

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF ARMENIA

ISSN 0515-961X

ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ
НАУКИ О ЗЕМЛЕ
EARTH SCIENCES



Հանդեսը հիմնադրվել է 1948 թվականին, լույս է տեսնում տարին երեք անգամ
հայերեն, ռուսերեն և անգլերեն լեզուներով

Պատասխանատու խմբագիր՝
Ռ.Տ. ԶՐԲԱՇՅԱՆ

Պատասխանատու խմբագրի տեղակալ՝
Ա.Ս. ՖԱՐԱՄԱԶՅԱՆ

Պատասխանատու քարտուղար՝
Է.Ս. ՌՈՍՏՈՄՈՎԱ

Խմբագրական կոլեգիա՝
Ա.Լ. ԱՆԱՆՅԱՆ, Ա.Վ. ԱՎԱԳՅԱՆ, Դ.Ռ. ԲԱԴԴԱՍԱՐՅԱՆ, Ս.Վ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Է.Ե. ԽԱՉԻՅԱՆ,
Ա.Ս. ԿԱՐԱԽԱՆՅԱՆ, Ս.Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Խ.Բ. ՄԵԼԻՔՍԵԹՅԱՆ, Ռ.Լ. ՄԵԼԿՈՆՅԱՆ,
Ռ.Տ. ՄԻՐԻՋԱՆՅԱՆ, Ս.Ն. ՆԱԶԱՐԵԹՅԱՆ, Դ.Հ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

Ответственный редактор
Р.Т. ДЖРБАШЯН

Заместитель ответственного редактора
А.С. ФАРАМАЗЯН

Ответственный секретарь
Э.С. РОСТОМОВА

Редакционная коллегия
А.В. АВАГЯН, А.Л. АНАНЯН, А.Р. БАГДАСАРЯН, С.В. ГРИГОРЯН,
А.С.КАРАХАНИЯН, Х.Б. МЕЛИКСЕТАН, Р.Լ. МЕԼԿՈՆՅԱՆ, Ր.Տ. ՄԻՐԻԺՅԱՆՅԱՆ,
Տ.Ն. ՆԱԶԱՐԵՅԱՆ, Տ.Մ. ՕԳԱՆԵՅԱՆ, Օ.Ա. ՏԱՐԿԻՅԱՆ, Զ.Է. ԽԱՉԻՅԱՆ

Editor
R.T. JRBASHYAN

Deputy Editor
A.S. FARAMAZYAN

Executive Secretary
E.S. ROSTOMOVA

Editorial Board
A.L. ANANYAN, A.V.AVAGYAN, H.R. BAGHDASARYAN, S.V. GRIGORYAN,
S.M. HOVHANNISIAN, A.S. KARAKHANYAN, E.Y. KHACHIAN, Kh.B. MELIKSETIAN,
R.L. MELKONYAN, R.T. MIRIJANYAN, S.N. NAZARETYAN, H.H. SARGSYAN

Խմբագրության հասցեն՝ 0019, Երևան-19, Մարշալ Բաղրամյանի պող. 24ա
Адрес редакции: 0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а
Editorial address: 24a, Marshal Baghramyan ave., Yerevan, 0019, Republic of Armenia
E-mail: geoscience @ geology. am

© Издательство “Гитутюн” НАН РА
Известия НАН РА, Науки о Земле, 2009

A21C 430

ՆՐԱՆՕՐՐՆԱԿ

ՀՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱՎԱԳԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿԻՐԻ ՄԱՍԻՆ

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Է. Ե. Խաչիյան. Գետնի սեյսմոգրամները և արտերոգրամները հաշվարկված երկրաշարժը որպես հոծ միջավայրի ակնթարթային խզման նմանակ դիտարկումից3

Ս.Մ. Հովհաննիսյան, Է.Գ. Գյոդակյան, Զ.Կ. Կարապետյան, Վ.Ռ. Գրիգորյան, Գ.Ա. Մկրտչյան, Մ.Ա. Մկրտչյան. 2009 թվականի հունիսի 18-ի Հայաստանի տարածքի կենտրոնական մասում տեղի ունեցած երկրաշարժի մակրոսեյսմիկ և գործիքային տվյալների վերլուծություն15

Ս.Վ. Գրիգորյան, Ա.Զ. Աղամյան, Գ.Ռ. Գարեջյան. Ոսկու հանքավայրերի որոնման ընթացքում լիթոերկրաբանական անոմալիաների գնահատման մասին23

Ա.Ս. Ավանեսյան. Միափորի շերտախմբի շերտագրական դիրքը, հասակը և ձևավորման գեոդինամիկական պայմանները (Հայաստան)28

Ա. Ա. Ավագյան, Ս. Վ. Գրիգորյան, Հ. Մ. Մանանդյան. Կիրառական երկրաբանական խնդիրների լուծման ծրագիր34

Թ.Ա. Ավագյան, Վ.Ռ. Իսրայելյան, Ժ.Հ. Ստեփանյան. Սյունիքի մարզի Որոտան-Գորիս դիատոմիտաբեր ավազանում մի քանի ֆոսֆատային միներալների հայտնաբերումը38

Մ.Ա. Սաթյան, Ժ.Հ. Ստեփանյան, Լ.Հ. Սահակյան, Ա.Խ. Մնացականյան. Զանգեզուրի օֆիոլիթային զոնայի երկրաբանական և տեկտոնական զարգացումը (Հայաստան)42

Ա. Հ. Սահակյան, Ս. Ն. Նազարեթյան, Հ. Վ. Սարգսյան. Կինեմատիկ տվյալներով երկրաշարժերի օլախների չափսերի գնահատման հնարավորությունների մասին52

Վ. Ս. Մուրադյան, Ա.Վ. Խոյեցյան, Շ.Գ. Ասմարյան, Մ. Վ. Ամիրխանյան. Սյունիքի մարզի էկոհամակարգերի դինամիկայի հետազոտումը "Landsat" տիեզերական արբանյակի բազմասպեկտրալ նկարների միջոցով56

ՀԻՇԱՐԺԱՆ ՏԱՐԵԹՎԵՐ

Տիգրան Արշակի Զրբաշյան. (ծննդյան 120-ամյակին)62

Աշոտ Գրիգորի Բաբաև (ծննդյան 90-ամյակին)64

«ՀՀ ԳԱԱ Տեղեկագիր, Գիտությունների երկրի մասին» հանդեսի բովանդակությունը (թիվ 1-3, հատոր 62, 2009 թ.)65

СОДЕРЖАНИЕ

Э. Е. Хачиян. Сейсмограммы и акселерограммы грунта, рассчитанные по модели землетрясения, как мгновенного разрыва среды3

С.М. Оганесян, Э.Г. Геодакян, Дж.К. Карапетян, В.Р. Григорян, Г.А. Мкртчян, М.А. Мкртчян. Анализ макросейсмических и инструментальных данных землетрясения 18 июня 2009 г. в центральной части территории Армении 15

С.В. Григорян, А.З. Адамян, Г.Р. Гареян. О методике оценки литогеохимических аномалий при поисках золоторудных месторождений23

А.С. Аванесян. Стратиграфическое положение, возраст и геодинамические условия формирования миапорской свиты (Армения)28

А. А. Авакян, С. В. Григорян, А. М. Манандян. ГИС приложение для решения геохимических задач34

Т.А. Авакян, В.Р. Израелян, Ж.О. Степанян. Об обнаружении некоторых фосфатных минералов в отложениях Воротан -Горисского диатомитоносного бассейна Сюникского марза38

М.А. Сатян, Ж.О.Степанян, Л.Г.Саакян, А.Х. Мнацаканян. Геология и тектоническое развитие Зангезурской офиолитовой зоны Армении42

А.А. Саакян, С.Н. Назаретян, Г.В. Саргсян. О возможности оценки размеров очагов землетрясений по кинематическим данным52

В.С. Мурадян, А. В. Хоецян, Ш. Г. Асмарян, М. В. Амирханян. Исследование динамики экосистем Сюникского марза при помощи многоспектральных снимков космического спутника "Landsat"56

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

Тигран Аршакович Джрбашян (к 120-летию со дня рождения)62

Ашот Григорьевич Бабаев (к 90-летию со дня рождения)64

Содержание журнала "Известия НАН РА, Науки о Земле" (NN 1-3, том 62, 2009 г.)65

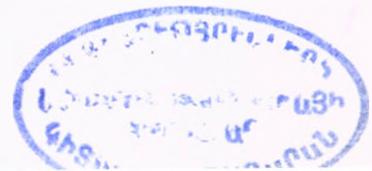


TABLE OF CONTENT

E. Y. Khachian. A method to produce synthetic soil accelerogram by the model of momentary medium-break earthquake	3
S.M. Hovhannisyan, E.G. Geodakyan, J.K. Karapetyan, V.R. Grigoryan, G.A. Mkrtchyan, M.A. Mkrtchyan. Analysis of macroseismic and instrumental data of the earthquake June 18 2009 in the central part of the territory of Armenia	15
S.V. Grigoryan, A.Z. Adamyanyan, G.R. Gareyan. On the methodology of the litho-geochemical anomalies' assessment during the exploration of gold deposits	23
A.S. Avanesyan. Stratigraphic position, age and geodynamic terms of formation of the miapour suite (Armenia)	28
A. A. Avagyan, S. V. Grigoryan, H. M. Manandyan. The program solving practical geochemical tasks	34
T.A. Avakian, V.P. Israelian, J.H. Stepanian. On discovering some phosphate minerals in Vorotan-Goris diatomite basin of Syunik marz	38
M.A. Satian, J.H. Stepanyan, L.H. Sahakyan, A. Kh. Mnatsakanyan. Geological and tectonic development of Zangezur ophiolite zone (Armenia)	42
A.H. Sahakyan, S. N. Nazaretyan, H. V. Sargsyan. About the potential of evaluation the source sizes on kinematic data	52
V.S. Muradyan, A.V. Khoetsyan, Sh.G. Asmaryan, M.V. Amirkhanyan. Studying the dynamics of the ecosystems of Syunik marz applying multi spectral "Landsat" satellite images	56
MEMORABLE DATES	
Tigran A. Jrbashyan (to 120 th anniversary)	62
Ashot G. Babaev (to 90 th anniversary)	64
Content of the "Proceedings of the NAS of RA Earth sciences" (NN 1-3, vol. 62, 2009)	65

СЕЙСМОГРАММЫ И АКСЕЛЕРОГРАММЫ ГРУНТА, РАССЧИТАННЫЕ ПО МОДЕЛИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ, КАК МГНОВЕННОГО РАЗРЫВА СРЕДЫ

© 2009г. Э. Е. Хачиян

Институт геологических наук НАН РА
0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
email: edkhach@sci.am
Поступила в редакцию 15.09.2009 г.

Рассматриваются вопросы вывода аналитических выражений для перемещений и ускорений частиц грунта на поверхности земли при рассмотрении землетрясения как мгновенного разрыва (вспарывания) среды. Получены синтетические сейсмограммы и акселерограммы в зависимости от динамических характеристик грунтовых условий местности: преобладающих периодов приповерхностной грунтовой толщи, коэффициентов затухания колебаний пород и скорости движения блоков после их вспарывания.

По современным представлениям, землетрясение является следствием механического разрыва сплошности из-за соприкосновения двух литосферных плит (блоков) с шероховатыми краями при их длительном медленном движении в противоположных направлениях. Процесс разрыва (вспарывания) обычно происходит за определен-

ный промежуток времени. В статье рассматривается случай, когда разрыв среды происходит мгновенно. После разрыва (рис.1а) каждый блок будет совершать движение, сходное со свободными колебаниями некоторой консольной плиты, вызванное начальной скоростью v у свободного конца (разрыва).

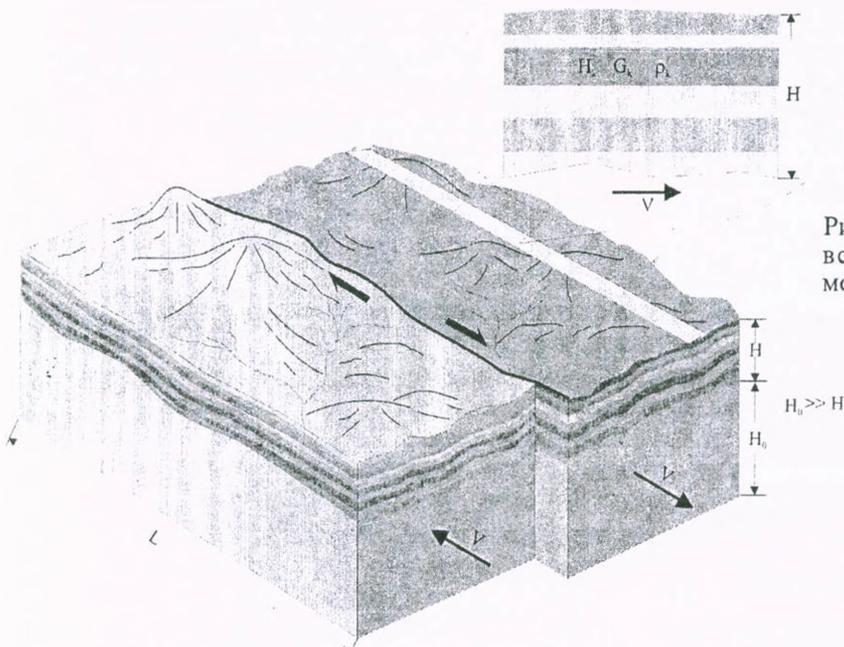


Рис. 1а. Схематическое изображение вспарывания и механическая модель верхних напластований.



Рис. 1б. Расчетная схема неоднородной толщи.

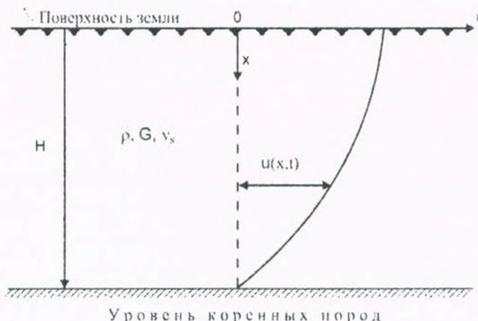


Рис. 1в. Расчетная схема однородного грунтового основания.

Верхние, близкие к поверхности земли, породы блоков по физико-механическим характеристикам существенно отличаются от глубинных пород и подвергнуты существенно меньшим сжимающим напряжениям. Благодаря этому, они обладают большой сдвиговой деформативностью в горизонтальных направлениях по сравнению с глубинными слоями. Поэтому при мгновенном разрыве среды верхние породы будут подвергаться дополнительным инерционным перемещениям. Фактически полное перемещение любой точки на поверхности земли будет состоять из двух частей: переносного перемещения блока (подвижки) как твердого тела и инерционного перемещения приповерхностной толщи относительно блока. Вблизи зоны разрыва будут преобладать переносные перемещения, а в удаленных областях – относительные инерционные перемещения. Если из тела блока на достаточном расстоянии от разрыва выделить какую-то приповерхностную призматическую область с единичной шириной и глубиной $H < H_0$, где H_0 - глубина блока (разрыва), то она на любом участке по длине разрыва L будет представлять собой неоднородную многослойную колонку с различными физико-механическими и геометрическими характеристиками: плотностями ρ_k , модулями сдвига G_k и мощностями H_k (рис. 1б).

Исследование колебаний таких колонок отличается от исследования колебаний однородной (однослойной) колонки только математическими трудностями. Поэтому, для простоты и наглядности задачи выделенную область будем считать однородной – однослойной (рис. 1в). Тогда математическая постановка задачи будет заключаться в следующем: найти выражение функции горизонтального перемещения $u(x,t)$, удовлетворяющее волновому уравнению поперечных (сдвиговых) колебаний:

$$G \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \eta \frac{\partial^3 u}{\partial x^2 \partial t} = 0, \quad (1)$$

со следующими **граничными** условиями:

$$\text{при } x = 0 \quad G \frac{\partial u(0,t)}{\partial x} = 0 \quad (2)$$

$$\text{при } x = H \quad u(H,t) = 0$$

и **начальными** условиями:

$$\text{при } t = 0 \quad u(x,0) = 0$$

$$\text{при } t = 0 \quad \frac{\partial u(x,0)}{\partial t} = v \quad (3)$$

где G - модуль сдвига породы, ρ - плотность, η - коэффициент вязкости пород, H - мощность слоя, v - скорость блоков после их вспарывания, начальная скорость частиц грунта. Величина v в зависимости от скорости вспарывания и магнитуды землетрясения в ближней зоне изменяется в пределах 100-150 см/сек (Брун, 1981). На других расстояниях от разрыва значения v резко уменьшаются (Эстева, 1981). В литературе имеются различные эмпирические выражения для значения скорости частиц грунта в зависимости

от магнитуды землетрясения и эпицентрального расстояния. Эстева и Виллаверде, на основе акселерограмм, приведенных Хадсоном, получили следующие выражения для пиковых значений скоростей v (см/сек) (Эстева, 1981):

$$v = \frac{32e^M}{(\Delta + 25)^{1.7}},$$

где M - магнитуда землетрясения, Δ - эпицентрального расстояние в км.

По шкале MSK-64 значения v принимаются:

$$\text{при VIII баллах} - 8.1 \div 16 \text{ см/сек}$$

$$\text{при IX баллах} - 16.1 \div 32 \text{ см/сек}$$

$$\text{при X баллах} - 32.1 \div 64 \text{ см/сек}$$

Решение уравнения (1) будем искать методом разделения переменных, представив его следующим образом:

$$u(x,t) = \sum_{i=1}^{\infty} u_i(x)q_i(t), \quad (4)$$

где $u_i(x)$ - функции только координаты x , а $q_i(t)$ - функции только времени t . Подставляя (4) в (1) и требуя, чтобы равенство удовлетворялось для любого i , получим:

$$G u_i'' q_i - \rho u_i q_i'' + \eta u_i' q_i' = 0. \quad (5)$$

Разделив (5) на произведение

$$u_i \left(q_i + \frac{\eta}{G} q_i' \right),$$

$$\frac{G u_i''}{\rho u_i} = \frac{q_i''}{q_i + \frac{\eta}{G} q_i'} = -p_i^2, \quad (6)$$

Левая часть (6) зависит только от переменной x , а правая – только от времени t . Для тождественного выполнения равенства (6) необходимо, чтобы обе части были равны одной и той же постоянной. Обозначая эту неизвестную постоянную через p_i^2 , получим следующие два уравнения:

$$u_i'' + \lambda_i^2 u_i = 0 \quad \frac{p_i^2 \rho}{G} = \lambda_i^2 \quad (7)$$

$$q_i'' + 2n_i q_i' + p_i^2 q_i = 0 \quad \frac{\eta p_i^2}{G} = 2n_i. \quad (8)$$

Решение уравнения (7) будет:

$$u_i(x) = A_i \sin \lambda_i x + B_i \cos \lambda_i x, \quad (9)$$

где A_i и B_i - постоянные интегрирования. Из граничных условий (2) будем иметь:

$$G A_i \lambda_i \cos \lambda_i 0 = 0 \quad (10)$$

$$A_i \sin \lambda_i H + B_i \cos \lambda_i H = 0.$$

Следовательно, из системы (10) будем иметь:

$$A_i = 0, \quad B_i \neq 0, \quad \cos \lambda_i H = 0. \quad (11)$$

Из последнего (частотного) уравнения (11) получим:

$$\lambda_i H = (2i-1) \frac{\pi}{2} \quad (12)$$

$$p_i^2 = \frac{G(2i-1)^2 \pi^2}{4H^2},$$

$$i = 1, 2, \dots$$

Таким образом

$$u_i(x) = B_i \cos \frac{2i-1}{2} \frac{\pi}{H} x, \quad i = 1, 2, \dots \quad (13)$$

Решение второго уравнения (8) будет:

$$q_i(t) = e^{-n_i t} (C_{1i} \sin p_i^* t + C_{2i} \cos p_i^* t), \quad (14)$$

где p_i^* - круговая частота свободных колебаний i -ой формы с учетом вязкости пород и определяется по формуле

$$p_i^* = \sqrt{p_i^2 - n_i^2}. \quad (15)$$

Учитывая (7) и (12), для круговой частоты p_i^* , получим:

$$p_i^* = \sqrt{\frac{G(2i-1)^2 \pi^2}{\rho 4H^2} - \left(\frac{\eta p_i^2}{2G}\right)^2}$$

Для большинства горных пород $n_i^2 \ll p_i^2$, поэтому в формуле (15) влиянием n_i в тригонометрических функциях можно пренебречь и решение (14) представить в виде:

$$q_i(t) = e^{-n_i t} (C_{1i} \sin p_i t + C_{2i} \cos p_i t), \quad (16)$$

где

$$p_i = \frac{2i-1}{2H} \pi \sqrt{\frac{G}{\rho}} = \frac{2i-1}{2H} \pi v_s, \quad v_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}}, \quad i = 1, 2, \dots \quad (17)$$

v_s - скорость распространения поперечных волн в слое.

