что в некоторых (активных) пунктах, даже удаленных на сотни километров, предвестники хорошо наблюдаются, в других (пассивных) они не наблюдаются или имеют существенно меньшую амплитуду. [Рокитянский и др., 2013].



**Рис. 3.** Карта 7 землетрясений в 2011 году с магнитудой  $\geq M4,5$  на расстоянии меньше чем 200 км от станции „Изник” (IZN), Турция

На рис. 4 представлено изменение северной компоненты Au реального индукционного вектора для обсерватории ODE.



**Рис. 4.** Временные вариации однодневных значений реальной компоненты вектора индукции на станции ODE для 4 периодов.

На нижнем графике представлена геомагнитная активность (Kp-индекс) за каждые 3 часа. Вертикальные линии – момент землетрясения (рис. 3), цифрами обозначены магнитуда и глубина, км

На периоде 8 сек, мы можем увидеть изменение амплитуды  $A_u$  (от 1 к 0,8) начавшееся за 2 месяца до землетрясения Simav EQ  $M=5,8$  19.05.2011, с последующим восстановлением до 1 после сейсмического события. Т.е., можно предположить, что это изменение является предвестником. На длинных периодах этот предвестник не проявляется. Также на коротких периодах четко видно бухтообразное изменение северной компоненты вектора индукции перед землетрясением, произошедшим 27.06.2011 с магнитудой  $M=4,7$ . На графиках мнимой компоненты, полученных на двух станциях, четких предвестников не было выявлено.

#### **Выводы**

1. Обработан значительный объем данных и получены функции отклика для широкого интервала периодов для двух геомагнитных обсерваторий „Одесса” (Украина) и „Изник” (Турция). Проанализировано распределение электропроводности вблизи станций. С помощью синхронной обработки посчитан горизонтальный магнитный тензор для станции IZN с использованием станции ODE в качестве базовой.

2. По данным украинской и турецкой геомагнитных обсерваторий, предположительно, найдены предвестники землетрясений, произошедших на территории Турции в 2011 году.

#### **Благодарности**

Мы выражаем признательность В.И. Трегубенко [Рокитянский и др., 2013] за предоставленные нам данные украинской геомагнитной обсерватории „Одесса” и Дж. Челику и Б. Танку за данные турецкой геомагнитной обсерватории „Изник”.

#### **Литература**

- Бабак В.И., Климкович Т.А., Рокитянский И.И., Терешин А.В. Вариации вектора индукции в Японии // Геофиз. журн. – 2013. – **35**, №1. – С. 153-158.
- Варенцов И.М. Массивы синхронных ЭМ зондирований: методы построения и анализа // Электромагнитные исследования земных недр. – М.: Научный мир, 2005. - С. 143-156.
- Рокитянский И.И. Исследование аномалий электропроводности методом магнитовариационного профилирования. – К.: Наук. думка. – 1975. – 279 с.
- 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. – **35**, №3. – С. 115-130.

### **ВАРІАЦІЇ ФУНКЦІЙ ВІДГУКУ НА ГЕОМАГНІТНИХ ОБСЕРВАТОРІЯХ „ОДЕСА” ТА „ІЗНІК” У 2011 РОЦІ**

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

Показано результати обробки даних геомагнітних обсерваторій „Одеса” (Україна) та „Ізнік” (Туреччина) за 2011 рік. Побудовано та проаналізовано вектори індукції для широкого інтервалу періодів. За допомогою синхронної обробки проведено порівняння горизонтального магнітного поля на українській та турецькій обсерваторіях. Здійснено спробу пошуку провісників землетрусів, які відбулись на території Туреччини з використанням даних української та турецької станції.

**Ключові слова:** функції відгуку; вектор індукції; горизонтальний магнітний тензор; землетруси; магнітна активність.

### **VARIATIONS OF THE RESPONSE FUNCTIONS AT GEOMAGNETIC OBSERVATORIES ODESA AND IZNIK IN 2011**

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

The results of the geomagnetic data processing for observatories „Odessa” (Ukraine) and „Iznik” (Turkey) for 2011 are presented. The induction vectors for a wide range of periods are constructed and analyzed. The horizontal magnetic tensor for „Iznik” station have been obtained by synchronous processing with “Odessa” base station. Have been made an attempt to find the earthquake precursors which have occurred in Turkey with using Ukrainian and Turkish geomagnetic observatory data.

**Key words:** response functions; induction vector; horizontal magnetic tensor; earthquake; magnetic activity.