

УДК. 550.344.385

**Локальные вариации геомагнитного поля, радона, сила тяжести  
и концентрации гелия в скважинах, как возможные средне-  
и краткосрочные предвестники сильных землетрясений на примере  
Армении**

**Григорян А. Г.<sup>1</sup> , Баранов А.А.<sup>2</sup>**

1) *Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт  
физики Земли им. О.Ю. Шмидта (ИФЗ РАН), г. Москва,  
E-mail: [ag-grig@ifz.ru](mailto:ag-grig@ifz.ru)*

2) *Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики  
РАН, Москва  
E-mail: [aabaranov@gmail.com](mailto:aabaranov@gmail.com)*

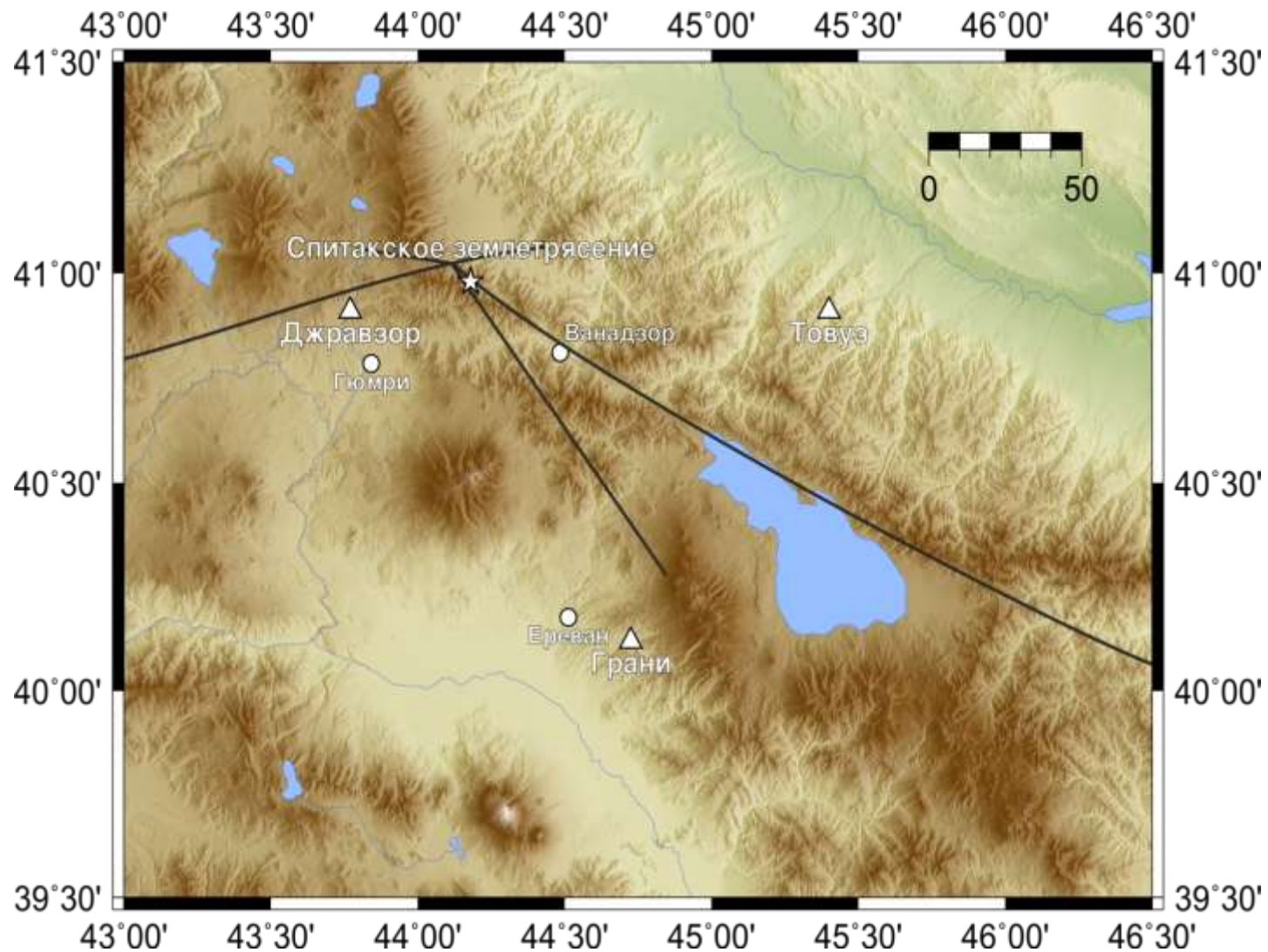
## ВВЕДЕНИЕ

Определение предвестников и районов сильных землетрясений в сейсмоактивных регионах, где расположены большие города и объекты особо важного назначения (АЭС, водохранилище и т.п.) остается одной из главных задач современной науки. С помощью изучением вариаций локального геомагнитного поля внешнего происхождения  $\delta T$ , эманации радона, силы тяжести и концентрации гелия в скважинах, мы пытаемся определить предвестники сильных землетрясений в сейсмоактивных районах Армении. Метод, который изучает изменения вариаций переменного геомагнитного поля  $\delta T$ , применяется в средних широтах Земли, где вариаций переменного геомагнитного поля хорошо выделяются. Для применения параметра  $N(A)$  необходимо иметь минимум 3 станций.