Таким образом, общим решением задачи будет:

$$u(x, t) = \sum_{i=1}^{\infty} B_i \cos \frac{2i-1}{2} \frac{\pi}{H} x e^{-n_i t} (C_{1i} \sin p_i t + C_{2i} \cos p_i t). \quad (18)$$

Неизвестные $B_i C_{1i}$ и $B_i C_{2i}$ определяем из начальных условий (3). Из первого начального условия (3) будем иметь:

$$\sum_{i=1}^{\infty} B_i \cos \frac{2i-1}{2} \frac{\pi}{H} x (C_{1i} \cdot 0 + C_{2i} \cdot 1) = 0. \quad (19)$$

Так как условие (19) должно выполняться для любой точки x по высоте слоя i , кроме того, коэффициент B_i не может быть равным нулю, то из (19) вытекает:

$$C_{2i} = 0.$$

Из второго начального условия (3) получим:

$$\sum_{i=1}^{\infty} B_i \cos \frac{2i-1}{2} \frac{\pi}{H} x \cdot 1 \cdot C_{1i} p_i \cdot 1 = v. \quad (20)$$

Умножая обе части уравнения (20) на

$$\cos \frac{2j-1}{2} \frac{\pi}{H} x, \text{ интегрируя в пределах от } 0 \text{ до } H \text{ и}$$

учитывая ортогональность форм колебаний в виде:

$$\int_0^H \cos \frac{2i-1}{2} \frac{\pi}{H} x \cos \frac{2j-1}{2} \frac{\pi}{H} x dx = 0 \quad (21)$$

при $i \neq j$,

Получим

$$B_i C_{1i} p_i \int_0^H \cos^2 \frac{2i-1}{2} \frac{\pi}{H} x dx = v \int_0^H \cos \frac{2i-1}{2} \frac{\pi}{H} x dx.$$

Следовательно, для произведения $B_i C_{1i}$ получится

$$B_i C_{1i} = \frac{v \delta_i}{p_i}, \quad (22)$$

где

$$\delta_i = \frac{\int_0^H \cos \frac{2i-1}{2} \frac{\pi}{H} x dx}{\int_0^H \cos^2 \frac{2i-1}{2} \frac{\pi}{H} x dx} = \frac{4 \cdot (-1)^{i+1}}{(2i-1)\pi}. \quad (23)$$

В случае неоднородной колонки (рис. 16) функция перемещения $u(x, t)$ будет кусочно-гладкой (Хачиян, 2000)

$$u(x, t) = u_k(x, t) = \sum_{i=1}^{\infty} (A_{ki} \sin \lambda_{ki} x + B_{ki} \cos \lambda_{ki} x) q_i(t) \quad (24)$$

для $h_{k-1} < x < h_k, \quad k = 1, 2, \dots, n$.

Входящие в (24) функции времени $q_i(t)$, как и для однородной среды, будут иметь вид (14). Неизвестные коэффициенты A_{ki}, B_{ki} и C_{1i}, C_{2i} , входящие в $u_k(x, t)$ и $q_i(t)$, будут определяться из граничных и начальных условий. Коэффициенты A_{ki} и B_{ki} определяются из двух условий: равенства нулю напряжений на поверхности земли и отсутствия перемещения у коренных пород и из $2n-2$ условий неразрывности перемещений u_k и касательных напряжений $G_k \frac{\partial u_k}{\partial x}$

на уровнях раздела слоев, которые будут иметь вид (Хачиян, 2000):

$$A_{ni} = 0$$

$$A_m \sin \lambda_{mi} H + B_{mi} \cos \lambda_{mi} H = 0$$

$$A_k \sin \lambda_k h_k + B_k \cos \lambda_k h_k = A_{k+1} \sin \lambda_{k+1} h_k + B_{k+1} \cos \lambda_{k+1} h_k$$

$$A_k G_k \lambda_k \cos \lambda_k h_k - B_k G_k \lambda_k \sin \lambda_k h_k =$$

$$= A_{k+1} G_{k+1} \lambda_{k+1} \cos \lambda_{k+1} h_k - B_{k+1} G_{k+1} \lambda_{k+1} \sin \lambda_{k+1} h_k \quad (25)$$

$$k = 1, 2, \dots, n-1.$$

где приняты обозначения $\lambda_{ki}^2 = \frac{p_i^2 \rho_k}{G_k}$ (26)

p_i - круговая частота i -ой формы колебания. Значения p_i определяются как корни трансцендентного уравнения, образованного из равенства нулю определителя $2n$ -ого порядка системы однородных уравнений (25) относительно A_{ki} и B_{ki} . Коэффициент δ в этом случае аналогично (23) будет иметь вид (Хачиян, 1973):

$$\delta_i = \frac{\sum_{k=1}^n \int_{h_{k-1}}^{h_k} u_{ki} \rho_k dx}{\sum_{k=1}^n \int_{h_{k-1}}^{h_k} u_{ki}^2 \rho_k dx}, \quad i=1,2,\dots \quad (27)$$

Подставляя полученные значения коэффициентов A_i, B_i, C_{1i} и C_{2i} в решение (18) для перемещения (сейсмограммы) $u(x,t)$ однородного основания, окончательно получим:

$$u(x,t) = \sum_{i=1}^n \frac{v\delta_i}{p_i} e^{-n_i t} \cos \frac{2i-1}{2} \frac{\pi x}{H} \sin p_i t$$

или

$$u(x,t) = \sum_{i=1}^n v \frac{T_{0i}}{2\pi} \delta_i e^{-n_i t} \cos \frac{2i-1}{2} \frac{\pi x}{H} \sin \frac{2i-1}{2} \frac{\pi v_s t}{H} \quad (28)$$

Соответствующие ускорения (акселерограмма) слоя при малых p_i будут иметь вид:

$$\ddot{u}(x,t) \approx \sum_{i=1}^n v \frac{2\pi}{T_{0i}} \delta_i e^{-n_i t} \cos \frac{2i-1}{2} \frac{\pi x}{H} \sin \frac{2i-1}{2} \frac{\pi v_s t}{H} \quad (29)$$

Сейсмограмма и акселерограмма на поверхности земли (при $x=0$) будут:

$$u_0(t) = \sum_{i=1}^n \frac{T_{0i}}{2\pi} v \delta_i e^{-n_i t} \sin \frac{2i-1}{2} \frac{\pi v_s t}{H} \quad (30)$$

$$\ddot{u}_0(t) = \sum_{i=1}^n \frac{2\pi}{T_{0i}} v \delta_i e^{-n_i t} \sin \frac{2i-1}{2} \frac{\pi v_s t}{H}$$

где $T_{0i} = \frac{2\pi}{p_i} = \frac{1}{2i-1} \frac{4H}{v_s}$ - преобладающие периоды колебания грунтовой толщи.

Так как амплитуды всех гармоник (30) со временем сильно уменьшаются, то в формуле (30) при отыскании максимума можно ограничиваться учетом 3-5 членов ряда.

Таким образом, на поверхности земли перемещение и ускорение грунта будут представлять собой суперпозицию затухающих гармонических колебаний с периодами, равными периодам свободных колебаний (преобладающих периодов) приповерхностного слоя.

В случае неоднородной колонки, которая в действительности будет иметь место, выражения для перемещения и ускорения на поверхности земли будут иметь аналогичный (30) вид. Главное отличие будет в коэффициентах δ_i и в соотношениях $T_{01}/T_{02}, T_{01}/T_{03}, \dots, T_{01}/T_{0n}$. Если при однородной колонке эти отношения являются нечетными числами 3, 5, 7, ... $2n-1$, то при неоднородной колонке они могут быть совершенно другими в зависимости от мощностей, плотностей и модулей сдвига пород слоев и их расположения по высоте колонки. Поэтому амплитуды перемещений и ускорений по разным гармоникам будут зависеть от спектра преобладающих периодов T_{0i} и форм колебаний неоднородной колонки $u_{ki}(x)$. Вследствие этого максимальное перемещение и ускорение на поверхности земли, которые получатся в результате суммирования во времени по всем гармоникам, будут существенно зависеть от характера неоднород-

ности колонки. В зависимости от отношения периодов первых 3-5 форм колебаний моменты наступления максимальных ускорений на сейсмограммах и акселерограммах на поверхности Земли также будут разными и сильно зависеть от характера неоднородности колонки.

Главная особенность полученных формул (30) заключается в том, что перемещение и ускорение грунта существенно зависят от преобладающих периодов грунта, т.е. от сейсмической категории грунта (Хачиян, 2000). Согласно (30), **на однородных скальных грунтах значения ускорения будут больше, чем на однородных рыхлых грунтах той же мощности.** Это явление неоднократно подтверждалось инструментально при регистрациях слабых и умеренных землетрясений.

Максимальные значения перемещения $u_0(t)$ и ускорений грунта $\ddot{u}_0(t)$, согласно формулам (30), для $v=30 \text{ см/сек}$ (нижний предел X баллов по шкале MSK-64) при учете только первого члена рядов (30) соответственно составят:

- для скальных грунтов с $T_{01}=0.35 \text{ сек}$, $n \approx 5\%$ (декремент затухания - 0.3)
 $u_{0\text{max}} = 1.96 \text{ см}$, $\ddot{u}_{0\text{max}} = 0.63 \text{ г}$,
- для рыхлых грунтов с $T_{01}=0.8 \text{ сек}$, $n \approx 3\%$ (декремент затухания - 0.2)
 $u_{0\text{max}} = 4.62 \text{ см}$, $\ddot{u}_{0\text{max}} = 0.28 \text{ г}$.

Для однослойного основания, как видно из (17), периоды колебания отличаются в 1, 3, 5 раз, поэтому моменты наступления максимальных амплитуд членов ряда (30) во времени и по направлению (знаку δ_i) совпадают, что приводит к сильному росту суммарной величины (особенно ускорений). Это графически показано на рис.2 для ускорения $\ddot{u}_0(t)$, вычисленного по формуле (30) по первой, второй и третьей формам в отдельности и с учетом их суперпозиции, где видно, что моменты максимумов по трем формам колебаний совпадают, приводя к их алгебраическому суммированию. Поэтому при таком же значении для $v=30 \text{ см/сек}$ с учетом трех форм колебаний с одинаковыми коэффициентами затухания $p_1=p_2=p_3$ для максимальных перемещений и ускорений грунта были получены:

- для скальных грунтов ($T_{01}=0.35 \text{ сек}$)
 $u_{0\text{max}} = 2.21 \text{ см}$, $\ddot{u}_{0\text{max}} = 1.62 \text{ г}$,
- для рыхлых грунтов ($T_{01}=0.8 \text{ сек}$)
 $u_{0\text{max}} = 5.24 \text{ см}$, $\ddot{u}_{0\text{max}} = 0.78 \text{ г}$.

Из приведенных данных видно, что и для скальных, и для рыхлых грунтов **учет высших форм колебаний приводит к увеличению ускорения грунта, вычисленного только по первой форме колебания, соответственно в 2.57 и 2.78 раза, а для перемещения грунта - всего в 1.12 и 1.13 раза.**

Полученные результаты носят чисто теоретический характер и относятся к упругой стадии работы грунтов. Ясно, что рыхлые и даже скальные грунты не выдержат таких перемещений и ускорений и будут подвергаться большим необратимым деформациям и изменениям, которые наблюдаются на поверхности земли при X-балльной интенсивности землетрясений. При интенсивностях IX и VIII баллов - значения вышеприведенных расчетных значений переме-

щений и ускорений грунтов по формуле (30) уменьшатся соответственно в 2 и 4 раза.

На рис. 3 показаны соответствующие сейсмограммы и акселерограммы для скальных и рыхлых грунтов, вычисленные по формулам (30) с учетом трех членов рядов. Как видим, высшие формы колебаний существенно влияют только на величины ускорений. Одна из причин этого

явления заключается в том, что перемещения прямо зависят от периодов T_{0i} , а ускорения обратно пропорциональны T_{0i} . Из приведенных выше формул видно, что при $T_{01}=0,35$ сек для скальных грунтов, периоды второй и третьей форм колебаний будут соответственно: $T_{02}=0,125$ сек, $T_{03}=0,07$ сек. Как видим, они очень высокочастотные.

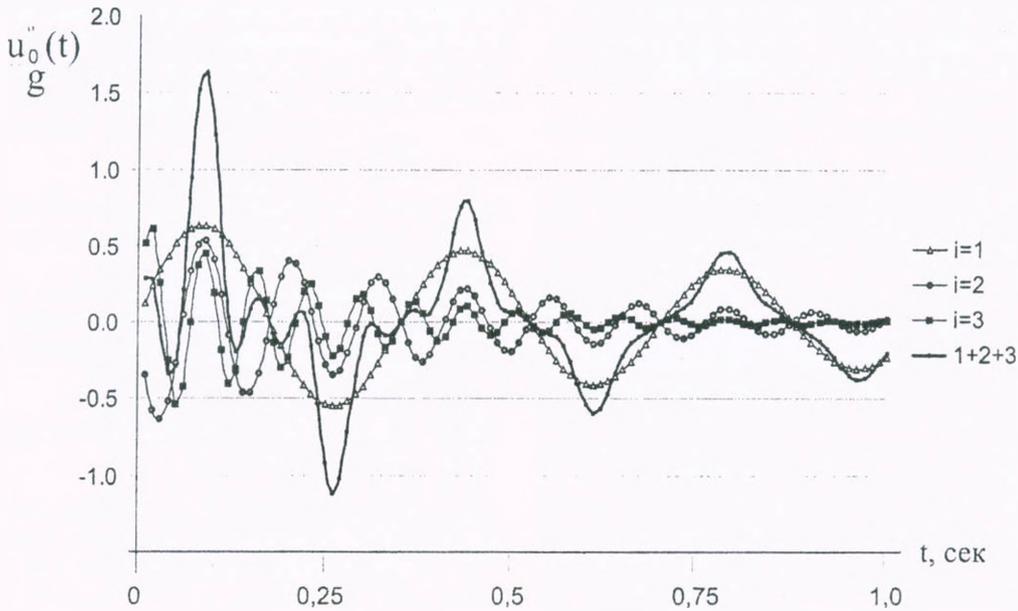


Рис. 2. Акселерограммы для скального грунта с учетом трех форм (1+2+3) колебаний и по 1, 2 и 3 форме колебаний в отдельности.

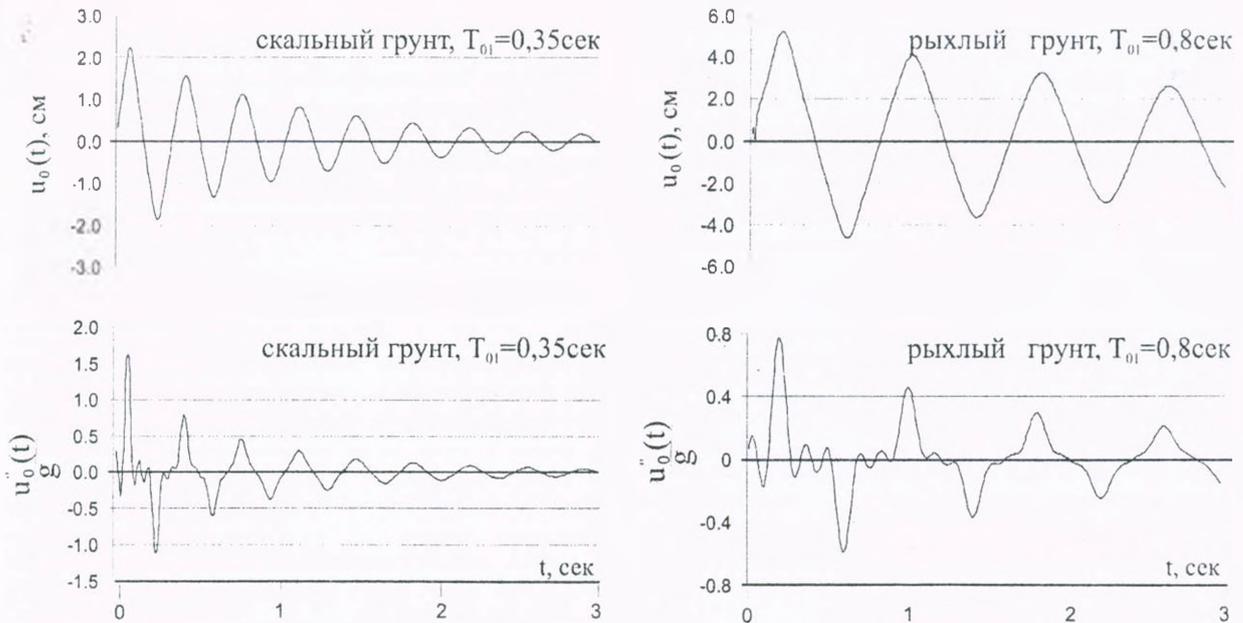
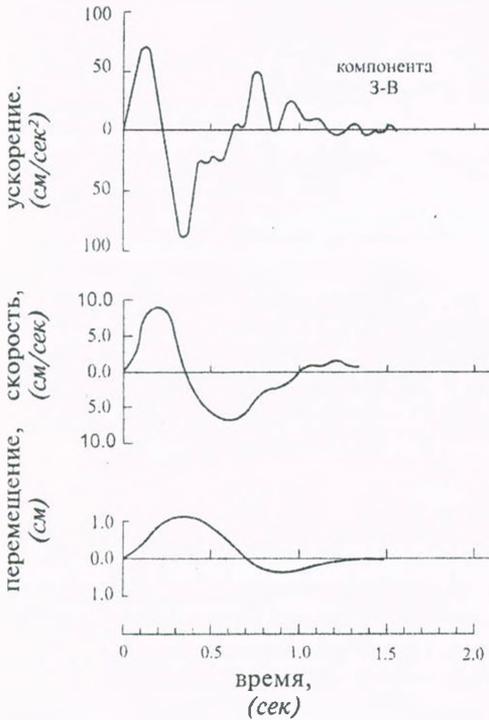


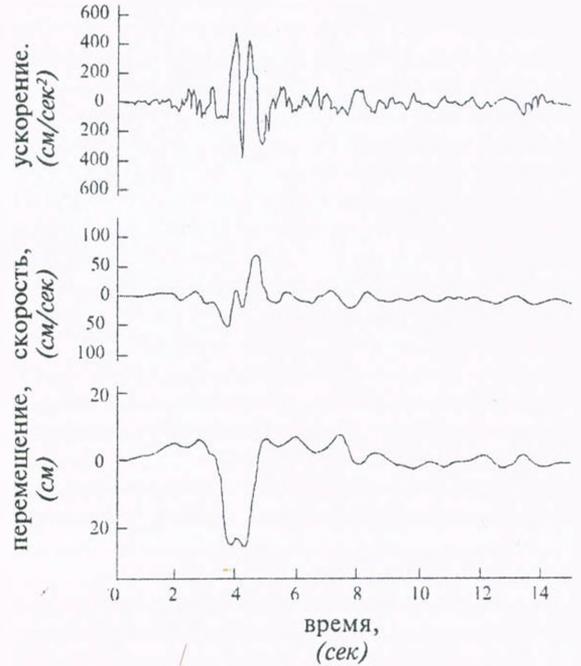
Рис. 3. Сейсмограммы и акселерограммы для скальных и рыхлых грунтов, вычисленные по формулам (30) с учетом трех форм колебаний.

Возникновение таких высокочастотных колебаний на поверхности земли всегда считалось маловероятным. Поэтому, по-видимому, их учет в формулах (30) для скальных грунтов можно считать нереальным. Кроме того, как отмечено выше, значения коэффициентов внутреннего трения μ_2 и μ_3 для второй и третьей форм колебаний из-за отсутствия экспериментальных исследований, касающихся процессов внутреннего трения по высшим сдвиговым колебаниям горных пород, были приняты как для первой формы $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = 5\%$, что также может привести к большим погрешностям. В литературе имеются мнения, что если такие высокочастотные коле-

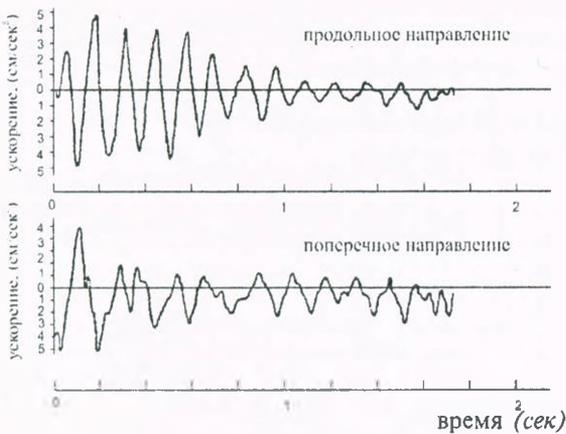
бания даже возникают на поверхности земли, то они очень быстро затухают и не оказывают влияния на формирование суммарной акселерограммы грунта по низкочастотным колебаниям. Таким образом можно предполагать, что реальную картину о величинах ускорений на поверхности земли можно получить только в результате исследования реальных неоднородных грунтовых оснований с экспериментально подтвержденными величинами коэффициентов затухания колебаний различных горных пород как по первой форме колебания, так и по высшим формам сдвиговых колебаний.



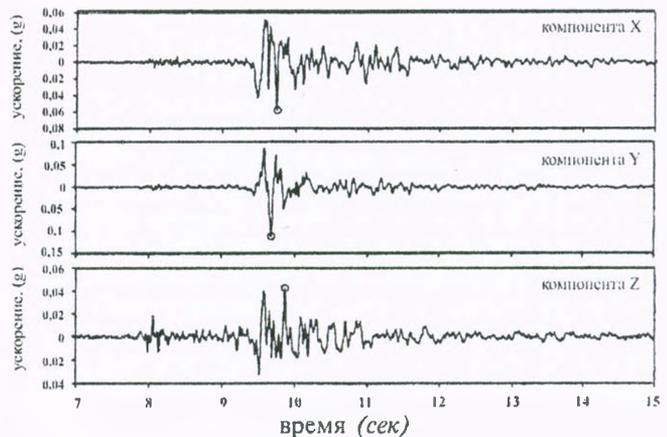
Акселерограмма землетрясения в Порт Гуенеме 18 марта 1957 года и полученные по ней велесограмма и сейсмограмма.