На примере Спитакского и Парванийского землетрясений, аномальные изменения вариаций переменного геомагнитного поля  $\delta T$ , радона, силы тяжести и концентрации гелия в скважинах рассматриваются как возможные предвестники сильных землетрясений.

## Геомагнитное поле

- Хотя величина переменного магнитного поля  $T\delta$  незначительна по сравнению с величиной постоянного поля Земли, тем не менее его изучение представляет большой научный интерес. Локальные вариации этого поля несут информацию об изменениях электропроводности геологической среды, связанных с геодинамическими процессами в земной коре. Электромагнитная индукция, создаваемая в Земле  $Sq$  и бухтообразными вариациями, характеризует состояние среды, поскольку величина локального магнитного отклика среды на внешние изменения зависит от электропроводности, диэлектрической и магнитной проницаемостей составляющих его структур [Сковородкин и Тоноян, 1986]. Были изучены материалы (записи на фотолентах) полученные на трех магнитовариационных станциях (ИЗМИРАН-3) за 1986 - 1993 гг.
- Применяя расчетный параметр  $N(A)$ , который является отношением амплитуд вариаций геомагнитного поля внешнего происхождения, измеренные синхронно на разных парах станций .



Расположение магнитовариационных станций на территории Армении

△ Магнитовариационные  
станции

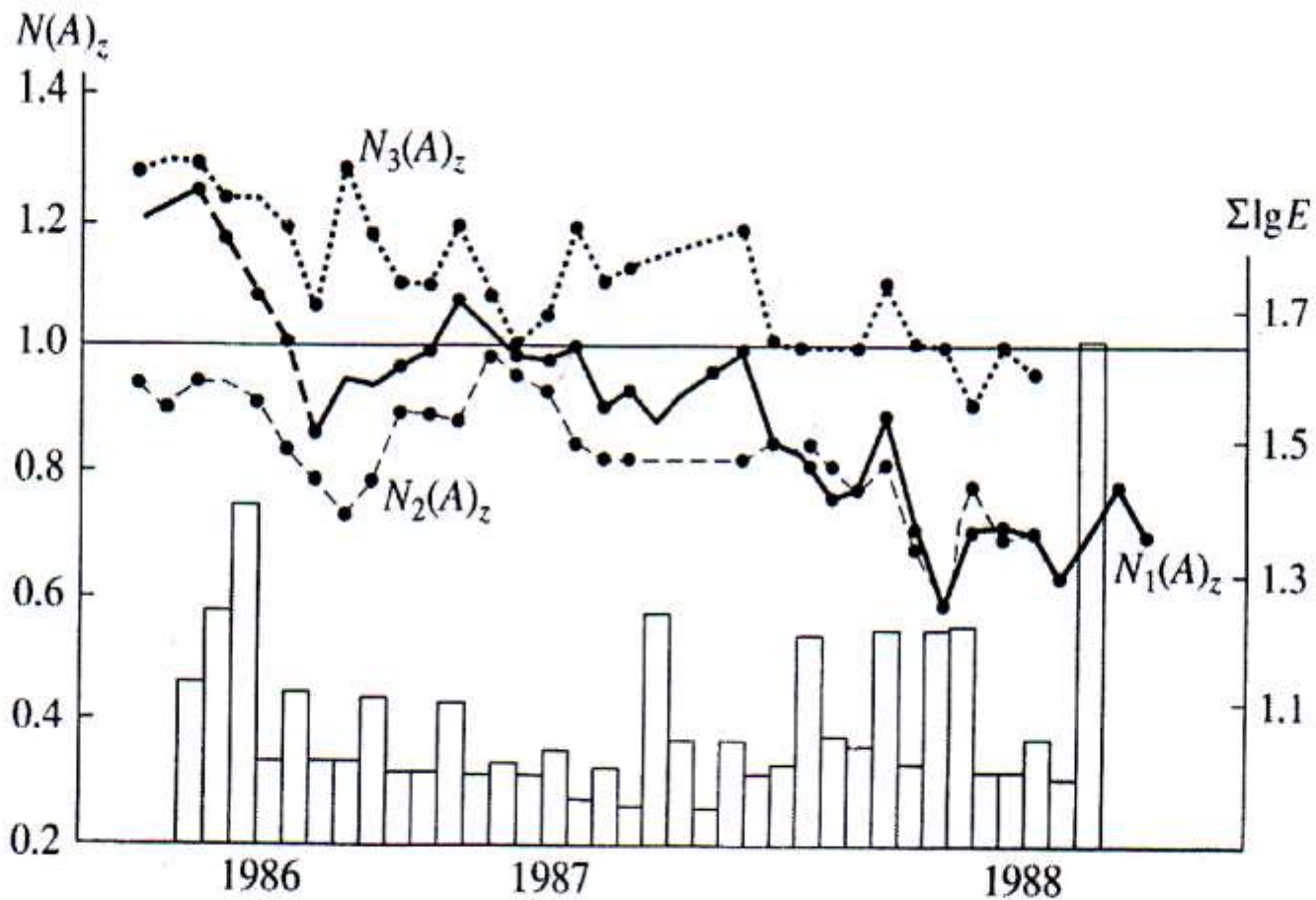
Расчетный параметр  $N(A)$  характеризует изменение электромагнитной индукции или электропроводности геологической среды [Григорян А.Г. 2007]