Акселерограмма землетрясения в Паркфильде 27 июня 1966 года и полученные по ней велесограмма и сейсмограмма.



Акселерограмма землетрясения в Ереване 16 июня 1973 года (скальные грунты).



Акселерограмма Тбилисского землетрясения 25 апреля 2002 года (скальные грунты).

Рис. 4. Примеры записанных акселерограмм при различных землетрясениях.

На рис.4 показаны примеры реальных акселерограмм, записанных при различных землетрясениях, имеющих качественное сходство с расчетными, приведенными на рис.3.

Основной формуле (28) можно дать и волновую интерпретацию. Известно, что движение грунта на поверхности земли во время землетрясения (сейсмограмма) — это результат суммирования неоднократно преломленных и отраженных от нижних слоев поперечных сейсмических волн. К этому выводу приводят и формулы (28) и (29). В самом деле, воспользуемся известным положением о том (Джеффрис, Свирлс 1970), что *любая стоячая волна может быть заменена парой бегущих волн*, так как имеет место равенство

$$2 \cos \frac{k\pi}{l} x \sin \frac{k\pi}{l} ct = \sin \frac{k\pi}{l} (x + ct) + \sin \frac{k\pi}{l} (ct - x), \quad (31)$$

и наоборот, *любая бегущая волна может быть представлена как пара стоячих волн* с фазами, сдвинутыми на $\pi/2$, так как

$$\sin \frac{k\pi}{l} (x + ct) = \sin \frac{k\pi x}{l} \cos \frac{k\pi ct}{l} + \cos \frac{k\pi x}{l} \sin \frac{k\pi ct}{l} \quad (32)$$

где l — длина стержня, c — скорость распространения волны в стержне, формулы (28) и (29) на основании (31) можно представить в виде:

$$u(x,t) = \frac{v}{2} \sum_{i=1}^n \frac{T_i \delta_i}{2\pi} e^{-\eta_i t} \left[\sin \frac{2i-1}{2} \frac{\pi}{H} (x + v_s t) + \sin \frac{2i-1}{2} \frac{\pi}{H} (v_s t - x) \right], \quad (33)$$

$$u''(x,t) = \frac{v}{2} \sum_{i=1}^n \frac{2\pi}{T_i} \delta_i e^{-\eta_i t} \left[\sin \frac{2i-1}{2} \frac{\pi}{H} (x + v_s t) + \sin \frac{2i-1}{2} \frac{\pi}{H} (v_s t - x) \right]$$

где v_s — скорость волн сдвига в однородной среде. Формула (33) четко показывает, что сейсмограмма и акселерограмма на поверхности земли представляют собой сумму множества падающих и отраженных затухающих волн с различными амплитудами и частотами.

Аналогия с колебаниями сооружений при сейсмических воздействиях. Аналогичные явления имеют место также при колебаниях наземных зданий и сооружений во время землетрясения. Как показывают теоретические исследования (Хачиян, 1973), перемещения и ускорения на разных уровнях зданий и сооружений, вычисленные по акселерограммам реальных землетрясений, представляют собой сумму квазигармонических колебаний с периодами, равными периодам их свободных колебаний. Наиболее наглядно это вырисовывается, если за наземное сооружение принимать простую систему с одной степенью свободы (линейный осциллятор). В этом случае ускорение инертной массы сооружения выражается формулой

$$\tau(T, \eta, t) = \frac{2\pi}{T} \int_0^t e^{-\frac{\eta}{T}(t-\xi)} a(\xi) \sin \frac{2\pi}{T}(t-\xi) d\xi, \quad (34)$$

где T — период свободного колебания осциллятора, η — коэффициент затухания, $a(t)$ — акселерограмма грунта.

В случае многоэтажных зданий перемещения (деформации) $y_k(t)$ и полные ускорения $a(t) + y_k''(t)$ этажей определяются по формулам (Хачиян, 1973):

$$y_k(t) = \sum_{i=1}^n \eta_{ki} \frac{T_i}{2\pi} \int_0^t e^{-\frac{\eta_i}{T_i}(t-\xi)} a(\xi) \sin \frac{2\pi}{T_i}(t-\xi) d\xi, \quad (35)$$

$$a(t) + y_k''(t) = \sum_{i=1}^n \eta_{ki} \frac{2\pi}{T_i} \int_0^t e^{-\frac{\eta_i}{T_i}(t-\xi)} a(\xi) \sin \frac{2\pi}{T_i}(t-\xi) d\xi$$

где η_{ki} — известный коэффициент форм колебаний, T_i и η_i — соответственно период и коэффициент затухания здания по i -ой форме свободных колебаний здания.

На рис. 5 показаны акселерограммы и графики изменения во времени $\tau(t)$, вычисленные по формуле (34) для различных T при четырех разных землетрясениях для $\eta = 5\%$. Графики подтверждают, что периоды ускорений (реакции) инертной массы с достаточной точностью равны периодам свободных колебаний T осциллятора, независимо от акселерограммы землетрясения. На рис. 6 показаны графики изменения во времени перемещений и сейсмических инерционных сил (ускорений) этажей уже для 9-этажного каркасного здания с учетом трех форм свободных колебаний ($T_1 = 0.78$, $T_2 = 0.26$, $T_3 = 0.15$ сек), вычисленных на основании формул (35) по акселерограмме землетрясения в Hollister (Хачиян и др., 1985). Их характер также указывает на наличие процесса суперпозиции по трем формам свободных колебаний здания, причем, как видно из рисунка, для ускорений этажей влияние высших форм существенно больше, чем на перемещения этажей, т.е. имеет аналогичное явление как и при вычислении сейсмограммы и акселерограммы грунта по формуле (30).

Графики изменения во времени ускорений на разных уровнях по высоте многоэтажных каменных, железобетонных и металлических зданий, мостов и высотных плотин были зарегистрированы во время ряда сильных землетрясений. В частности, в большом количестве их было зарегистрировано во время Ломо-Приетского землетрясения в Калифорнии 17 октября 1989 года и в Сан-Фернандо 9 февраля 1971 года (CSMIP, 1989; Maley et al, 1971). Некоторые из них для землетрясения Ломо- Приета приведены на рис. 7, 8, 9.

Синхронные акселерограммы землетрясения на грунте (Free Field) и записи ускорений на уровнях перекрытия 3-го этажа и покрытия металлического здания размером в плане 28x76

и высотой 14.6 метров (CSMIP Station N57562, San Jose) показаны на рис. 7. На записанных ускорениях этажей и покрытия преобладают периоды около 0.55 и 0.2сек, которые являются периодами первого и второго форм свободных колебаний самого здания. Изменения ускорений этажей во времени носят квазигармоничный характер и значительно проще, чем характер изменения во времени ускорения (акселерограммы) грунта.

На рис. 8 показаны записи изменений ускорений перекрытий 5-го, 9-го, 12-го этажей и покрытия 14-этажного железобетонного каркасного здания с диафрагмами жесткостей (в четырех углах в плане) в Santa Rose. Общая высота здания 40 метров, размеры в плане 26x25 метров (CSMIP Station N68489). Здесь преобладающий период на записях – 1.25-1.30сек, что соответ-

ствует периоду первой формы свободных колебаний самого 14-этажного здания, характер изменения ускорений этажей и покрытия во времени в основном обусловлен колебаниями по первой форме свободных колебаний здания.

Приведем еще один характерный случай, наблюдаемый во время этого же землетрясения. На рис. 9 показаны ускорения перекрытий 16-го, 39-го и 44-го этажей 47-этажного здания из металлического каркаса со связями жесткости общей высотой 150м и размерами в плане 37x54м (CSMIP Station N58532). Из рисунка видно, что преобладающие периоды записей ускорений этажей приблизительно равны 0.9-1.1сек и 0.4-0.6. Уверенно можно считать, что они являются значениями периодов 2 и 3 форм свободных колебаний здания.

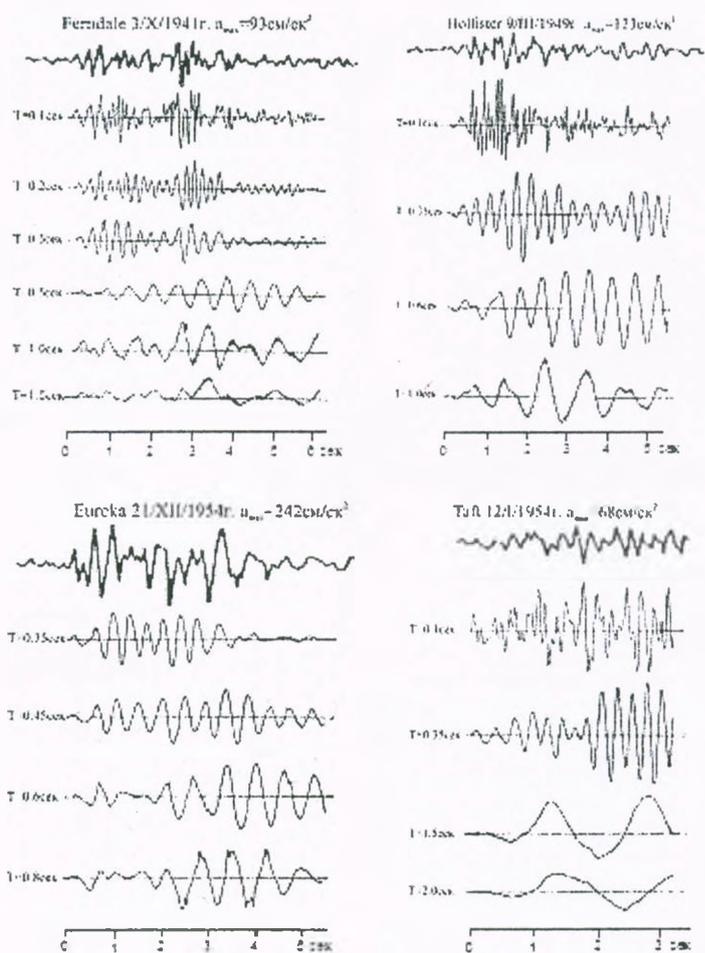


Рис. 5. Изменения во времени ускорения $\tau(t)$ инертной массы линейного осциллятора с различными периодами свободных колебаний T и коэффициентом затухания $n=5\%$ при четырех различных землетрясениях (Хачиян, 1973). Жирным оттенком показаны исходные акселерограммы.

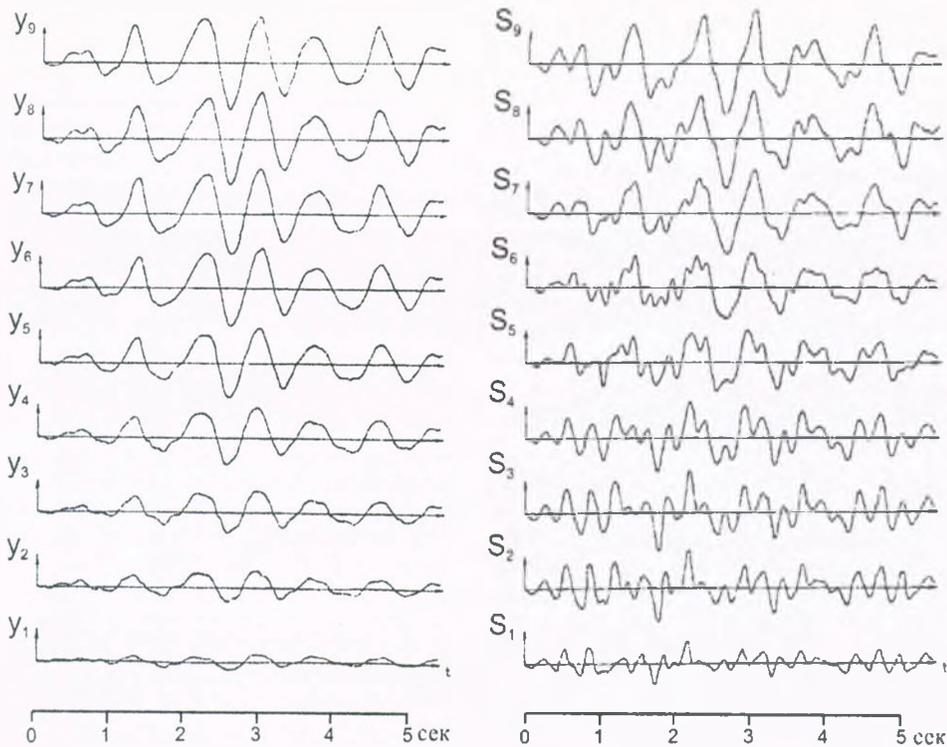


Рис. 6. Графики изменения перемещений y_i и сейсмических сил S_i (ускорений) этажей 9-этажного каркасного здания по акселерограмме землетрясения в Hollister 9.03.1949. (Хачиян и др., 1985).

Период первой формы колебания зданий такой высоты, согласно Американским нормам, будет около 3.5-4.0сек и, естественно, по этой форме ускорение здания (реакция), вызванное землетрясением, будет так мало по сравнению с ускорениями, вызванными по второй и третьей формам колебания, что его доля в общей суммарной величине ускорений на записях не будет обнаруживаться. Это мнение подтверждается и

тем, что максимальное ускорение 39 этажа (0.13g) меньше, чем максимальное ускорение 16-го этажа (0.19g). Кроме того, при внимательном осмотре записей 16-го, 39-го и 44-го этажей можно обнаружить их антифазность, что также подтверждает, что приведенные записи ускорений, в отличие от предыдущих примеров, являются суммарной реакцией здания по второй и третьей формам его свободных колебаний.

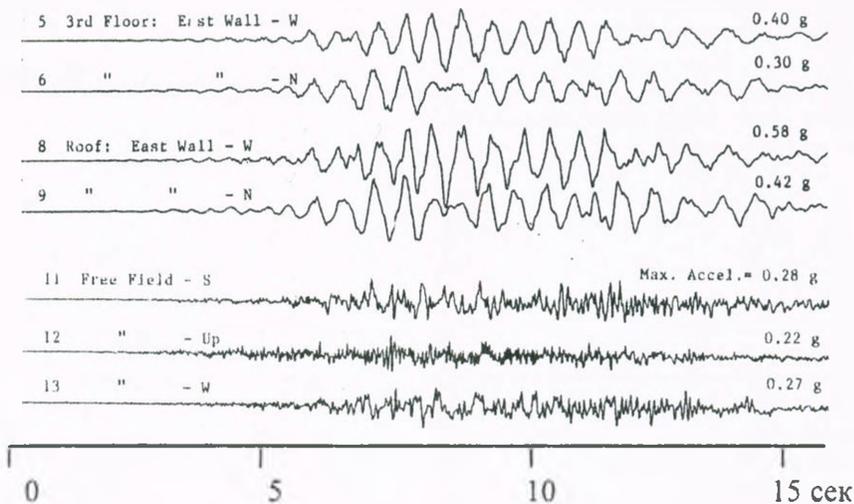


Рис. 7. Акселерограммы грунта по трем направлениям (11,12,13) и ускорений 3-го этажа (на перекрытии 2-го этажа) и покрытия 3-этажного здания (5,6,8,9) при землетрясении в Ломо-Приета (17.10.1989г.).

W- продольное направление здания
N- поперечное направление здания

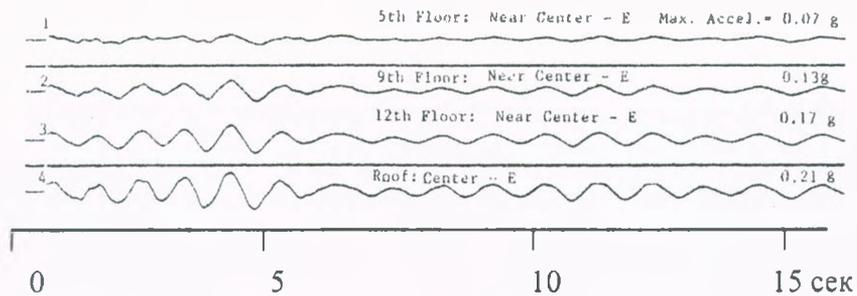


Рис. 8. Акселерограммы 5-го, 9-го, 12-го этажей и покрытия 14-этажного здания (1,2,3,4), зарегистрированные во время землетрясения в Ломо-Приета (17.10.1989г.)

Полноценная инструментальная информация об ускорениях грунтов и зданий различных конструктивных систем и этажностей при землетрясениях 17.10.1989г. в Ломо-Приета и 9.02.1971г. в Сан-Фернандо позволила выявить также очень важный с точки зрения сейсмического воздействия аспект — **количественные**

соотношения между максимальным ускорением покрытия здания A_n и максимальным ускорением его фундамента (грунта) A_f . По отчетам обоих землетрясений (CSMIP, 1989; Maley et al., 1971) нами были установлены такие соотношения для 22 железобетонных зданий этажностью от 5 до 25 и 8 зданий из

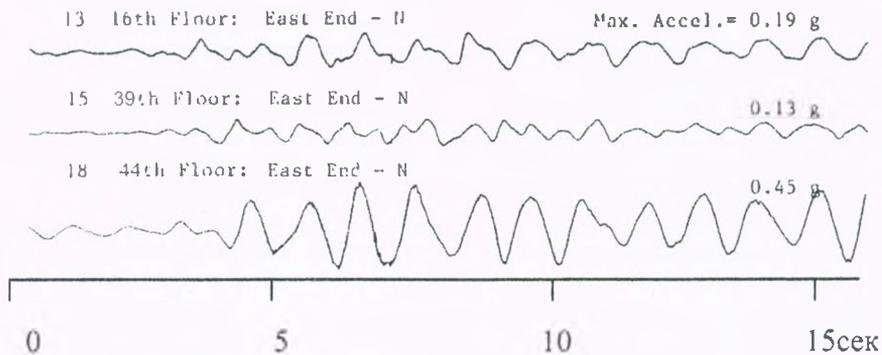


Рис. 9. Акселерограммы 16-го, 39-го и 44-го этажей (13,15,18) 47-этажного здания, зарегистрированные во время землетрясения в Ломо-Приета (17.10.1989г.).

металлических конструкций этажностью от 5 до 45. В источниках отсутствует информация о величинах периодов свободных колебаний указанных зданий. Полученные результаты в графическом виде представлены на рис. 10. Следует отметить, что одновременная запись ускорения грунта (фундамента) и покрытия здания при реальных сильных землетрясениях очень редкое явление, и полученные результаты, по нашему мнению, имеют большое теоретическое и практическое значение, в частности, для установления максимального значения коэффициента динамичности и спектра реакции. Как видно из приведенных результатов, **минимальное значение A_n/A_f равно 1.2, максимальное — 4.1.** При этом минимальное значение зарегистрировано для высотных зданий этажностью 25-45. Наиболее важный вывод из полученных результатов можно сделать такой: **как для высотных железобетонных зданий до 25 этажей, так и для металлических зданий до 45 этажей среднее значение A_n/A_f приближается к 2.5.** Этот результат подтверждает достоверность максимального значения нормализованного безразмерного

спектра реакции, равного 2.5, принятого в нормативных документах по сейсмостойкому строительству большинства стран мира. Так как значения ускорений на уровнях покрытий высотных зданий зарегистрированы во время реального землетрясения, то следует считать, что величины этих ускорений есть результат суперпозиции (суммирования) ускорений по нескольким формам собственных колебаний, так как во время землетрясения в зданиях генерируются колебания как по первой форме, так и по высшим формам свободных колебаний согласно формуле (35). Из этого следует второй важный вывод: **в суммарной зарегистрированной величине ускорения покрытия малоэтажных зданий основную долю составило ускорение, соответствующее первой форме свободного колебания, так как периоды высших форм свободных колебаний для таких зданий очень маленькие, и по ним во время землетрясений здание почти не подвергается ощутимым ускорениям, и, наоборот, в высотных зданиях основную долю зарегистрированного ускорения покрытия составляют уско-**

рения по высшим формам колебаний здания, так как период первой формы колебаний таких зданий очень большой и здания с таким большим периодом при землетрясениях также не подвергаются ощутимым ускорениям. Из этих результатов вытекает, с первого взгляда, не очень очевидный,

но в свете изложенного выше обоснованный вывод: во время землетрясения возрастание ускорения покрытия здания по сравнению с ускорением грунта происходит почти с одинаковым коэффициентом (примерно 2.5), независимо от его этажности.