$$N(A) = A_i / A_j \quad \text{где } i \text{ и } j \text{ разные пункты наблюдения.}$$

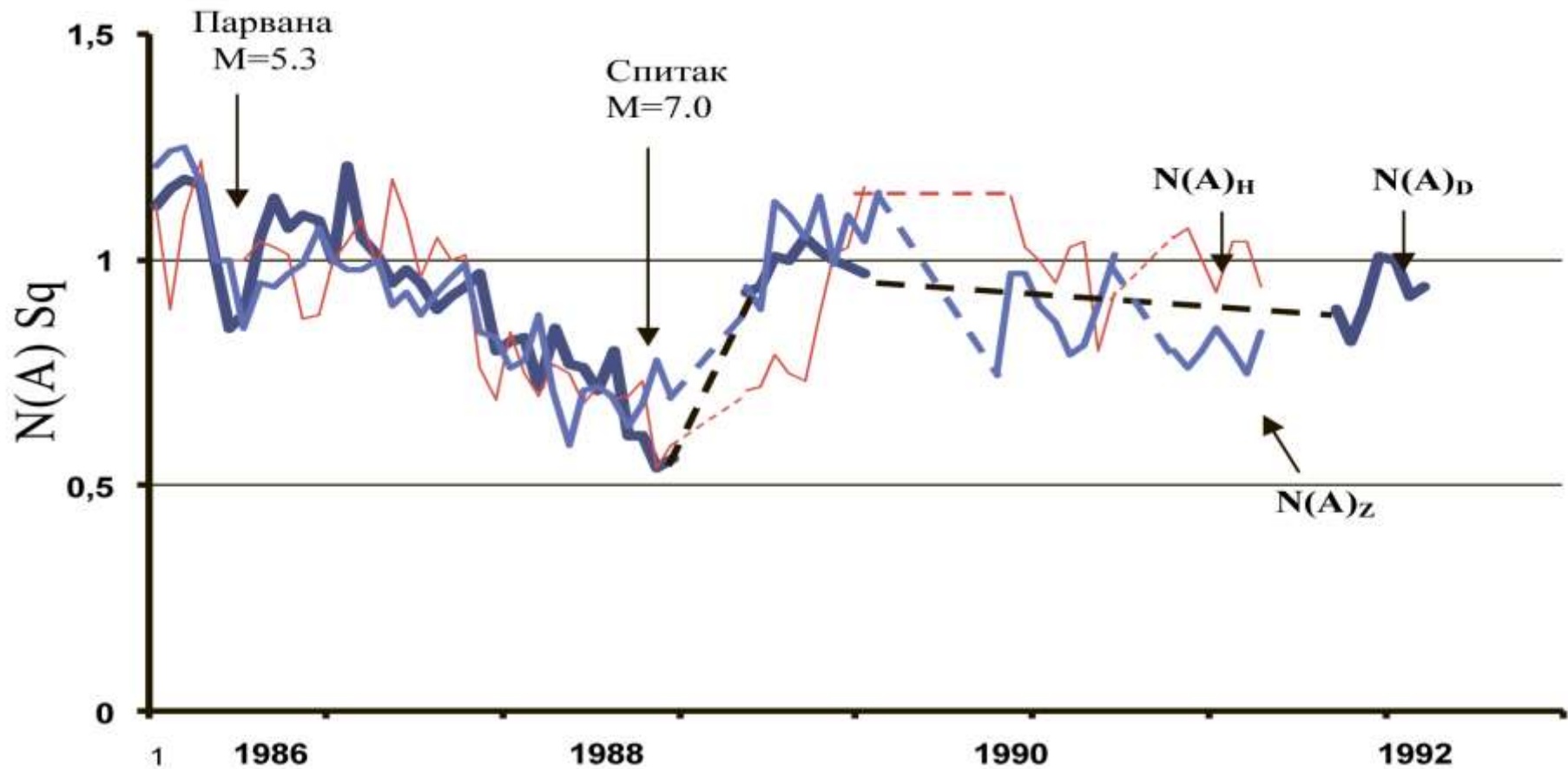
Выбор периодов использованных гармоник позволяет отражать изменения электропроводности на следующих глубинах:  $S_q$  – вариаций до 180км; вариаций с 10-25 мин. до 8км; 30-60мин. до 20км

Расчеты показали, что пространственно-временная структура поля  $S_q$  и бухтообразных вариаций для уровня магнитной активности  $K_p \leq 4$  для изучаемого района, однородна, а изменения параметра  $N(A)$  главным образом вызваны внутренним источником.

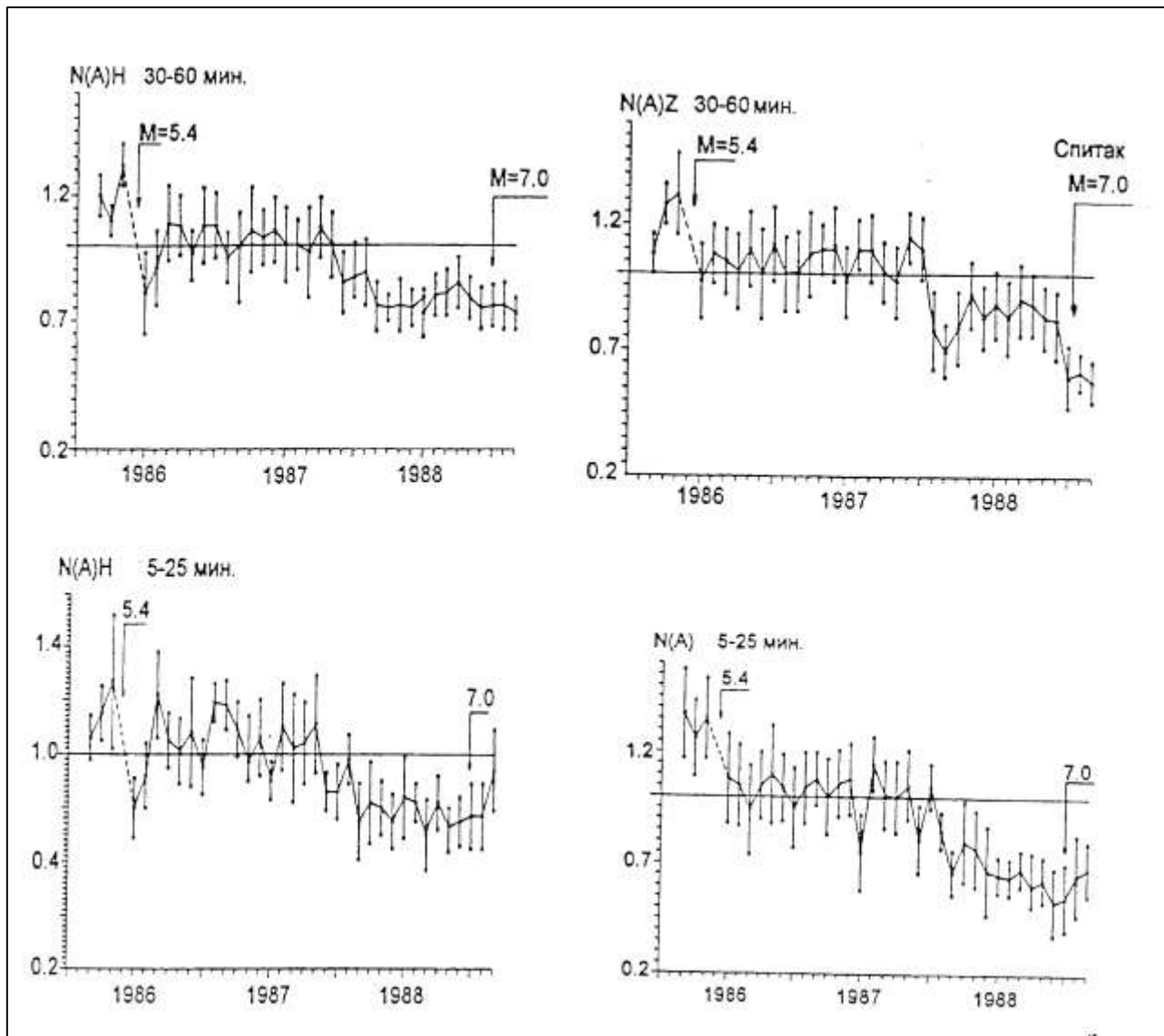
На полученных графиках явно зафиксированы предвестники Парванийского (13.05.1986,  $M=5,4$ ) и Спитакского (07.12.1988,  $M=7,0$ ) землетрясений. Аномальные изменения расчетного параметра  $N(A)$  для  $S_q$  и бухтообразных вариаций (30-60 и 10-25 мин) горизонтальной и вертикальной составляющих  $T\delta$  начались за полгода до Спитакского землетрясения.