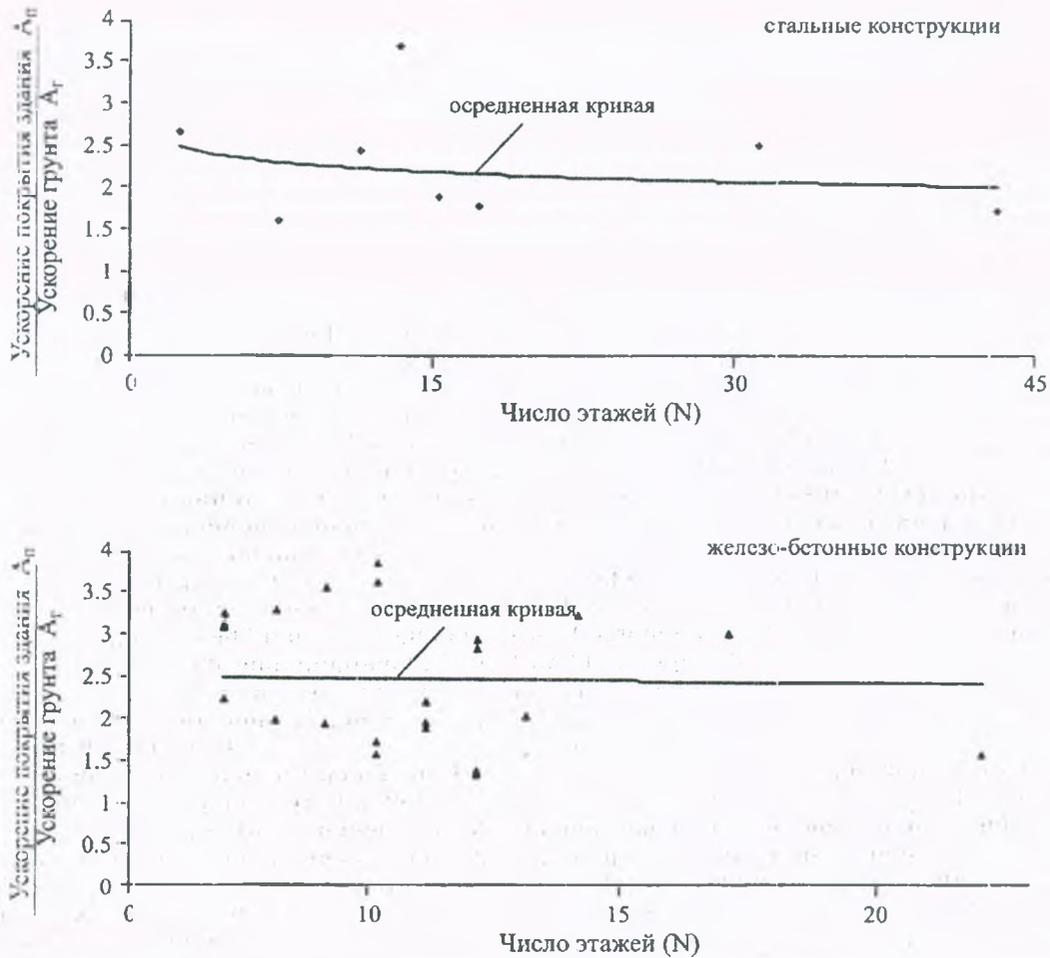


Рис. 10. Зависимость отношения ускорения покрытия здания к ускорению грунта (A_n/A_g) от их этажности.

Из вышеизложенного вырисовывается следующее упрощенное представление о передаче сейсмического воздействия от очага землетрясения до верха сооружения: *сейсмические волны, распространяющиеся от очага землетрясения на поверхность земли, генерируют колебания грунта с преобладающими периодами, равными периодом свободных колебаний приповерхностной толщи грунта, которые в свою очередь в наземном сооружении вызывают новые колебания с преобладающими периодами, равными периодом свободных колебаний самих сооружений. Это значит, что в процессе землетрясения происходит двойная фильтрация сейсмических волн — сначала в приповерхностной толще, а потом в самом сооружении.*

Литература

- Брун Дж.Н. Физика сильных движений, вызванных землетрясениями. В кн.: "Сейсмический риск и инженерные решения". М.: Недра, 1981, с.129-161.
- Джеффрис Г., Свирлс Б. Методы математической физики. М.: Мир, 1970, т.3, 345с.
- Фаччиоли Э., Резендиц Д. Динамика грунтов: поведение грунта при сейсмических воздействиях, включая разжижение. В кн.: "Сейсмический риск и инженерные решения", М.: Недра, 1981, с.66-128.
- Хачиян Э.Е. Сейсмические воздействия на высотные здания и сооружения. Ереван: Айастан, 1973, 328с.
- Хачиян Э.Е., Амбарцумян В.А., Гороян А.Т., Мелкумян М.Г. Рекомендации по определению динамических характеристик и сейсмических нагрузок для зданий и сооружений по акселерограммам землетрясений. Ереван: АрмНИИСА, 1985, 110с.
- Хачиян Э.Е. О преобладающих периодах колебаний

грунтов при землетрясениях. "Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений". М., 2000, N4, с.10- 4.

Эстева Л. Сейсмичность. В кн.: "Сейсмический риск и инженерные решения". М.: Недра, 1981, с.162-201.
CSMIP, Strong-Motion Records From the Santa Cruz Mountains (Loma Prieta), California Earthquake of 17 October, 1989, California Department of Conservation,

Report OSMS 89-06, 1989, 196p.
Maley R.P., Cloud W.K., Morrill B.Y., Scott N.H., Hudson D.E., Trifunac M.D. Strong-Motion Accelerograph Records. Strong-Motion Instrumental Data on the San-Fernando Earthquake of February 9, 1971, California Institute of Technology and U.S. Department of Commerce, 1971, 260p.

ԳԵՏՆԻ ՍԵՅՍՄՈՂՐԱՄՆԵՐԸ ԵՎ ԱՔՍԵԼԵՐՈՂՐԱՄՆԵՐԸ ՀԱՇՎԱՐԿՎԱԾ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԸ ՈՐՊԵՍ ՀՈՑ ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ԱԿՆԹԱՐԹԱՅԻՆ ԽՉՄԱՆ ՆՄԱՆԱԿ ԳԻՏԱՐԿՈՒՄՅՑ

Է. Ե. Խաչիյան

Ամփոփում

Ժամանակակից պատկերացումների համաձայն երկրաշարժի երևույթը ևարելի է դիտարկել որպես հոծ միջավայրի մեխանիկական խզման հետևանք: Հորվածում ընդունվում է, որ այդ խզումը տեղի է ունենում ակնթարթորեն: Խզումից հետո բաժանված կտորները շարժվելով հակառակ ուղղություններով կուներան որոշակի սկզբնական v արագություն, որի մեծությունը կախված կլինի խզման հարթության խորության, նրա մակերեսի և նրանց փոխադարձ տեղաշարժի մեծություններից: Ընդունելով, որ խզումից հետո երկրի մակերևույթի վերին շերտերը բացի ընդհանուր փոխադարձ տեղաշարժից ավելի խորքային շերտերի նկատմամբ կուներան նաև հարաբերական տեղափոխություններ $u(x,t)$, որոնք կենթարկվեն լայնական ալիքների տարածման (1) դիֆերենցիալ հավասարմանը՝ (2) և (3) եզրային և սկզբնական պայմաններով: Նման կերպ ձևակերպված եզրային խնդրի լուծումը բերված է (28) հավասարմամբ: Այդ լուծման հիման վրա ստացած երկրի մակերևույթի վրա գետնի տեղափոխությունների (սեյսմոգրամների) և արագացումների (ակսելերոգրամների) (30) արտահայտությունները: Որպես օրինակներ ստացված են գետնի սեյսմոգրամները և արսելերոգրամները ժայռային և փխուր գրունտային տեղամասերի համար, որոնք ցույց են տրված նկ. 3-ում, որտեղ T_{0i} – շինարարական հրապարակի գերակշռող պարբերություններն են: Հորվածում բերված են նաև իրական երկրաշարժերի ժամանակ (Սան Ֆերնանդո, 1971; Լոմո Պրիետա, 1989) տարբեր շենքերի տարբեր հարկերում և տանիքներում գրանցված արագացումների օրինակափոխությունները: Ցույց է տրված, որ շենքերի տանիքների արագացումների հարաբերությունը գրունտի արագացումներին անկախ շենքերի հարկայնությունից և կոնստրուկտիվ լուծումներից (մետաղական և երկաթ-բետոնե հիմնակմախքներ) համարյա մնում է հաստատուն, որի միջին մեծությունը ձգտում է 2.5-ի: Ստացված արդյունքները վկայում են, որ առաջին մտափորությանը կարելի է ընդունել, որ երկրաշարժի ժամանակ երկրի մակերևույթի վրա առաջանում են շինարարական հրապարակի գերակշռող պարբերությունների մեծություններով պայմանավորված տատանումներ, որոնք իրենց հերթին վերհետնյա կառուցվածքներում առաջացնում են նոր տատանումներ պայմանավորված հենց իրենց կառուցվածքների սեփական տատանումների պարբերություններով: Այստեղից բխում է, որ երկրաշարժի ժամանակ տեղի է ունենում սեյսմիկ ալիքների կրկնակի գտում՝ սկզբում շինարարական հրապարակի մակերևույթային շերտում - այնուհետև վերհետնյա կառուցվածքներում:

A METHOD TO PRODUCE SYNTHETIC SOIL ACCELEROGRAM BY THE MODEL OF MOMENTARY MEDIUM-BREAK EARTHQUAKE

E. Y. Khachian

Abstract

Issues of deriving analytical relations to describe dislocations and accelerations of soil particles on the earth surface are discussed for the case when earthquake is considered as a momentary break (outcrop) of a medium.
Synthetic seismograms and accelerograms are derived depending on the dynamic characteristics of local soil conditions: predominant periods of subsurface soil thickness and attenuation ratios of rock vibrations, as well as movement velocities of blocks after their breaking.

АНАЛИЗ МАКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 18 ИЮНЯ 2009 Г. В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ

© 2009г. С.М. Оганесян, Э.Г. Геодакян, Дж.К. Карапетян, В.Р. Григорян,
Г.А. Мкртчян, М.А. Мкртчян

*Институт геофизики и инженерной сейсмологии им. акад. А. Назарова НАН РА,
3115, г. Гюмри, В. Саргсяна, 5, Республика Армения
E-mail: iges@mail.ru
Поступила в редакцию 30.10.2009г.*

На основе макросейсмического обследования и инструментальных данных различных сейсмологических агентств проведен комплексный анализ основных параметров очага землетрясения и определено его расположение в сейсмотектоническом плане центральной части территории Армении. Выявлены некоторые особенности проявления афтершлюкового процесса, определены спектрально - динамические параметры очага землетрясения.

В практике сейсмологических наблюдений при возникновении в густонаселенных районах ощутимых землетрясений проводятся детальное макросейсмическое обследование последствий сейсмических воздействий и анализ данных инструментальных наблюдений на сейсмических станциях. К числу таких землетрясений нужно отнести и землетрясение, произошедшее 18-го июня 2009 г. в 07 часов, 34 мин, 53 сек. (время по Гринвичу) на западном склоне Гегамского хребта, всего в 23 км. восточнее г. Еревана. Оно ощущалось во всех близлежащих к эпицентру населенных пунктах и в г.Ереване силой от 3-х до 5-ти баллов по шкале интенсивности MSK-64, (Медведев и др., 1965), вызвавшее повышенное беспокойство и испуг у большинства населения. По инструментальным данным агентства Национальной Службы Сейсмической Защиты Республики Армения (NSSP), гипоцентр землетрясения расположен в центральной части территории республики, имеет географические координаты 40°14' N, 44°49' E, глубину залегания очага 7 км, величину магнитуды $M = 3.8$.

Макросейсмическое обследование землетрясения 18-го июня 2009 г.

Макросейсмическое обследование этого землетрясения проведено экспедицией ИГИС НАН РА под руководством директора ИГИС, члена-корр. НАН РА С.М.Оганесяна.

По специально разработанным маршрутам, пересекающим область ощутимости этого землетрясения с разных азимутов были обследованы последствия в 29 населенных пунктах, включая г.г. Ереван, Абовян и Гавар. Прямые наблюдения и опросы проводились по общепринятой методике макросейсмического обследования на основе шкалы сейсмической интенсивности MSK-64.

Оценка интенсивности проводилась по степени повреждений зданий и сооружений, а в случае их отсутствия – по реакции людей и предметов бытового инвентаря.

В сельских населенных пунктах обследованию были подвергнуты в основном одно-двухэтажные жилые дома, а также некоторые здания культурно - административного значения. В городах Ереване и Абовяне обследование проводилось выборочно по разноэтажным зданиям, расположенным в различных частях этих городов.

В близлежащих к эпицентру населенных пунктах характерным макросейсмическим эффектом являлось возникновение новых незначительных и расширение старых трещин в штукатурке на стыках стен и оконных проемах. В наиболее близком к эпицентру с.Севаберд произошел частичный обвал внешней стороны стены коровника, построенного из камня правильной формы с цементным раствором на каменном фундаменте, а также выбытие оконных рам из проемов. Около села Зар со склонов песчаного карьера происходили камнепады с поднятием пыли. Жители этих сел были сильно напуганы и выбегали из домов. Землетрясение ощущали в виде сильных толчков, сопровождавшихся гулом, подобным взрыву.

Результаты оценки сейсмической интенсивности в обследованных населенных пунктах приводятся в табл. 1, на основании которой построена карта изосейст землетрясения 18 июня 2009 г. (рис.1).

Сейсмичность и сейсмотектонические условия эпицентральной области

Пространственно-временное распределение сильнейших ($M > 5.0$) и ощутимых (энергетический класс $K > 9.0$) землетрясений, произошедших в этом районе с исторических времен (189 г.) и с 1962 г. по настоящее время, характеризует его повышенную сейсмическую опасность и высокую сейсмическую активность (рис.2).

Макросейсмические данные о землетрясении 18 июня 2009 года

№	Населённый пункт	Δ, км*	№	Населённый пункт	Δ, км*
	Интенсивность 5			Интенсивность 3-4	
1	Севаберд	4	15	Акунк,	14
	Интенсивность 4-5		16	Алис,	11
2	Геташен	12	17	Гегард	15
3	Зар	10	18	Ереван (Библиотека НАН РА)	30
	Интенсивность 4		19	Ереван (Джрвез)	25
4	Ацаван	23	20	Ереван (Зейтун)	29
5	Вохчаберд	21	21	Капутаван	14
6	Гарни	20	22	Цахгашен	18
7	Гехадир	22		Интенсивность 3	
8	Гохт	17	23	Абовян	19
9	Дзорахбюр	20	24	Арамус	16
10	Ереван (Нор Норк)	26	25	Гавар	24
11	Зовашен	9	26	Котайк	16
12	Зовк	15		Интенсивность 2-3	
13	Камарис	14	27	Ереван (Эребуни)	32
14	Катнахбюр	14.5	28	Ланджазат	34
			29	Мартуни	42

* - Расстояния от населенного пункта до макросейсмического эпицентра

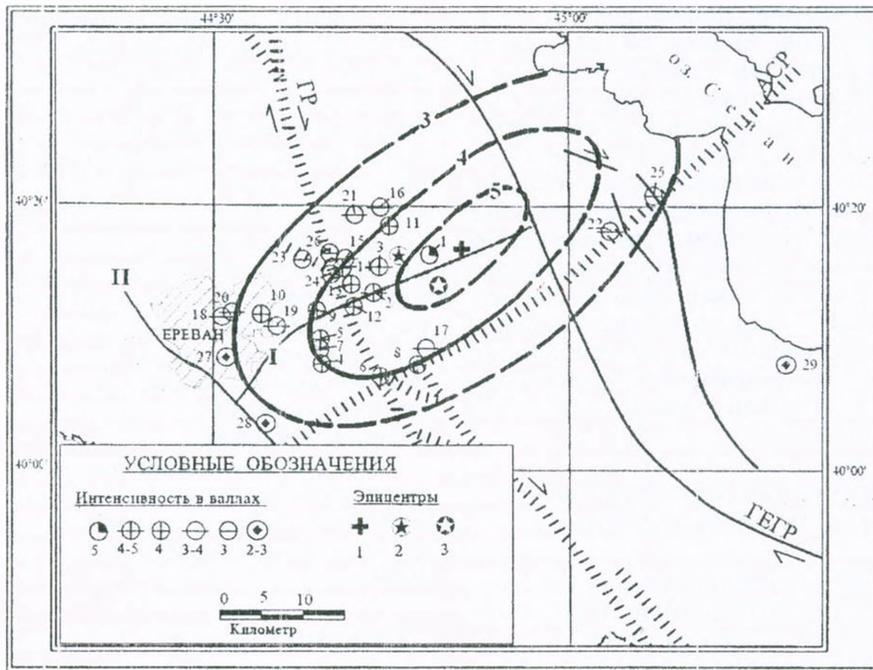


Рис 1. Карта изосейст землетрясения 18 июня 2009 г. 1. Макросейсмический эпицентр по ИГИС НАН РА; 2. Инструментальный эпицентр по NSSP; 3. Инструментальный эпицентр по EMSC

Сейсмотектонический план представлен довольно сложной системой разноранговых и разнонаправленных активных глубинных разломов. К отдельным участкам этих разломов приурочены преобладающее большинство произошедших землетрясений. В этой системе своей сейсмической опасностью выделяются Гарнийский и Арарат-Севанский активные глубинные разломы, на которых расположены очаги разрушительных Гарнийского 1679 г. ($M=7.0$)

и Двинских 851, 863, 869 гг. и наиболее сильного из них 893 г. ($M=6.4$) землетрясений. Эти очаги на карте эпицентров представлены в виде эллипсов, большие и малые оси которых соответствуют истинным размерам протяженности (L) и ширины по падению (W) разрывов в очагах.

Повышенная сейсмическая активность возникших слабых и ощутимых землетрясений за относительно короткий период времени (1962-2008 гг.) наблюдается на Гегамском и Гаварском

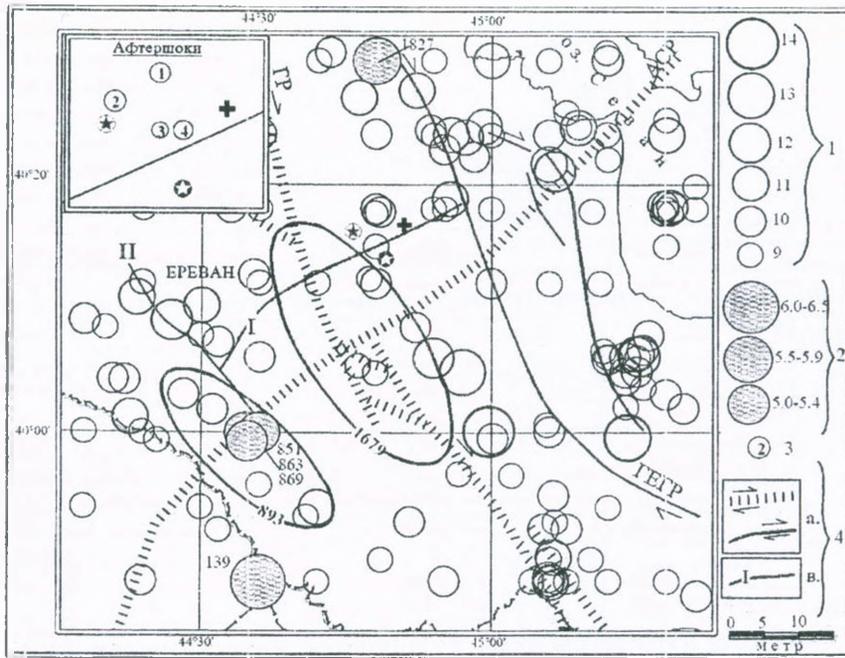


Рис 2. Сейсмичность и сеймотектонические условия эпицентральной области
 1-энергетический класс; 2-магнитуда, 3- афтершоки, 4а-глубинные разломы: ГР-Гарнийский, ГЕГР-Гегамский разломы (Караханян, 1995), АСР- Арат-Севанский разлом (Пирузян, 1969; Асланян и др., 1981); 4б-внутриблоковые разрывные нарушения I-I (Габриелян и др., 1982)

разломах, а также в области очага Паракарского землетрясения 1937 г. ($M=4,7$), непосредственно примыкающей к г.Еревану с юго-запада.

Особый интерес представляет внутриблоковое разрывное нарушение, простирающееся параллельно Арат-Севанскому разлому от Гегамского до Ереванского глубинных разломов (Габриелян и др., 1982). Именно по направлению этого разлома вытянута большая ось эллипса изосейст эпицентральной области, и на ней локализуется инструментальный эпицентр произошедшего землетрясения. На данном участке это не единственное землетрясение, в непосредственной близости расположены эпицентры более 9-ти землетрясений с $K=9.0 \div 10.0$, произошедших за наблюдаемый период.

Инструментальные данные более 70-ти сейсмических станций, зарегистрировавших это землетрясение, позволили ряду национальных и региональных сейсмологических центров и агентств произвести независимые локаций эпицентра. Из этих станций наиболее близкой (эпицентральной расстояние $D=19.0$ км) и удаленной ($D=4920.0$ км) от эпицентра являлись соответственно сейсмические станции "Гарни" и "Улан-Батор" (МНР), оборудованные высокочувствительными американскими цифровыми сейсмометрическими комплексами IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology). Результаты основных параметров очага, определенных со стороны агентств, приводятся в табл. 2.

Точность определения географических координат эпицентра существенно зависит от азимутального расположения сейсмических станций

относительно очага, эпицентральных расстояний, четкости вступлений фаз продольной Р-волны и их кинематических невязок. С этих позиций точности локаций эпицентра, проведенных агентствами TIF, KAH и MOC, уступают определениям агентств EMSC и NSSP вследствие малого количества сейсмических станций и одностороннего их расположения относительно очага.

Результаты подробного анализа зависимости стационарных кинематических невязок вступления Р-волн от азимута для станций агентств NSSP и EMSC (рис. 3а,б) характеризуют высокую точность определения координат эпицентра. С сейсмологической точки зрения эти определения практически совпадают.