Изменение  $N(A)$  для Sq вариаций между всеми станциями для  $\delta ZN_1(A)_z$  - Джрадзор-Товуз,  $N_2(A)_z$  - Джрадзор-Гарни,  $N_3(A)_z$  - Гарни-Товуз



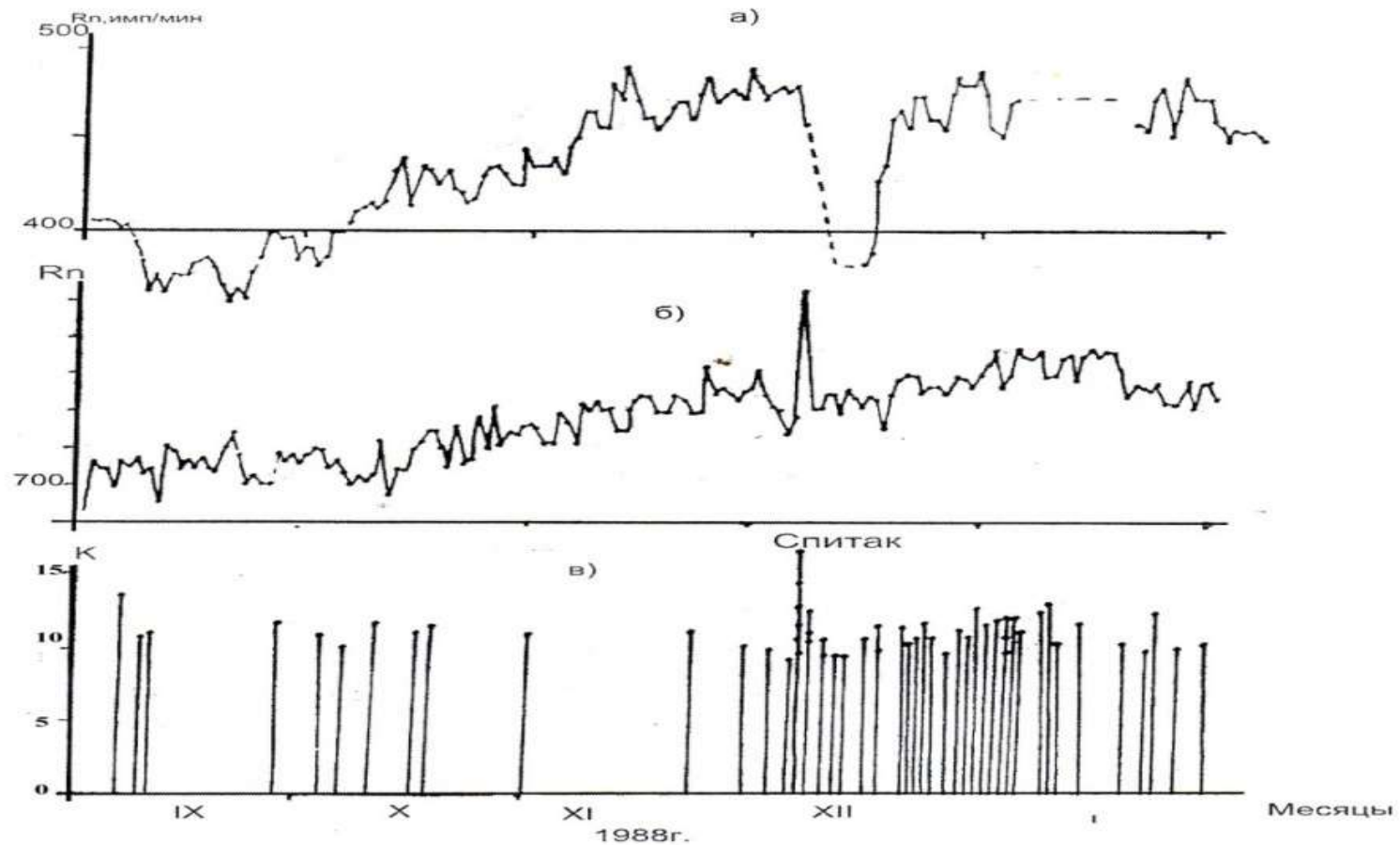
Изменение среднемесячных значений параметра  $N(A)$  для Sq вариаций компонентов  $\delta D$ ,  $\delta H$  и  $\delta Z$  геомагнитного поля между станциями Джрадзор – Товуз за период 1986-1993 гг.