Особого внимания заслуживает оценка магнитуды землетрясения. Сейсмологическими агентствами EMSC, KAH, TIF магнитуда землетрясения оценена по локальной шкале магнитуд Ч. Рихтера M_L . Геофизической службой АН России (MOC) применена магнитудная шкала Б. Гутенберга m_b —по объемным волнам P_v . Эти магнитудные шкалы при слабых и ощутимых землетрясениях ($M < 5.0$) дают сопоставимые значения, так как в конечном итоге основаны на физически обоснованной зависимости максимальной амплитуды колебания от эпицентрального расстояния и силы землетрясения. Применяемая сейсмологической службой NSSP магнитудная шкала M_d , основанная на зависимости продолжительности записи на сейсмограмме от силы землетрясения, при близких эпицентральных расстояниях, дает определенные искажения истинной величины магнитуды.

Таблица 2. Основные параметры очага землетрясения

Коды сейсмологических центров и агентств	Количество, с/ст	Время в очаге (h:m:s)	Координаты		Магнитуда, M^{**}	Глубина очага, h (км)
			N° , град	E° , град		
NSSP – Армения	22	07:34:53	40.23	44.75	$M_d=3.6$	5.0
EMSC*	48	07:34:53	40.27	44.76	$M_L=4.1$	2.0
МОС – Россия	15	07:34:52,3	40.06	44.95	$m_b=4.3$	10.0
КАН – Грузия	9	07:34:52,6	40.24	44.90	$M_L=3.9$	2.5
ТИФ – Гурция	7	07:34:51,4	40.23	44.66	$M_L=4.3$	-

*-Европейский средиземноморский сейсмологический центр

**- M_d -магнитуда по длительности записи, M_L -локальная магнитуда по Ч. Рихтеру, m_b -магнитуда по волне РV

Таблица 3. Основные параметры сильных афтершоков по данным NSSP

Дата	Время в очаге	Координаты		Магнитуда	Энергетический класс, К
		N	E		
18.06.09	16:30	$40^{\circ}18'$	$44^{\circ}48'$	2.4	8.3
21.06.09	02:53	$40^{\circ}17'$	$44^{\circ}46'$	2.8	9.0
21.06.09	13:43	$40^{\circ}16'$	$44^{\circ}48'$	1.9	7.6
22.06.09	01:25	$40^{\circ}16'$	$44^{\circ}49'$	2.3	8.1

Таблица 4. Спектрально-динамические параметры очага

Сейсмическая станция (с/с)	$\Omega_0, м^*сек$	$f_0, Гц$	$M_0, Нм$	$r_0, км$	$\Delta\sigma, Па$	$\eta\sigma$	\bar{u}	M_w
Дигорское ущелье	$0.56 \cdot 10^{-6}$	1.25	$3.162 \cdot 10^{15}$	0.98	$3.406 \cdot 10^5$	$2.27 \cdot 10^5$	$0.8 \cdot 10^{-2}$	4.3

Таблица 5. Основные параметры очага по макросейсмическим данным ИГИС НАН РА

Координаты макросейсмического эпицентра		Глубина очага, h (км)	Длина разрыва очага, l (км)	Средняя подвижка по разрыву, \bar{u} (м)	Интенсивность в очаге I_0 (балл по MSK-64)
N	E				
40.28°	44.85°	5	1.7	0.01	5.5÷6.0

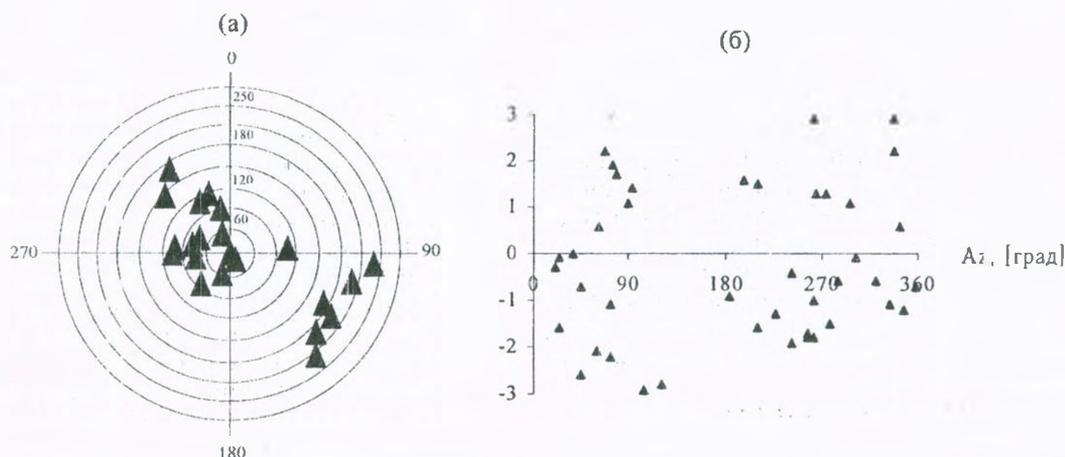


Рис 3. Полярная диаграмма расположения сейсмических станций Армении относительно эпицентра землетрясения (а). Зависимость стационарных кинематических невязок Р-волн f_i от азимута (б)

В данном случае оно составляет $M_L - M_d \approx 0.5$. Для реального представления этого искажения нужно учесть, что увеличение магнитуды на единицу приводит к увеличению энергии землетрясения в 32 раза.

Использование этой магнитудной шкалы в практике наблюдений NSSP связано, по нашему мнению, с оперативностью оценок магнитуд землетрясений, а также с затруднениями динамической калибровки сейсмометрических каналов телеметрических станций.

Исходя из вышеизложенного анализа, реальной оценкой магнитуды землетрясения нужно считать оценку EMSC $M_L=4.1$.

По всем инструментальным определениям очаг землетрясения имеет неглубокое залегание $h=2.0 \div 10.0$ км. По нашим макросейсмическим оценкам (см.далее), а также по определениям NSSP, глубина очага составляет $h=5.0$ км. Эта глубина соответствует залеганию верхней части кристаллического фундамента земной коры в районе эпицентральной зоны (Сганесян и др. 2005).

Спектральные характеристики и динамические параметры очага землетрясения определены по цифровым регистрациям сейсмометрических каналов SDAS и IRIS, установленных соответственно на сейсмических станциях "Дигорское ущелье" и "Кисловодск". Выделение и идентификация фаз вступлений различных групп Р- и S- волн на этих станциях проводились по комплексу программ системы обработки сейсмических цифровых данных WCG (рис. 4а).

Спектральные характеристики очага определялись по амплитудному спектру Фурье Р-волн, зарегистрированному на с/ст. "Дигорское ущелье" (рис. 4б).

Расчет амплитудного спектра, выделение его

низкочастотной и высокочастотной составляющих ветвей, угловой частотам точки перегиба, а также переход от станционных к очаговым спектрам проводились по методическим рекомендациям ЕССН (Аптекман и др., 1989). Как видно из рис. 4б, амплитудный спектр Фурье Р-волны уверенно аппроксимируется с круговой дислокационной моделью очага Брюна (Brune, 1970), имеющей квадратический закон спада спектральной плотности в высокочастотной области. Численные значения уровня длиннопериодной составляющей амплитудного спектра Фурье и угловой частоты f_0 , необходимые для расчета динамических параметров очага землетрясения, приводятся в табл. 4.

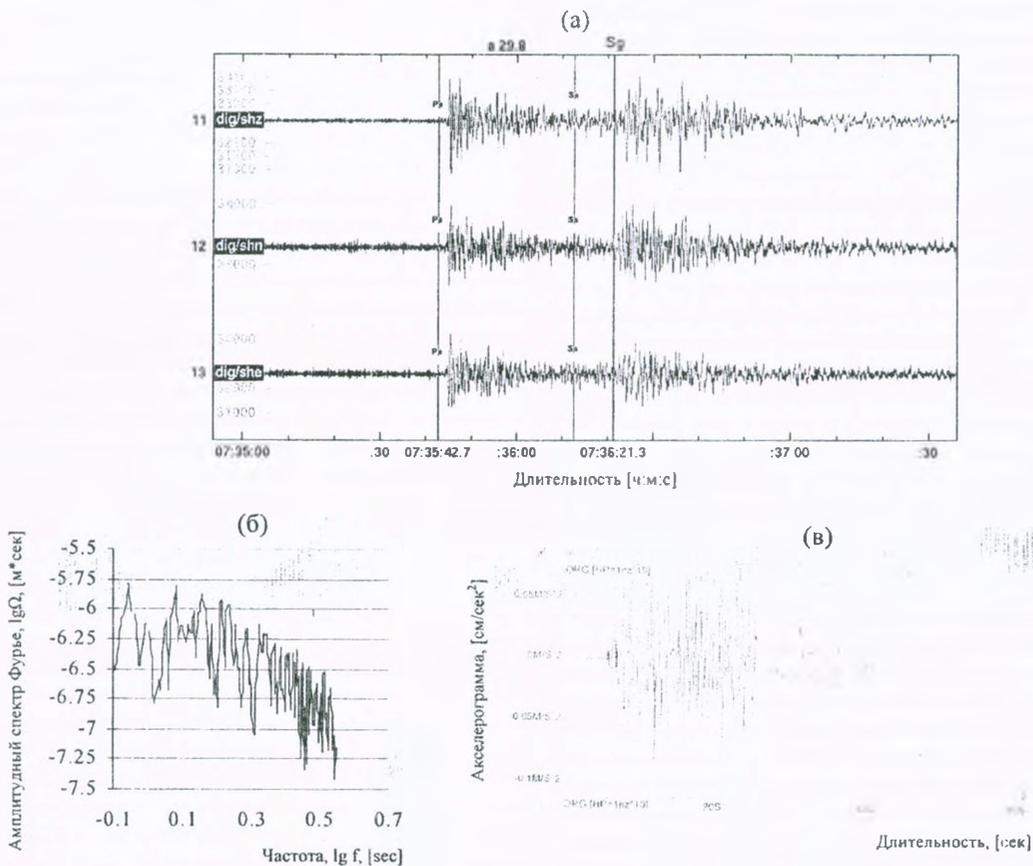


Рис 4. Цифровая запись землетрясения (а) и амплитудный спектр Фурье Р-волн (б) по с/ст "Дигорское ущелье". Акселерограмма землетрясения сейсмометрической станции, установленной в здании НАН РА.

По формулам, приведенным в работе (Brune, 1970), рассчитывались следующие динамические параметры очага: M_0 - скалярный сейсмический момент, r - радиус круговой дислокации, $\Delta\sigma$ - сброшенное напряжение, $\eta\sigma$ - кажущееся напряжение, \bar{u} - средняя подвижка по разрыву (табл.4). В табл. 4 включено также значение моментной магнитуды M_w , рассчитанное по формуле Канамори (Hanks, Kanamori, 1979):

$$M_w = 2/3 \lg M_0 - 10.7$$

Расчетное значение моментной магнитуды $M_w = 4.3$ оказалось на 0.2 единицы выше $ML=4.1$ (EMSC) и совпадает со значениями, полученными по удаленным станциям.

Афтершоковый процесс. Основной толчок землетрясения сопровождался многочисленными афтершоками. Благодаря эффективно действующей высокочувствительной сейсмической станции "Гарни", за период с 18-го по 23 июня удалось зарегистрировать 100 афтершоков. Как известно, относительно сильные афтер-

шоки, возникшие в первые дни после основного толчка, характеризуют направленность и площадь развития разрыва, образовавшегося при главном толчке землетрясения. Национальному агентству NSSP удалось определить координаты эпицентров четырех наиболее сильных афтершоков (табл. 3), которые на рис.2 представлены в вставке. Согласно этим данным, процесс разрываобразования распространялся на северо-восток от инструментально определенного эпицентра и охватил площадь $S \approx 16.0 \text{ км}^2$.

Используя классическую формулу зависимости площади афтершокового поля от величины магнитуды (Vtsey, Seki, 1954)

$$\log_{10} S = M - 3.15,$$

можно косвенно оценить магнитуду землетрясения, которая для данного случая составила $M=4.35$. Завышенное значение этой магнитуды, возможно связано с точностью определения географических координат эпицентров афтершоков.

Оценка количественных и энергетических характеристик афтершокового процесса нами

проведена по энергетической шкале классификации землетрясений K (Раутиан, 1960). Для этого приведенные по s_p /ст. "Гарни" магнитудные значения афтершоков переводились в значения K посредством общепринятой корреляционной зависимости Гутенберга-Рихтера-Раутиан (Раутиан, 1960):

$$K = 4 + 1.8 M,$$

где K - сейсмическая энергия на референц-сфере радиуса 10 км. $E=10^K$ (Дж).

Приведенные на рис.5 диаграммы продолжительности и частоты проявления афтершоков, а также количества высвобожденной сейсмической энергии указывают на ряд характерных особенностей, несвойственных для афтершоковых процессов землетрясений с $M \approx 4.0$. К их числу следует отнести относительную продолжительность афтершокового процесса.

После основного толчка разрядка остаточных тектонических напряжений имеет пульсирующий характер. Возникновение каждого, сравнительно сильного афтершока сопровождалось большим количеством слабых афтершоков.

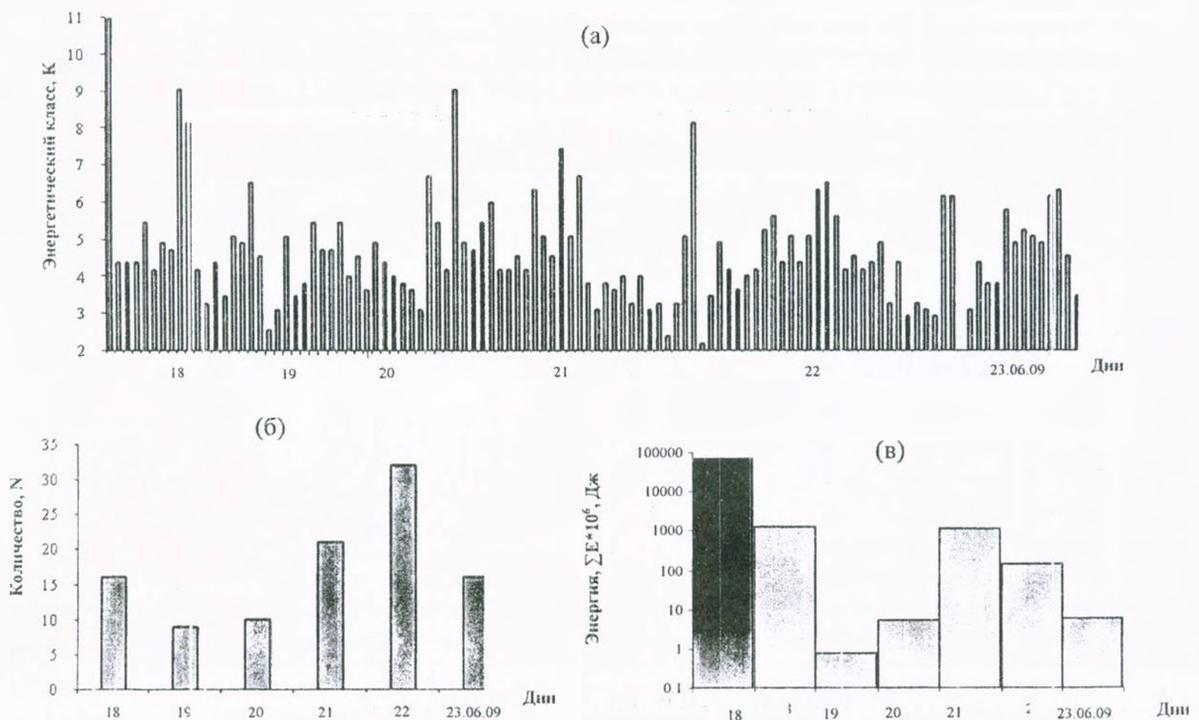


Рис 5. Распределение во времени энергетических классов- K (а), количества- N (б) и суммарной высвобожденной энергии ΣE (в) афтершоков

Это явление наблюдается также на диаграммах количества афтершоков и суммарной высвобожденной сейсмической энергии ΣE .

Совместный анализ макросейсмических и инструментальных данных

На карте приведены три замкнутые изосейсты интенсивностью 5, 4 и 3 балла. Все изосейсты имеют форму эллипсов, вытянутых по направлению, совпадающему с простиранием АСР и

I – I тектонических нарушений. Это совпадение обусловлено в основном тем обстоятельством, что при незаглубленных очагах первые изосейсты наследуют особенности структурного и геологического строения очаговой зоны.

Макросейсмический эпицентр, определенный по первой изосейсте, имеет координаты $\varphi=40.28^\circ \text{ N}$ и $\lambda=44.85^\circ \text{ E}$ и не совпадает с инструментальным эпицентром. При соизмеримых

погрешностях определения инструментального и макросейсмического эпицентров основным фактором несовпадения является горизонтальная протяженность очага. Этот параметр очага рассчитывался двумя различными способами, по формулам Н.В. Шебалина (Шебалин, 1974):

$\log_{10} I = 0.5M - 1.8$ и непосредственно с карты изосейст ($I_x \approx 2(\delta_1 - \delta_2)$),

где δ_1 и δ_2 - проекции расстояния от инструментального до макросейсмического эпицентра, взятые вдоль и перпендикулярно оси первой изосейсты. Соответствующие значения протяженности очага составили $-\ell = 1.7$ км и $-\ell_x = 2.1$ км и вполне сопоставимы со значением размера круговой дислокации $2r_0 = 2.0$ км, полученным по спектральным характеристикам (табл. 4).

Глубина очага землетрясения, определенная по ее зависимости от коэффициента затухания интенсивности $-\nu$ и интенсивности в очаге I_0 , составляет 5 км. Вытянутость изосейст указывает на различие затухания интенсивности сейсмического эффекта. Значения коэффициентов затухания ν_1 и ν_2 вдоль и перпендикулярно к оси вытянутости изосейст рассчитывались по отношению к радиусам и площадям соседних пар изосейст и составляли соответственно $\nu_1 = 3.1$ и $\nu_2 = 5.0$. Среднее значение коэффициента затухания по карте изосейст принято равным $\nu = 4.0$.

Интенсивность землетрясения в очаге - I_0 определялась двумя способами: по наблюдаемой максимальной интенсивности I_{max} с добавлением приращения ΔI и расчетным способом по уравнению макросейсмического поля (Шебалин, 1974).

По первому способу к максимально наблюдаемой интенсивности добавлялось приращение бальности $\Delta I = 0.5$, связанное с условиями выделения первой изосейсты, $I_0 = I_{max} + \Delta I = 5.0 + 0.5 = 5.5$ баллов.

По уравнению макросейсмического поля $I_0 = 1.5M - \nu \log_{10} h + 3$ при $x = 4.0$, $h = 5.0$ км. Рассчитанное значение I_0 составляет $I_0 = 6.25 \approx 6.0$ баллов.

На сейсмометрической станции, расположенной в здании НАН РА, получена единственная цифровая акселерограмма этого землетрясения (рис. 4 в). Продолжительность записи максимальных ускорений и слабое затухание их кода, несвойственное для землетрясений с магнитудами $M \approx 4.0$, некоторые специалисты связывают с аппаратурными искажениями. Мы не разделяем эту точку зрения по двум причинам:

- акселерограф ОСП-1, имеющий критическое затухание 1.43, исключает аппаратурное искажение записи;

- в работе (Халтурин и др., 1991) было выявлено, что в зависимости от азимута и угла выхода сейсмической радиации на инструментальных записях с/ст. "Ленинакан" и "Ереван" образуется мощный круг интерференционных монохроматических колебаний, длительность и интенсивность которых существенно зависят от местных геологических условий строения

верхней толщи (порядка нескольких сотен метров) и угла подхода сейсмических лучей к основанию толщи.

Поляризационный анализ фаз первых вступлений Р-волн на горизонтальной и вертикальной компонентах акселерограммы выявил довольно крутой угол $\epsilon \approx 75^\circ$ подхода сейсмического луча к основанию толщи, способствующий возникновению наблюдаемых особенностей записи. Значение пикового горизонтального ускорения на акселерограмме $PGA = 15$ см/сек² хорошо согласуется со значением PGA для 4-х баллов интенсивности по современным инструментальным шкалам, приведенным в работах (Wald et al., 1999; Григорян, Карапетян, 2009).

Несмотря на близкое расположение к очаговой зоне разрушительного Гарнийского землетрясения 1678 года, направленность макросейсмического проявления, географические координаты и глубина залегания очага скорее указывают на его приуроченность к разрывному нарушению, расположенному в зоне динамического действия Арарат-Севанского глубинного разлома.

В официальных сайтах NSSP возникновение этого землетрясения, а также Масисского 10.04.2008 г. с $M = 3.2$ комментируется как обычное проявление сейсмического режима. Не опровергая это заключение, считаем необходимым не исключать из рассмотрения иную возможную версию дальнейшего развития сейсмического процесса.

Последовательное возникновение за последний год Масисского землетрясения 18.04.2008 г. с $ML = 3.2$ на Гарнийском глубинном разломе, а также Зарского 18.06.2009 г., Игдырского 22.06.2009 г. с $ML = 3.5$ и, возможно, Гандзакского 07.10.2009 г. с $ML = 3.6$ землетрясений, соответственно на центральном, юго-западном и северо-восточном участках Арарат-Севанского разлома косвенно указывает на наличие в центральной части территории Армении значимых сеймотектонических деформационных процессов.

Учитывая это обстоятельство, считаем необходимым проведение профильных циклических геодезических нивелировочных наблюдений для окончательной оценки геодинимической обстановки этой, крайне важной для республики, территории.

Согласно общепринятому правилу присвоения сильным и ощутимым землетрясениям наименования близлежащего наиболее крупного населенного пункта, данное землетрясение следует именовать Зарским землетрясением 18 июня 2009 года.

Авторы выражают благодарность руководству Геофизической службы РАН (члену-корр. РАН А.А. Маловичко, И.П. Габсатаровой, Р.С. Михайловой) за предоставление цифровых регистраций с/ст. "Дигорское ущелье" и "Кисловодск", руководству агентства НССЗ РА (А.Ш. Антонян, Г.П. Петросян, Г.В. Саргсян) за предоставление сейсмостатистических данных афтершокового процесса Зарского землетрясения, доктору геол.-мин. наук Л.А. Ахвердян и А. Левоняну за предоставление цифровых акселерограмм.

Литература

- Аптекман Ж.Я., Белавина Ю.Ф., Захарова А.И., Зобин В.М., Коган С.Я., Корчагина О.А., Москвина А.Г., Поликарпова Л.А., Чепкунас Л.С. Спектры Р-волн в задаче о разделении динамических параметров очагов землетрясений. Переход от стационарного спектра к очаговому / и расчет динамических параметров очагов. Вулканология и сейсмология. 1989. № 2, с. 66-80.
- Аслания А.Т., Анания Э.В., Агамалян К.А., Караханян А.С., Микаелян А.С. Карты разломов Центральной части Армянской ССР. М 1:200000. Научно-технический отчет по проблеме "Прогноз землетрясений". ИГН АН Арм.ССР, Ереван, 1981, 63 с., (Фонды ИГИС).
- Габриелян А.А., Саркисян О.А., Харазян Э.Х., Симонян Г.П. Сейсмогеология района Арагатского сейсмопрогностического полигона. Науч.технич.отчет. ЕГУ, Ереван, 1982, 143 с. (Фонды ИГИС).
- Григорян В.Г., Карапетян Дж.К. Ускорение грунта как характерный параметр сейсмического воздействия. Преимущества и недостатки. Материалы Республиканской научной конференции, посвященной 20-летию годовщины землетрясения 7-го декабря 1988 г. (4-5 декабря 2008г. г. Гюмри). Изд. "ДПИР", 2009, с. 376-379
- Караханян А.С. Активные разломы и сильные землетрясения Анатолийско - Малокавказского орогена. Автореферат дисс. на соискание уч. ст. доктора геол.-мин.наук. М.: 1993, 48 с.
- Мелведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. - М.: МГК АН СССР, 1965, 11 с.
- Оганесян С.М., Оганесян А.О., Гаспарян Г.С., Фиданян Ф.М. Структурно - динамическая характеристика земной коры территории Армении по комплексу геофизических данных. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2005, ЛУШ, № 3, с. 46 - 53.
- Пирузян С.А. Опыт детального сейсмического районирования территории Большого Ереванского района. Ереван: "Айастан", 1969, 92 с.
- Раутиан Т.Г. Энергия землетрясения. Методы детального изучения сейсмичности. Тр. ИФЗ АН СССР № 9 (176), М: Изд. АН СССР, 1960, с. 75 - 114.
- Халгурин В.И., Шомахмадов А.М., Геодакян Э.Г., Саргсян Н.М., Мхитарян Л.А. "Усиление интенсивности колебаний в Ленинакане". "Комплексная оценка сейсмической опасности". Вопросы инженерной сейсмологии. Вып.32. М: Наука, 1991, с.5 - 14.
- Шебалин Н.В. Очаги сильных землетрясений на территории СССР. М.: Наука, 1974, 19 с.
- Brune J.N. Tectonic stress and the spectrum of seismic shear waves from earthquake. J. Geophys. Res 1970, 75, 1 26, p. 4997-5009.
- Hanks T.S., Kanamori H. A moment magnitude: Scale // J. Geophys. Res. 1979, V.84, 135, pp.2348-2350.
- Wald D.J., Quitoriano V.O., Heaton T.H., Kanamori H. (1999) Relationships between peak ground acceleration, peak ground velocity, and modified Mercalli intensity in California, Earthq. Spectra. V. 15, pp. 557-564.
- Ytsy T., Seki A. A relation between the area of aftershock region and energy of main shock. Zisin, 1954, V.7. 1 7. pp. 233-240.

2009 ԹՎԱՎԱՆԻ ՀՈՒՆԻՍԻ 18-Ի ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՏԱՐԱԾՔԻ ԿԵՆՏՐՈՆԱԿԱՆ ԱՎՍՈՒՄ ՏԵՂԻ ՈՒՆԵՅԱԾ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԻ ՄԱԿՐՈՍԵԻՍՄԻԿ ԵՎ ԳՈՐԾԻՔԱՅԻՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Ս.Մ. Հովհաննիսյան, Է.Գ. Գեդազյան, Ջ.Կ. Կարապետյան, Վ.Ր. Գրիգորյան,
Գ.Ա. Մկրտչյան, Մ.Ա. Մկրտչյան

Ամփոփում

2009 թվականի հունիսի 18 -ի երկրաշարժի մակրոսեյսմիկ հետազոտությունների և տարբեր սեյսմոլոգիական ծառայությունների գործիքային տվյալների հիման վրա կատարվել է օջախի հիմնական պարամետրերի համալիր վերլուծություն: Որոշվել են երկրաշարժի օջախի սպեկտրալ-դինամիկ պարամետրերը և (որա դիրքը հետազոտվող տարածքի սեյսմատեկտոնական պայմանների նկատմամբ: Ինչպես նաև բացահայտվել են հետցնցումային պրոցեսի արտացոլման որոշ առանձնահատկություններ:

ANALYSIS OF MACROSEISMIC AND INSTRUMENTAL DATA OF THE EARTHQUAKE JUNE 18 2009 IN THE CENTRAL PART OF THE TERRITORY OF ARMENIA

S.M. Hovhannisyanyan, E.G. Geodakyan, J.K. Karapetyan, V.R. Grigoryan,
G.A. Mkrtchyan, M.A. Mkrtchyan

Abstract

On the base of macroseismic investigation and instrumental data of different seismological agencies complex analysis of the main parameters of the earthquake's focus is carried out and its disposition in seismotectonic plan of the central part of the territory of Armenia is defined. Some properties of aftershock process manifestation are revealed, spectral-dynamic parameters of the earthquake's focus are defined.

О МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ ПРИ ПОИСКАХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

© 2009г. С.В. Григорян, А.З. Адамян, Г.Р. Гареян

Ереванский государственный университет, географический и геологический факультет
0025, Ереван, Ал. Манукяна, 1, Республика Армения

E-mail: Sergeygrig34@rambler.ru
Поступила в редакцию 05.10.2009г.

В результате обработки данных объемного литогеохимического опробования перекрывающих рудоносные коренные породы рыхлых элювиально-делювиальных отложений установлена дифференциальная гипергенная подвижность золота и других элементов-индикаторов оруденения. При этом установлено, что золото является наименее подвижным при формировании вторичных ореолов рассеяния, что часто приводит к формированию на поверхности слабых ореолов рассеяния золота, по интенсивности существенно уступающих первичным ореолам в коренных рудовмещающих породах. Эта особенность поведения золота в гипергенных процессах должна быть учтена при оценке перспектив золотоносности вторичных литогеохимических ореолов рассеяния элементов-индикаторов.

На современном уровне развития теории и практики геохимических поисков рудных месторождений основными (наиболее надежными) являются литогеохимические методы поисков по первичным и вторичным ореолам рассеяния широкого круга элементов-индикаторов. На первом этапе геохимических поисков для локализации наиболее перспективных участков в основном используются результаты изучения гипергенных геохимических полей путем сравнительно мелкомасштабного опробования литогеохимических потоков рассеяния типоморфных для металлогении исследуемых районов элементов-индикаторов (Григорян и др., 1983). Выявленные по результатам этих работ наиболее перспективные аномалии в последующем подлежат детализации путем опробования рыхлых почвообразующих стложений с целью оконтуривания формирующих аномалий в дельтах осадках вторичных ореолов для оценки с их помощью перспектив рудоносности коренных рудовмещающих пород (Рудничная геохимия, 1992; Beus, Grigorian, 1977; Farahmand, Grigorian, 2005).

Надежность такой опосредованной через вторичные ореолы оценки перспектив рудоносности коренных пород определяется учетом степени соответствия первичных и вторичных ореолов, т.е. теснотой положительной корреляции между параметрами первичных и их производных – вторичных ореолов. Сопряженное изучение первичных и вторичных ореолов в различных ландшафтно-геохимических условиях показывает, что степень соответствия вторичных ореолов их первичным (эндогенным) аналогам в значительной степени определяется гипергенной подвижностью конкретных элементов-индикаторов, что в свою очередь определяет их пространственное распределение в вертикальном разрезе перекрывающих коренные рудоносные породы рыхлых почвообразующих отложений. Установлено, что чем мощнее рыхлый чехол, тем слабее корреляция первичных и развитых на поверхности вторичных ореолов, тем ниже надежность фиксации и оценки первичных ореолов (коренного оруде-

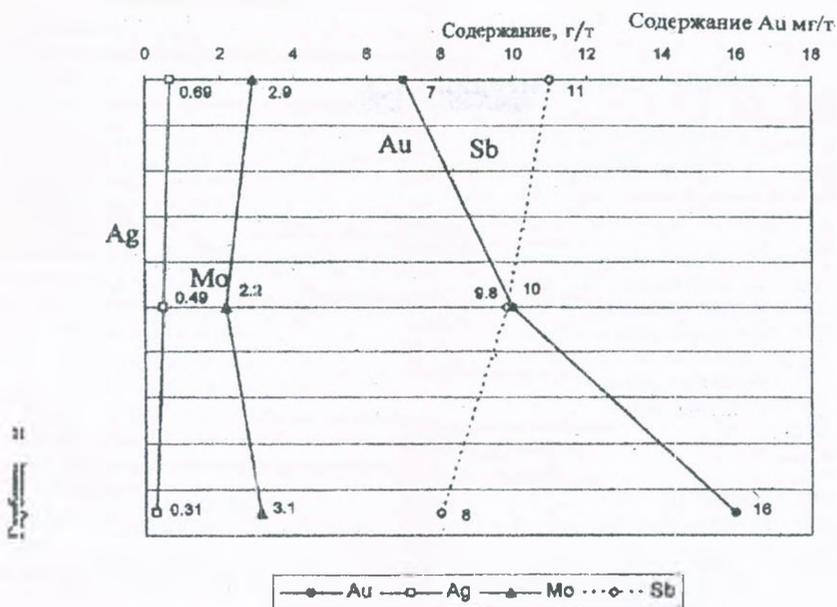
нения) по вторичным ореолам. Наиболее ярко отмеченное характерно для золота как геохимического индикатора, перекрытого рыхлыми отложениями эндогенного оруденения.

Для иллюстрации этого положения на рис. 1 и 2 приведены графики изменения с глубиной содержания золота и других элементов-индикаторов, построенные по результатам опробования ряда шурфов, пройденных по профилю через один из участков развития интенсивных вторичных ореолов рассеяния золота и других элементов в пределах Даре Фелуфте рудного поля провинции Хорестан (Иран). Описываемый район по ландшафтно-геохимическим условиям относится к сухим степям и пустыням. Как следует из приведенных графиков, во всех случаях концентрация золота с глубиной резко возрастает. По результатам опробования шурфа NP-7 выявлено 25-кратное увеличение содержания золота при переходе от вторичных ореолов на поверхности к коренным породам на глубине 2м. В отличие от этого, остальные элементы-индикаторы в гипергенных условиях являются более подвижными и благодаря этому образуют интенсивные вторичные ореолы по всему разрезу рыхлых отложений, часто отличаясь максимальными содержаниями на поверхности (Ag, Mo, Sb, рис. 1,2).

Приведенные данные показывают, что оценку перспектив выявленных в тех или иных районах вторичных ореолов нельзя производить без учета величин коэффициента соответствия (пропорциональности) первичных и вторичных ореолов (Grigorian, 1972; Григорян и др., 1983).

Необходимость выполнения опытно-методических работ по изучению соответствия вторичных ореолов их коренным аналогам – рудным телам и их первичным геохимическим ореолам особенно актуальна для золоторудных месторождений по причине геохимических особенностей самого золота, наиболее инертного в гипергенных процессах формирования вторичных ореолов его рассеяния. Это иллюстрируется также графиками, построенными с использова-

NP-1



NP-4

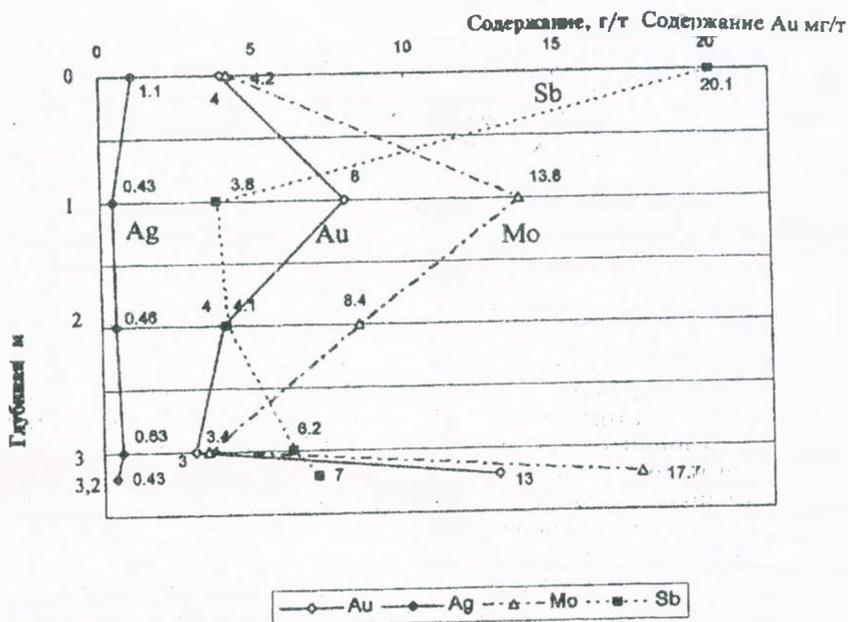
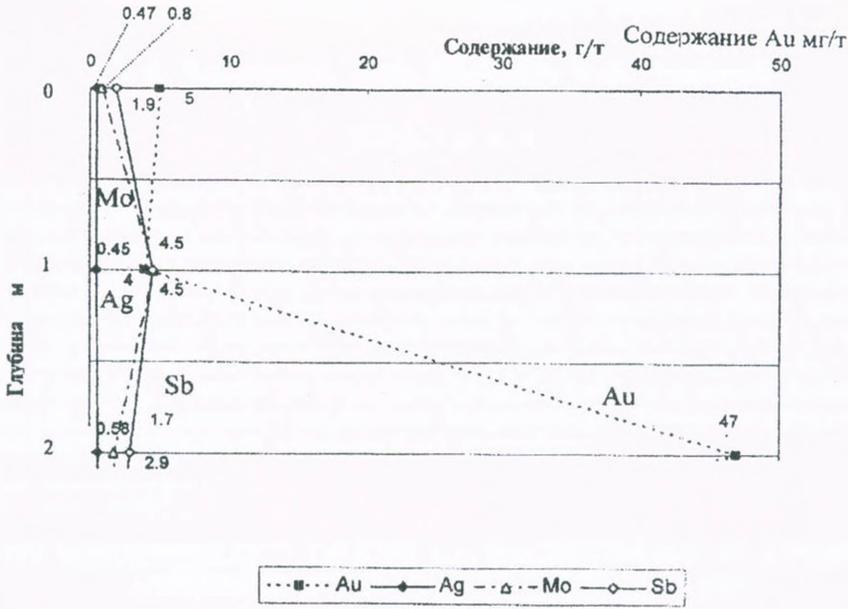


Рис. 1. Изменение содержаний элементов в рыхлых отложениях с глубиной. (шурфы NP-1, NP-4, нижний горизонт — коренные рудовмещающие породы)

нием результатов опробования рыхлых отложений и коренных пород (по канавам) в пределах Восточного фланга Партизанского рудного узла (Красноярский край РФ), характеризующегося горно-таежными ландшафтными геохимическими условиями.

На рис. 3 приведены графики среднеаномальных содержаний (в единицах фона) золота и пяти его элементов-спутников в коренных рудовмещающих породах (первичных ореолах) и вторичных ореолах. Эти графики показывают, что вторичные ореолы золота сильно подавлены, т.е. в

NP-7



NP-8

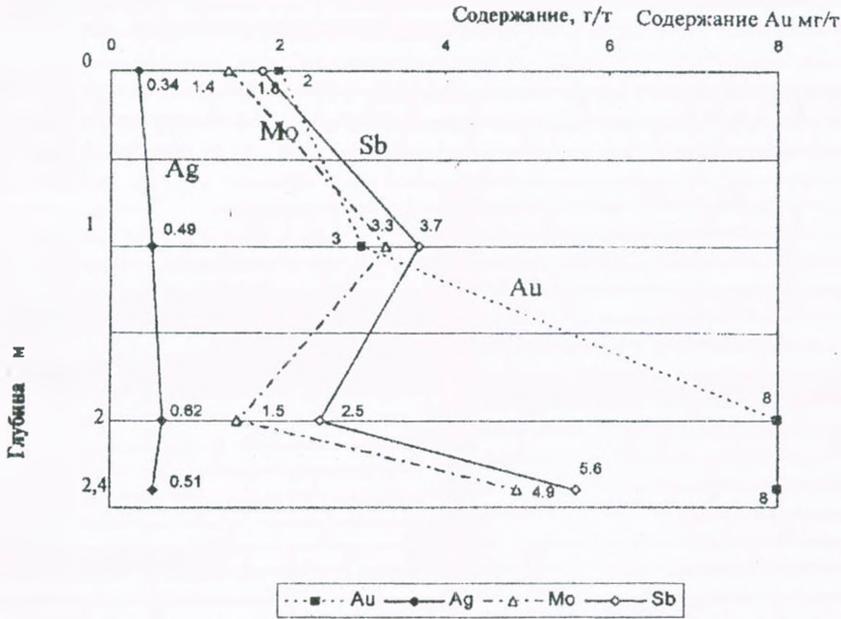


Рис. 2. Изменение содержаний элементов в рыхлых отложениях с глубиной (шурфы NP-7, NP-8, нижний горизонт – коренные рудовмещающие породы)

данном случае при формировании вторичных ореолов золота из приведенных на рис. 3 элементов является наименее подвижным. Его содержание во вторичных ореолах существенно меньше, чем в первичных ореолах (в коренных рудовмещающих породах).

Отметим, что высокая степень инертности

золота характерна и для условий многолетней мерзлоты. Так, Е. Камерон приводит следующий ряд подвижности элементов-индикаторов при формировании вторичных ореолов в минерализованных почвах и почвообразующих породах: $Zn > Cu > Fe > As > Ag > Hg > Au$. Исследованные вторичные ореолы связаны с сульфидным

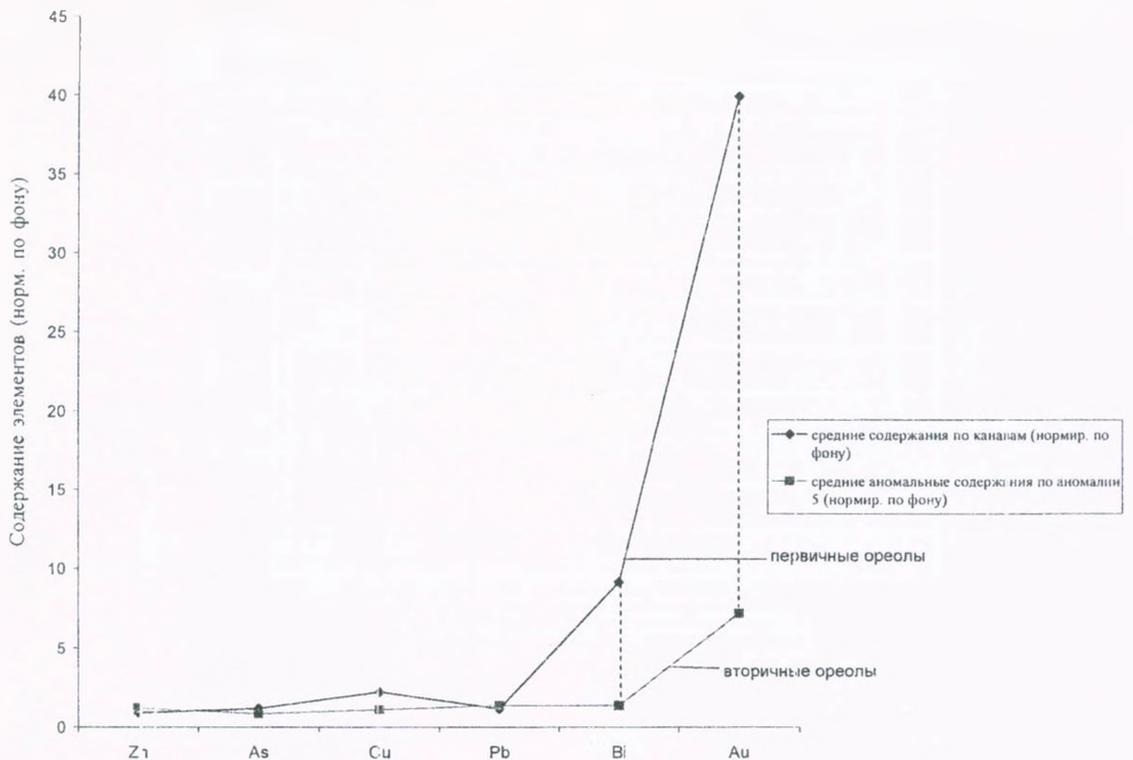


Рис. 3. Графики среднеаномальных содержаний элементов в первичных и вторичных ореолах

месторождением Агрикола Лейк, расположенным в северо-западной части Канадского щита (Cameron, 1977). Таким образом, рассматриваемое выше закономерное поведение золота в вертикальном разрезе рыхлых отложений по существу является универсальным, поскольку оно проявляется во всех типах ландшафтно-геохимических обстановок.