Изменение параметра  $N(A)$  для бухтообразных вариаций с периодами 30-60 и 5-25 мин. компонентов  $\delta H$  и  $\delta Z$  переменного геомагнитного поля  $\delta T$ , между станциями Джрадзор и Товуз.



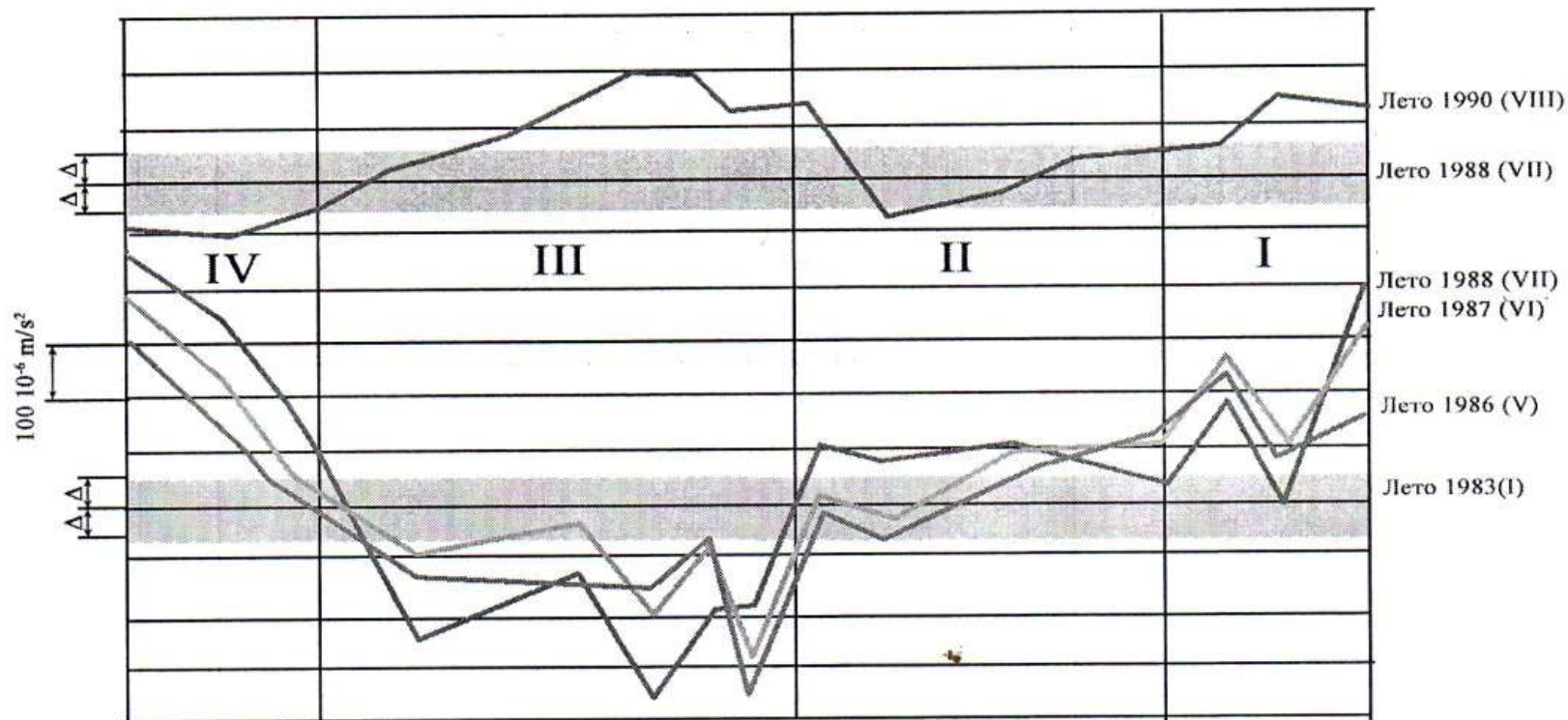
Анализируя полученные результаты параметра  $N(A)$  для Sq-вариаций между всеми парами станций, можно заметить, что за время наблюдений 1986-1989гг. происходят разнопериодные флуктуации параметра, превышающие возможные инструментальные ошибки и другие эффекты. Максимальные изменения параметра  $N(A)$  достигают 35% между парами станций Джрадзор -Товуз  $N_1(A)z$ . Изменения между парами станций Джрадзор-Гарни ( $N_2(A)z$ ) за данный период составляет не более 0,1, а между парами станций Товуз-Гарни ( $N_3(A)z$ ) они были в пределах ошибок Это позволило считать, что источник выявленных вариаций параметра  $N(A)$  находится в области расположения станции Джрадзор, то есть непосредственно в эпицентральной зоне Парванийского (13.05.1986г) и Спитакского (07.12.1988г.) землетрясений. Аналогичные результаты получены для вариаций с периодами 10-25 и 30-60 минут. Поэтому можно предполагать, что аномальные изменения локального геомагнитного поля внешнего происхождения связаны с подготовкой двух самых сильных землетрясений исследуемого района с  $M=5.3$  и  $M=7.0$