Приведенные выше данные показывают, что при интерпретации выявленных в результате поисковых работ вторичных ореолов с целью выбора из них перспективных на промышленное оруденение необходимо учесть дифференциальную подвижность элементов-индикаторов. Это означает, что при количественной оценке вторичных ореолов следует иметь в виду, что вторичным ореолам золота и других малоподвижных элементов (например Bi, рис. 3), как правило, должны соответствовать более высокие содержания этих элементов в коренных рудоносных породах, в связи с чем при выборе для первоочередной проверки наиболее богатых золотом и

другими малоподвижными элементами не следует пренебрегать слабоконтрастными аномалиями этих элементов, которые на глубину могут переходить в рудные тела промышленного значения.

Литература

- Григорян С.В., Соловов А.П., Кузин М.Ф. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. М.: Недра, 1983, 186 с.
- Рудничная геохимия. М.: Недра, 1992, 294 с.
- Beus A.A., Grigorian S.V. Geochemical Exploration methods For Mineral Deposits. Applied Publishing Lid, Wilmette, Illinois, USA, 1977, 228 p.
- Cameron E.M. Geochemical dispersion in mineralized soils of a permafrost environment. Journal of Geochemical Exploration. Volume 1, N 3, 1977, p. 301-326.
- Farahmand H., Grigorian S.V. Geochemical criteria in Exploration of Endogenic Gold Deposits. Proceeding of 20th World Mining Congress, 2005, Tehran, Iran, p. 236-241.
- Grigorian S.V. Primary Geochemical Halos in Prospecting and Exploration of Hydrothermal deposits. Internat. Geology Rev. v. 16, N 1, 1974, p. 12-25.

**ՈՍԿՈՒ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՈՐՈՆՄԱՆ ԸՆԹԱՅՔՈՒՄ ԼԻԹՈԳԵՈՒԿԵՄԻՍՏԻԱԿԱՆ
ԱՆՈՄԱԼԻԱՆԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՄԱՍԻՆ**

Ս.Վ. Գրիգորյան, Ա.Զ. Ադամյան, Գ.Ռ. Գարեյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հանքաքեր արմատական ապարները ծածկող փխրուն էլյուվիալ-դելյուվիալ անստվածքների ծավալային լիթոերկրաքիմիական նմուշարկման արդյունքում բացահայտված է հանքայնացման ոսկու և այլ տարրեր-ցուցիչների սարքերակված վերնածին շարժունակություն: Բացի այդ, բացահայտված է նաև, որ ոսկին հանդիսանում է ամենաանշարժունակ տարրը ցրված երկրորդային եզրապսակների կազմավորման ընթացքում, որը հաճախ բերում է մակերեսում նրա չափազանց թույլ ցրված եզրապսակների առաջացմանը, ինտենսիվությամբ զիջելով արմատային հանքապարփակող ապարներում գտնվող առաջնային եզրապսակներին: Ոսկու այդ առանձնահատկությունը պետք է հաշվի առնել տարրեր-ցուցիչների երկրորդային լիթոերկրաքիմիական ցրված եզրապսակների քանակական գնահատման ժամանակ:

**ON THE METHODOLOGY OF THE LITHOGEOCHEMICAL ANOMALIES'
ASSESSMENT DURING THE EXPLORATION
OF GOLD DEPOSITS**

S.V. Grigoryan, A.Z. Adamyan, G.R. Gareyan

A b s t r a c t

The processing of the results of three dimensional sampling of the covering bedrock soils and unconsolidated deposits resulted in establishing of indicator-elements' differential mobility during the formation of secondary geochemical dispersion anomalies and halos. It was found that among numerous indicator-elements the gold had the least mobility, because of which its concentration in secondary halos (on the surface) was much lower than in primary halos and ore bodies in bedrock. This peculiarity of gold distribution should be taken into consideration in quantitative assessment of secondary dispersion halos.

СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ, ВОЗРАСТ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МИАПОРСКОЙ СВИТЫ (АРМЕНИЯ)

© 2009г. А. С. Аванесян

Ереванский Государственный Университет, Геологический Факультет
0001, Ереван, А.Манукяна, 1, Республика Армения
E-mail: ashavan48@mail.ru
Поступила в редакцию 12.06.2009 г.

Приводятся данные детальных наблюдений по внутреннему строению, стратиграфическому положению и взаимоотношению пород комплекса вулканогенных образований, развитого в районе Миапорского хребта (Армения). Комплекс этот известен как мургузская (миапорская) свита, по вопросу о времени формирования которой до настоящего времени нет однозначного решения. Затрагиваются вопросы формационной принадлежности образований миапорской свиты и геодинамических условий формирования. По наблюдениям автора, рассматриваемый комплекс имеет ниже-среднебайосский возраст и сформировался в геодинамических условиях: предостроводужного прогиба.

На северо-востоке Республики Армения в близхребтовой части Миапорского хребта развит своеобразный комплекс вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород, слагающих крупную голоморфную синклиinalную структуру. Среди исследователей этот комплекс известен под названием "мургузская свита" или "мургузская толща". Оговоримся сразу, термин свободное пользование "толща" вводится, когда выделение местных подразделений и их прослеживание оказываются затруднительными. Толщи характеризуются определенным составом пород и именуются по составу преобладающих в них образований, например вулканогенная, карбонатно-терригенная и пр.. Мы предлагаем применить понятие "свита" и в дальнейшем при описании будем использовать название "миапорская свита". Как покажем ниже, рассматриваемый комплекс пород занимает определенное положение в стратиграфическом разрезе, характеризуется четко выраженными особенностями состава и условиями образования, выдерживающимися на достаточно большой площади.

Отложения миапорской свиты лишены фаунистических остатков. Возраст ее датируется по-разному – от средней юры (Акопян, 1969; Геологическая карта..., 1963; Геологическая карта..., 1971) до верхней юры-нижнего мела (Асланян, 1958; Геологическая карта..., 1970; Чубарян, Аракелян, 1975; Խշրիզիմի, 2005), есть также мнение о палеогеновом времени ее формирования. Наиболее распространено и принято мнение о верхнеюрско-нижнемеловом возрасте миапорской (мургузской) свиты (Геологическая карта..., 1970; Чубарян, Аракелян, 1975; Խշրիզիմի, 2005). Детальное изучение разрезов, внутреннего строения и характера взаимоотношений миапорской свиты с перекрывающими отложениями позволяет нам рассматривать образование как среднеюрские-байосские.

Строение миапорской свиты и ее взаимоотношение с вышележащими образованиями.

Как наиболее полный разрез миапорской свиты приведем разрез, задокументированный в

районе северного склона г.Мургуз по верховьям р. Ахум. Низы разреза срезаны региональным разломом. Строение свиты снизу вверх представлено следующими породами:

1. Мелко-среднеобломочные туфы андезитового состава с обильными кристаллокластами плагиоклаза, с двумя прослоями грубослоистых светло-серых алевролитов. Аз. пад. 170°, угол пад. 30° – 100 м.
2. Пачка переслаивания грубослоистых, темно-желтых алевролитов и мелко-среднезернистых серых песчаников. Аз. пад. 210°, угол пад. 20° – 8 м.
3. Серо-зеленые, мелкообломочные туфы андезитового состава с редкими мелкими кристаллокластами кварца – 90 м.
4. Пачка переслаивания алевролитов и песчаников, аналогичная пачке 2 – 22 м.
5. Мелкообломочные туфы кварцевых дацитов с редкими прослоями грубообломочных туфов того же состава – 180 м.
6. Грубо- и тонкослоистые алевролиты желто-серые. Аз. пад. 160°, угол пад. 15° – 3 м.
7. Среднеобломочные туфы кварцсодержащих андезитов – 15 м.
8. Алевролиты, аналогичные пачке 6 – 6 м.
9. Серо-зеленые, среднеобломочные кристаллокластические, реже литокристаллокластические туфы (с мелкими лапиллиями) андезитового состава – 72 м.
10. Пачка переслаивания туффитов и темно-зеленых граувакковых алевропесчаников – 16 м.
11. Туфы кварцсодержащих дацитов – 45 м.
12. Мелкозернистые серые песчаники – 10 м.
13. Туфы дацитового состава, аналогичные пачке 11 – 150 м.
14. Алевролиты темно-серые – 4 м.
15. Серо-зеленые грубообломочные туфы андезито-базальтового состава, кристаллокластические, реже литокристаллокластические с обильными кристаллокластами плагиоклаза. В пачке отмечаются прослойки туффитов и темно-зеленых граувакковых алевролитов мощностью от 0,2 до 1,5 м. Аз. пад. 120°, угол пад. 20° – 250 м.

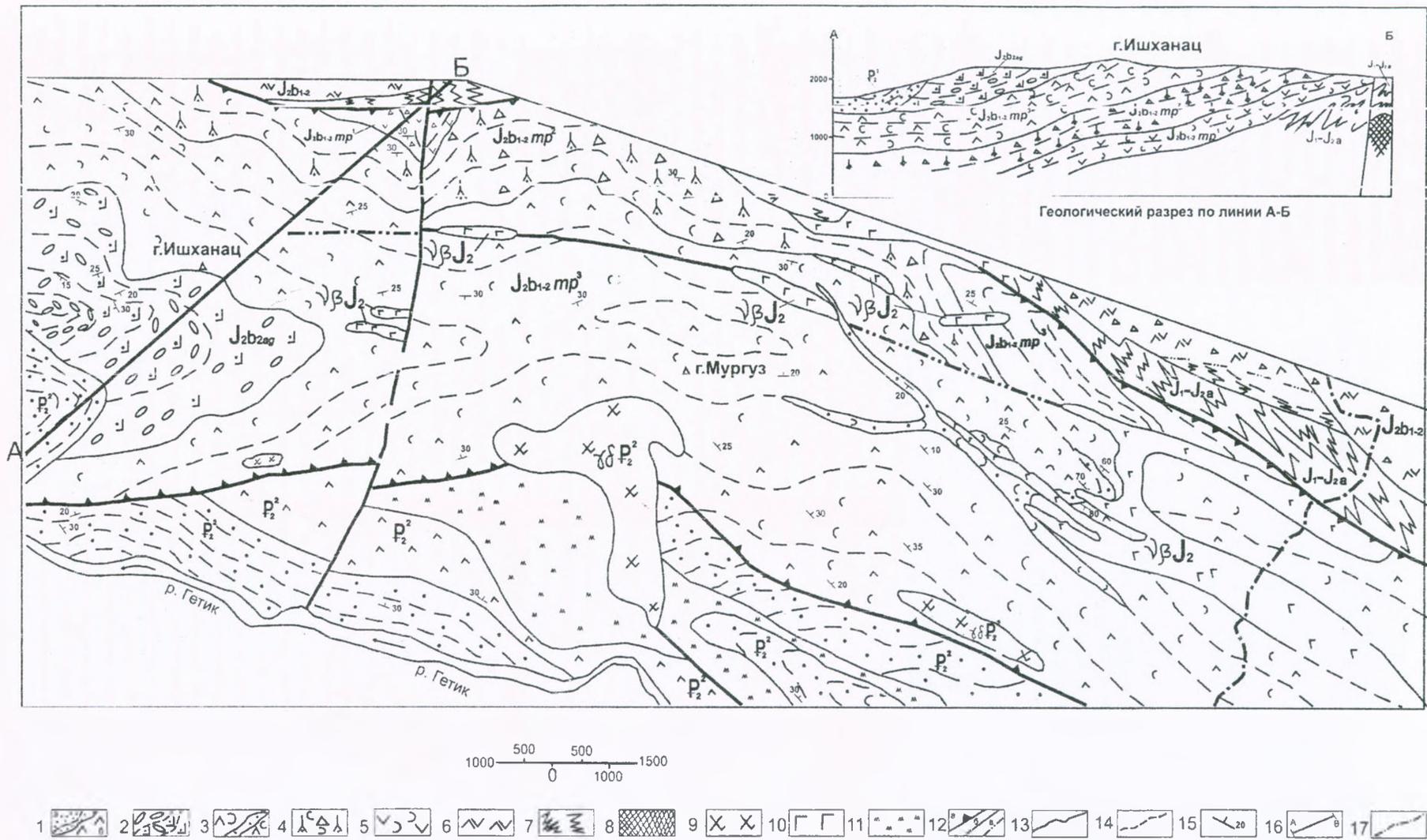


Рис.1 Геологическая карта и разрез Миапорского хребта в районе с.Агавнаванк

1. Средний эоцен; туфы, туфопесчаники, песчаники, известковые песчаники, гравелиты (а), андезитовые порфиры (б). 2.Верхний байос; лавы, шаровые лавы, туфиты толщи, развитой в районе с. Агавнаванк. 3-5.Нижний-средний байос; отложения миапорской свиты: 3. Туфы, туфобрекчии, реже туфиты и туфопесчаники (верхняя подсвита), 4. Туфобрекчии кварцевых, базокварцевых андезито-дацитов, туфиты, туфопесчаники (средняя подсвита). 5. Туфы, туфопесчаники основного состава (нижняя подсвита). 6.Аален(?)—нижний-средний байос; полифировые вулканиты “порфиритовой” форамации. 7. Нижняя – средняя юра, аален; аспидные сланцы. 8.Эпигерцинский метаморфический комплекс (только на разрезе). 9.Гранодиориты ($\gamma\delta P_2^2$). 10.Дайки, малые интрузивные тела габбро-диабазов, габбро-диоритов ($\omega\beta J_2b_2(?)$)- миапорский дайковый пояс. 11.Гидротермально-измененные породы эоцена. 12. Разломы: региональные (а), прочие (б), предполагаемые (в). 13.Геологические границы. 14.Условные линии простирания слоев. 15. Элементы залегания. 16. Линия разреза. 17.Государственная граница Республики Армения.

Далее 50 м занимают выходы рвущих пироксен-плагноклазовых габбро.

16. Грубообломочные туфы андезито-базальтового состава с редкими прослоями мелкообломочных туфобрекчий того же состава — 300 м.
17. Мелкообломочные туфы базальтового состава с отдельными силлами серо-зеленых плотных диабазов — 220 м.
18. Грубообломочные туфы базальтового состава, аналогичные пачке 15 с силлами черных диабазов — 300 м.

На южном склоне Миапорского хребта в районе с. Агавнаванк и г.г. Камот (Қашһун) и Ишханац (рис.1) пачка 18 без видимого несогласия перекрывается шаровыми афировыми базальтами и диабазами агавнаванкской толщи, характерной для недифференцированной базальтовой формации. В современном рельефе толща шаровых лав лежит субсогласно с поверхностью южных склонов г.Камот Миапорского хребта, как бы бронируя их.

Факт непосредственного налегания их на вулканокластические породы миапорской свиты наблюдается в урезах рек непосредственно к северу и северо-востоку от с. Агавнаванк и по правому гритуку с.Гетик, к востоку от одноименного села.

Эта толща, сложенная четкими потоками шаровых и компактного строения лав, включает прослой слоистых туффитов, что позволяет однозначно установить их залегание (пологое, южное) и выяснить их перекрывающее положение по отношению к вулканокластическим породам миапорской свиты.

На размытой поверхности толщи шаровых диабазов трансгрессивно залегают базальные отложения палеогена. Непосредственно под контактом пород толщи шаровых лав имеют вид интенсивно выветрелых краснокаменных адиагностических пород, которые, очевидно, следует рассматривать как красноцветы древней коры выветривания.

В базальных слоях палеогеновых отложений у с.Агавнаванк, а также у сс.Чамбарак, Туджур и др. найдена фауна нуммулитов, которая однозначно устанавливает возраст вмещающих пород как палеогеновый — низы среднего эоцена (сборы Г.М.Акопяна, определения А.А.Габриеляна (Саркисян, 1966), сборки А.С.Аванесяна, определения А.Е.Птухяна (Шмидт и др. 1982).

Таким образом, верхняя структурная и возрастная границы миапорской свиты определяются налеганием на нее шаровых афировых базальтов и диабазов агавнаванкской толщи и трансгрессивным перекрытием последних базальными горизонтами фаунистически доказанных палеогеновых (эоценовых) отложений.

Стратиграфическая корреляция и элементы палеореконокструкций вулканогенно-осадочных образований миапорской свиты

Как отмечалось выше, проведенные нами исследования позволяют рассматривать образования миапорской свиты как среднеюрские — байосские. Что же является основанием для та-

кого заключения? Основания сводятся к следующему:

1. Верхняя граница миапорской свиты определяется установленным нами фактом перекрытия ее отложениями характерной толщи шаровых лав района с.Агавнаванк однозначно допалеогенового возраста. Последнее доказывается региональным несогласным, трансгрессивным контактом между образованиями агавнаванкской толщи и вышележащими терригенно-вулканогенными отложениями эоцена.

2. Факт непосредственного налегания пород толщи шаровых лав на вулканокластическую миапорскую свиту нами уже отмечен выше. Полностью аналогичные по вещественному и минеральному составу, структурам и текстурам диабазовые толщи наблюдались нами вблизи северной границы зоны развития пород миапорской свиты, где они далее к северу и востоку замещались по латерали кислыми вулканитами известной алаверди-шамлугской свиты верхнебайосского возраста.

Один из таких участков — район г.Мецландж в левобережье р.Титехнаджур. Здесь устанавливается залегание шаровых лав выше горизонта нерасчлененных пепловых туфсов основного и кислого составов, игнимбринов базокварцевых дацитов (рис.2) и фациальное замещение их по мере удаления от плоскости Северо-Миапорского разлома риолит-дацитовыми вулканитами верхнего байоса.

Считая, что столь характерные диабазовые толщи, залегающие ныне на довольно близких гипсометрических уровнях, относятся к единой агавнаванкской толще, верхняя возрастная граница мургузской свиты определяется как пред-верхнебайосская (рис.2).

3. Данные Г.М.Акопяна (1969) о батском возрасте образований миапорской свиты на основании находки в них батских форм фауны в районе слияния р.р.Гетик и Агстев были нами тщательно проверены. После уточнения с автором этой находки нами было проведено картирование отмеченного участка. Как показали эти работы, остатки фауны аммонитов залегают в четком тектоническом блоке, выполненном известково-терригенными, глинистыми отложениями «батского» облика. С отложениями миапорского комплекса они граничат по крупному разлому и имеют совершенно иные залегания, нежели «миапорские» (рис.3). Из вышеизложенного следует, что распространять батский возраст этих отложений на образования миапорской свиты представляется не обоснованным.

4. В разрезах миапорской свиты неоднократно наблюдались потоки лав и покровы туфобрекчий, макро и микро неотличимых от полифировых вулканитов, развитых преимущественно в верхних течениях р.Ахум и в районе г.Ковасар. Последние по формационным особенностям относятся к слабо дифференцированной андезито-базальтовой формации, или, как ее часто называют в литературе, «порфиритовой формации» верхнеалаен-среднебайосского возраста (J_2a-b_2). В свою очередь, среди вулканитов «пор-

Рис.2 Шаровые лавы на северном склоне г.Мешландж

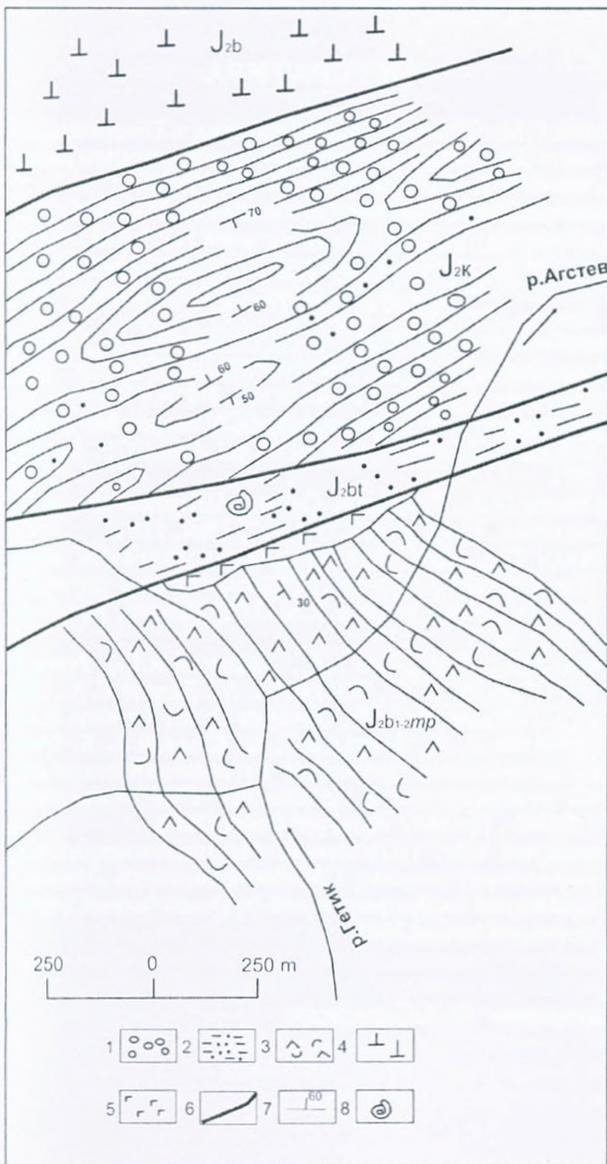


Рис. 3 Геологическая карта района слияния рек Агстев и Гетик

1. Грубообломочные конгломераты, гравелиты, песчаники, туфоконгломераты келловейского возраста.
2. Тонко- и среднеслоистые песчаники, алевролиты, глинистые песчаники батского возраста.
3. Грубообломочные туфобрекчии, туфы, туффиты, туфопесчаники миапорской толщи, ниже-среднебайосского возраста.
4. Крупнокварцевые риолит-порфиры верхнебайосского возраста.
5. Дайка диабазовых порфиритов.
6. Разрывные нарушения.
7. Элементы залегания.
8. Место находки фауны аммонитов.