Изменения концентрации почвенного радона на станциях Ленинанкан (а) и Джермуков (б) [Басенцян и Рудаков, 1989]

В Армении, задолго перед Спитакским землетрясением, в г. Ленинакан и Джермук был организован мониторинг радонового поля. В Ленинакане в день землетрясения утром проводились только 3 замера, а после землетрясения регистрация была возобновлена лишь через неделю.

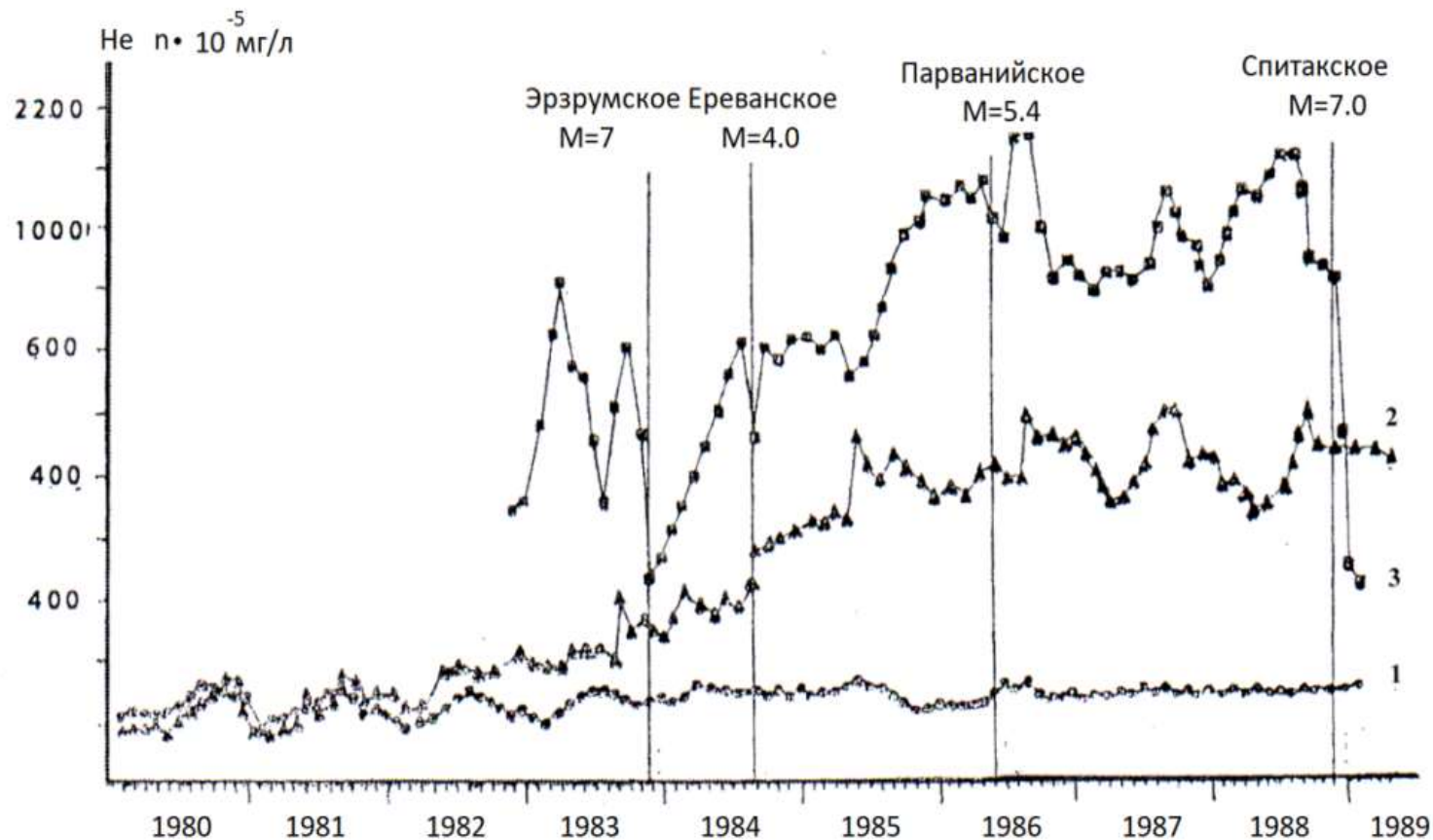
Оперативный предвестник в поле подпочвенного радона на станциях Джермук и Ленинакан проявился непосредственно в день землетрясения (в ночное время измерения на станциях не ведутся), и выразился на станции Джермук в резком увеличении концентрации радона (на 15% относительно сезонной составляющей эманационного поля)



### Профиль измерения силы тяжести

Проведенные графики отражают разность между базовым значением и значениями измеренными, при прохождении профиля за выбранные годы. Для нижнего графика это 1983 [Оганесян и Бабаджанян, 1990]

- На рис представлены результаты прохождения профиля измерения силы тяжести в районе влияния эпицентра Спитакского землетрясения. В нижней части отражены годы перед землетрясением в верхней части после землетрясения.
- За базовый год в нижней части взят год наиболее ранний по отношению к году Спитакского землетрясения (1983). За базовый год верхнего графика взят год самого землетрясения (1988).
- Из графиков видно, что перед Спитакским землетрясением наблюдалось уменьшение силы тяжести в районе II и III участков [7]
- В то время как после землетрясения такое уменьшение отсутствует



Среднемесячные вариации растворенного гелия в наблюдательных скважинах Армянской ССР:

1-скв. Арарат, 2-скв. Суренаван, 3-скв. Каджаран.

На скважинах Суренаван и Каджаран, зафиксировано увеличение количества растворенного гелия и водорода [Игумнов и Степанян, 1989]. Аномальные вариации этих компонентов коррелируются сильными землетрясениями региона.

## Выводы

1. Аномальные изменения локального геомагнитного поля (параметра  $N(A)$ ) за период 1986-1988 гг. для исследуемой территории Армении, по-видимому, обусловлены изменением физических свойств геологической среды и позволяют считать эти аномалии среднесрочными предвестниками двух крупных землетрясений: Паравайского ( $M=5.4$ , 1986 г.) и Спитакского ( $M=7.0$ , 1988 г.).
2. Резкие скачки концентраций гелия и радона также связаны с развитием геодинамического процесса, при подготовке крупного землетрясения и дает возможность использовать эти изменения как краткосрочный предвестник землетрясений (дни-часы).
3. Перед Спитакским землетрясением в районе эпицентра наблюдалось уменьшение силы тяжести.
4. Рекомендуется в сейсмоактивных регионах средних широт Земли, изучить аномальные изменения представленных геофизических полей для дальнейшей изучения геодинамического процесса и для выявления предвестников сильных землетрясений.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**