фиритовой» формации наблюдались пачки туффигов и песчаников, совершенно макро и микро аналогичные осадочным прослоям миапорской свиты.

Обобщая приведенные данные по стратиграфическому положению и взаимоотношению пород миапорской толщи с перекрывающими и прилегающими образованиями, можно с достаточным основанием считать возраст миапорской свиты средняя юра – нижний–средний байос.

Обращаясь к геодинамическим условиям формирования образований миапорской толщи, необходимо коснуться вопросов их формационной принадлежности. Детальный структурно-формационный анализ вулканогенно-осадочных комплексов рассматриваемого региона отражен в фундаментальной работе А.И.Шмидта и др. (1982). Ссылаясь на данную работу, отметим, что породы миапорской свиты относятся к удаленным фациям слабо дифференцированной андезит-базальтовой («порфиритовой») формации умеренно-натриевой серии.

Считаем важным отметить, что вулканогенные породы верхней юры – неокома, каковыми некоторые исследователи (Геологическая карта..., 1970; Чубарян, Аракелян, 1975; Խաչիզյան, 2005.) считают и образования миапорской свиты как в рассматриваемом регионе (артаминская свита), так и в других районах Вирайцо-Капанской зоны (кармракарская свита), относятся к субщелочной вулканогенно-карбонатной умеренно-дифференцированной базальт-андезит-дацитовой формации кали-натриевой серии.

В целом набор формаций зоны Миапорского хребта (терригенно-туфогенные фации андезит-базальтовой и недифференцированной базальтовой формаций), значительные мощности этих отложений, подводные условия их становления, ее синклиналиная, вероятно, унаследованного типа структура позволяют полагать, что данная зона сформировалась на месте фронтального внешнего предостроводужного прогиба.

В качестве островной дуги, очевидно, служит зона, лежащая к северу от Миапорского хребта в полосе г.Ковасар-г.Мецландж-р. Титехнаджур, где преимущественно развиты лавовые и брекчиевые фации андезит-базальтовой формации и почти полностью отсутствуют осадочные прослои.

Выводы

1. Основываясь на стратиграфическом положении и характере взаимоотношений пород миапорской свиты с перекрывающими и обрамляющими отложениями, возраст ее следует считать как нижний-средний байос.

2. В составе миапорской свиты выделяются три подсвиты. Нижняя представлена туфами ос-

новного состава с пачками светлых песчаников и туфопесчаников (~180м). Средняя сложена переслаиванием туфобрекчий кварцевых и базово-кварцевых андезит-дацитов и пачек туффигов, туфопесчаников и песчаников (500м). Верхняя подсвита представлена мощными туфогенными пачками кристаллических и лапиллиевых туфов, реже туфобрекчий, с редкими прослоями туфов и туфопесчаников (900м).

3. По вещественному составу и формационным характеристикам миапорская свита (слабо дифференцированная андезит-базальтовая формация) резко отличается от верхнеюрско-нижнеюрских (титон-неокомских) вулканогенно-осадочных образований артаминской и кармракарской свит, относящихся к субщелочной умеренно-дифференцированной формации. Отмеченное еще раз подчеркивает обоснованность среднеюрского – ниже-среднебайосского возраста миапорской свиты.

4. На основе структурных, формационных и фациальных особенностей миапорской свиты можно судить, что последняя сформировалась в геодинамических условиях фронтального внешнего предостроводужного прогиба.

ЛИТЕРАТУРА

- Акопян Г.М. Объяснительная записка к Геологической карте Дилижанского геолого-экономического района Арм.ССР. АрмГеолФонд. Отчет, 1969.
- Асланян А.Т. Региональная геология Армении. Ереван: Айпетрат, 1958
- Геологическая карта Армянской ССР масштаба 1:600000. А.А.Габриелян, В.Т.Акопян, О.А.Саркисян. ЕГУ, Ереван, 1963.
- Геологическая карта Армянской ССР масштаба 1:600000 под ред. А.Т.Асланяна. В кн. "Геология СССР", 1970, т.43.
- Геологическая карта Армянской ССР масштаба 1:600000 под ред. С.С.Мкртчяна. ИГН АН Арм.ССР, Ереван, 1971.
- Саркисян О.А. Палеоген Севано-Ширакского синклинария. Ереван: Изд. "Митк", 1966, 178 с.
- Чубарян Г.А., Аракелян М.А. Геологический очерк Иджеванского региона (Объяснительная записка к геологическим картам 1:50 000), Ереван, АрмГеолФонд, 1975.
- Шмидт А.И., Тонакян А.Г., Аванесян А.С., Рогов В.И., Саркисян Е.С., Портной А.Л., Дадаян Г.А., Шер Л.С., Оганесян С.В., Кочарян С.А., Антонов В.А., Агамалян В.А., Агамалян К.А., Казарян А.К. Отчет по составлению прогнозно-металлогенической карты северной части Армянской ССР в масштабе 1:50000, Ереван, АрмГеолФонд, 1982.
- Խաչիզյան Է.Խ. Հայաստանի Հանրապետության երկրաբանական քարտեզ 1:500000 մասշտաբի. Բնագիտականության Նախարարության Երկրաբանական գործակալություն. Երևան, 2005.

Рецензент О.А.Саркисян

**ՄԻԱՓՈՐԻ ՇԵՐՏԱԽՄԲԻ ՇԵՐՏԱԳՐԱԿԱՆ ԴԻՐՔԸ, ՀԱՍԱԿԸ ԵՎ ՉԵՎԱՎՈՐՄԱՆ
ԳԵՈԴԻՆԱՄԻԿԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ (ՀԱՅԱՍՏԱՆ)**

Ա.Ս.Ավանեսյան

Ամփոփում

Հոդվածում քերվում են Միափորի լեռնաշղթայի շրջանում տարածված հրաբխածին առաջացումների ներքին կառուցվածքի, շերտագրական դիրքի և ապարների փոխհարաբերությունների վերաբերյալ մանրակրկիտ դիտարկումների տվյալներ: Այդ համալիրը հայտնի է որպես «մուրղուզի շերտախումբ», կամ «մուրղուզի ստվարաշերտ», որի ձևավորման հասակի վերաբերյալ առայժմ միասնական կարծիք չկա:

Սույն հոդվածում քննարկվող համալիրը անվանվում է «միափորի շերտախումբ»:
Այն ձևավորվել է միջին յուրայի ժամանակաշրջանում, ստորին-միջին բայոսում: Քննարկվում են միափորի շերտախմբի ֆորմացիոն պատկանելության և առաջացման երկրադինամիկական պայմանների որոշ հարցեր: Հեղինակի կարծիքով, միափորի շերտախմբի կառուցվածքային, ֆորմացիոն և ֆացիալ առանձնահատկությունների հիման վրա կարելի է դատել նրա կողմնադեղային ճակատային իջվածքի երկրադինամիկական պայմաններում ձևավորման մասին:

**STRATIGRAPHIC POSITION, AGE AND GEODYNAMIC TERMS
OF FORMATION OF THE MIAPOR SUITE (ARMENIA)**

A.S. Avanesyan

Abstract

In the present article the detailed data of internal structure, stratigraphic position and interrelations of rocks of volcanogenic complex, developed in the region of Miapor ridge (North East of Armenia) were summarized. This complex is known as "murguz suite", "murguz strata", according to the author - miapor ssuite. The question of the age and the stratigraphic position of the suite have not been presently well developed.

The problems of formational relatedness and geodynamic conditions of rock association of Miapor suit are discussed. Based on stratigraphic location, structural, formational and facial features of the strata, the authors concluded that miapor suite is of Lower - Middle Bajocian age and was developed in conditions of pre-island arc trough.

ГИС ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

© 2009г. А. А. Авакян*, С. В. Григорян **, А. М. Манандян*

* Институт Геологических Наук НАН РА
0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
e-mail: avagyan@geosot.am, hayuhin@yahoo.com

** Ереванский Государственный Университет
0025, Ереван, ул. Алека Манукяна, 1, Республика Армения
Поступила в редакцию 05.10.2009г.

В статье описывается опыт интеграции статистических методов решения геохимических задач с геоинформационными технологиями. Разработана комплексная компьютерная программа для решения наиболее используемых геохимических задач статистическими методами, работающая как самостоятельно, так и в качестве расширения ArcGIS 9.x, являющегося наиболее распространенной геоинформационной системой (ГИС). Это позволяет автоматизировать пространственный анализ и картографическое представление геохимических полей (концентраций химических элементов), построение специализированных геохимических карт по результатам вычислений.

Интенсивное развитие геоинформационных систем (ГИС) привело к широкому внедрению в геологическую практику и научные исследования геоинформационных технологий. Поскольку геохимические исследования с высокой эффективностью сочетаются с геологическими и геофизическими методами изучения месторождений полезных ископаемых, разработка специализированной программы приобрела важное значение. В последние годы актуальность вопроса возросла также в связи с нарастающими экологическими проблемами, при решении которых геохимические методы могут служить эффективным инструментом оценки состояния и прогноза динамики развития экологической системы.

В настоящее время существует ряд специализированных программ для решения геохимических задач, из которых *montaj™ Geochemistry extension*, разработанная канадской компанией Геософт (Louis Racic, 2009), и система ГЕОСКАН, разработанная в Институте минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов Российской Федерации (Соловов и др., 1990), являются наиболее развитыми. Первая из упомянутых программ является расширением ArcGIS, однако решает небольшое число задач, интерфейс которых к тому же не соответствует геохимическому содержанию задач. Программа ГЕОСКАН учитывает особенности геохимической природы данных и аналитических определений, охватывает широкий спектр задач прогнозно-поисковой геологии и эколого-геохимических работ. В основу алгоритмов системы положены представления о едином геохимическом поле концентраций химических элементов в ограниченном пространстве горных пород, структура которого описывается в терминах пространственного поведения мезомерных функций, отражающих структуру и специализацию геохимического поля. Однако ГЕОСКАН является автономной программой и ее совмещение и использование в среде других более обширных, многофункциональных и распространенных геоинформационных систем невозможно. Авторами данной статьи

была поставлена цель разработать расширение ArcGIS для решения наиболее используемых прикладных геохимических задач, сочетающее преимущества описанных выше программ. При этом мы ориентировались на практику программы ГЕОСКАН, реализованные методы которой прошли апробирование в течение многих лет.

Разработанная нами компьютерная программа реализует описанные ниже статистические методы обработки и анализа данных, оформленные как геохимические задачи.

Ее интеграция в среду ArcGIS 9.x позволяет автоматизировать построение цифровых специализированных геохимических карт на основе вычисленных параметров. Результаты могут быть непосредственно обработаны исследователем и при необходимости возвращены в программу для дальнейшего анализа (рис. 1.). На основе результатов анализа данных возможно также автоматическое составление отчетов в виде Microsoft Word документов.

Предполагается, что входные данные программы прошли докомпьютерную обработку и представлены в формате Microsoft Access базы данных. Однако программа позволяет произвести предварительную оценку базы данных на предмет ее соответствия обязательным требованиям, к которым относятся недопустимость текстовых, отрицательных и нулевых значений в полях концентраций химических элементов. В случае несоответствий производится автоматическая замена недопустимых значений концентраций химических элементов минимальным выборочным значением, либо порогом чувствительности анализа или иной, выбранной пользователем, величиной концентрации.

Имеется возможность фильтрации/группирования геохимической выборки по заданным атрибутам – составу пород, их геологическому возрасту, времени и методу отбора и другим признакам, и затем производить вычисления для выделенных групп пород.

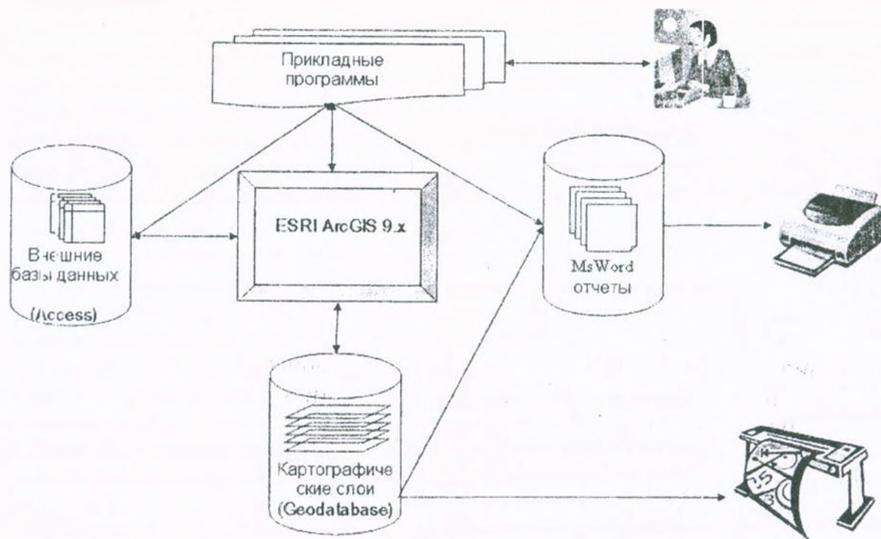


Рис. 1. Схема работы приложения.

В зависимости от конкретных требований, задачу можно решать при различных уровнях и критериях (z -преобразование Фишера, t -критерий Стьюдента, условие 3-х сигм) статистической значимости.

При решении сгруппированного типа задач программа автоматически проверяет соответствие выборочного распределения нормальному или логнормальному закону и, в зависимости от результата, выбирает соответствующий алгоритм решения. В случае несоответствия выборки этим двум законам распределения, диалоговое окно информирует об этом исследователя и предоставляет возможность самому выбрать алгоритм.

Исследователь может многократно производить расчеты, используя различные алгоритмы, критерии и уровни статистической значимости, и, опираясь на свой профессиональный опыт, выбрать наиболее подходящие для конкретного случая условия решения. Это дает возможность моделирования геохимического поля статистическими методами дополнять неподдающимся формализации практическим опытом.

Программа включает решение следующих геохимических задач:

1. Анализ взаимосвязи содержаний элементов.
2. Анализ однородности геохимического поля.
3. Оценка фоновых и аномальных содержаний.
4. Определение оптимального количества проб для получения достоверных результатов.
5. Построение специализированных геохимических карт (в среде ArcGIS).

Наряду с отмеченными геохимическими задачами, программа реализует также ряд статистических методов (Дэвис, 1977), результаты которых могут быть использованы для выбора или обоснования того или иного алгоритма, а также для выявления общего характера распределения

химических элементов, не обращаясь к другим программам. Статистические методы включают:

1. Определение соответствия распределения концентраций химических элементов нормальному или логнормальному закону распределения.
2. Вычисление статистик распределения.
3. Построение диаграммы частот концентраций.
4. Построение теоретической кривой распределения.

Анализ взаимосвязи концентраций химических элементов осуществляется путем определения коэффициентов парной, частной и ранговой корреляций (Коган, 1983).

Метод ранговой корреляции особенно важен в геохимии в связи с тем, что выборочные распределения по большей части не соответствуют нормальному распределению, и первые два метода оказываются неприменимыми (Григорян, Каблуков, 1965).

Для установления связи между конкретными геологическими явлениями, следует исключить влияние всех остальных факторов. Данная задача решается определением коэффициента частной корреляции.

Программа дает возможность оценить значимость вычисляемых коэффициентов корреляции с заданной исследователем доверительной вероятностью. На основе этой оценки в корреляционной матрице автоматически выделяются статистически значимые величины.

Анализ однородности геохимического поля является одной из важнейших задач геологических и, в частности, геохимических исследований. Программа позволяет решать вопросы разграничения геохимического поля на однородные области, задача решается в объеме геохимического поля по горизонтали и на глубину.

Решение задачи сводится к определению значимости различия двух основных характе-

ристик геохимического поля: среднего содержания, представляющего общую минерализацию, и стандартного отклонения, представляющего изменчивость распределения химического элемента (Родионов и др., 1987).

Анализ однородности производится как параметрическими, так и непараметрическими статистическими методами, что позволяет делать статистически обоснованные выводы в тех случаях, когда распределение химических элементов отличается от нормального.

Оценка фоновых и минимально-аномальных содержаний по выборочным данным является одной из основных задач оконтуривания геохимических аномалий.

Обычный подход к выделению фоновых и аномальных концентраций заключается в определении верхнего предела фона или нижнего предела аномалии на основе среднего содержания и стандартного отклонения. Однако, по мнению некоторых исследователей, в геохимической практике при малых выборках с высокой изменчивостью концентраций фоновые значения удобнее характеризовать медианой. Это обосновывается тем, что медиана устойчивее средней арифметической и мало зависит от крайних "выскакивающих" значений вариационного ряда, ее можно определить, даже если до 25% проб оказались за порогом чувствительности анализа (Ткачев, Юдович, 1975).

Программа предоставляет возможность определить величину геохимического фона и минимально-аномального содержания двумя методами: на основе среднего содержания и медианы, с заданной исследователем доверительной вероятностью.

Оценка количества проб, необходимого для представительной характеристики геохимического поля или его части, осуществляется на основании двух критериев - коэффициента вариации концентраций элемента и заданного уровня ошибки определения его среднего содержания (Беус и др., 1965).

Построение специализированных геохимических карт в среде ArcGIS основывается на пространственном характере геохимических данных, организованных в формате атрибутивной таблицы в которой точки поля характеризуются координатами (x,y,z) и значениями множества атрибутов. Для построения карт могут быть использованы также внешние по отношению к ArcGIS базы данных, имеющие указанную структуру.

Специализированные геохимические карты строятся по исходным данным и вычисленным значениям геохимических переменных. По исходным данным атрибутивной таблицы или внешней базы данных в основном строятся моноэлементные карты поверхностей концентраций.

На основе вычисленных значений фоновых

и минимально-аномальных содержаний элементов каждой точке опробования приписывается новый атрибут, характеризующий точку поля как аномальную или фоновую. Далее строится поверхность концентраций и по новому атрибуту выделяются аномальные и фоновые участки.

Аналогичным образом строятся карты зональности по вычисленным аддитивным и мультипликативным показателям зональности.

Перечисленные выше геохимические задачи объединены в специализированную панель инструментов ArcGIS. Приложение использовано для анализа структуры геохимического поля Агаракского медно-молибденового месторождения Армении (Манандян, 2009). На основе интеграции традиционных статистических и пространственных методов получены новые данные об особенностях распределения меди и молибдена в плане и на глубину.

В заключение следует отметить, что важным результатом своей работы авторы считают разработку набора инструментов в среде ArcGIS 9.x, решающего конкретные геохимические задачи. Данное приложение может послужить основой для дальнейшего расширения решаемого круга задач в геологии и создания модели организации геохимических данных (Geochemical Data Model), являющейся базовым компонентом специализированной ГИС.

ЛИТЕРАТУРА

- Беус А.А., Григорян С.В., Ойзерман М.Т., Чолакян П.Г., Стояновский А.А. Руководство по предварительной математической обработке геохимической информации при поисковых работах. М.: "Недра", 1965, 280 с.
- Григорян С. В., Каблуков А. Д. Об использовании корреляционного анализа для интерпретации данных геохимического опробования. "Геология рудных месторождений", 1965, № 4, с. 76-87.
- Девис Дж. Статистика и анализ геологических данных. М.: "Мир", 1977, 120 с.
- Коган Р. И., Белов Ю. П., Родионов Д. А. Статистические ранговые критерии в геологии. М.: "Недра", 1983, 136 с.
- Манандян А. М. Структура полей концентраций меди и молибдена Агаракского месторождения. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2009, №2, 58-63 с.
- Родионов Д.А., Коган Р.И., Голубева В.А., Смирнов Б.И., Сиротинская С.В. Справочник по математическим методам в геологии. М.: "Недра". 1990, 335 с.
- Соловов А.П., Архипов А.Я., Бугров В.А. и др. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. М.: "Недра", 1990, 335 с.
- Ткачев Ю. А., Юдович Я. Э. Статистическая обработка геохимических данных. Л.: "Наука", 1975, 233 с.
- Louis Rasic, Getting the GIS, International Mining, AUGUST, 2009, pp. 56-57.

Рецензент С.Р. Аракелян

Ա. Ա. Ավագյան, Ս. Վ. Գրիգորյան, Հ. Մ. Մանանդյան

Ամփոփում

Հոդվածում նկարագրվում է երկրաքիմիական խնդիրների լուծման վիճակագրական մեթոդների՝ երկրատեղեկատվական համակարգերի հետ ինտեգրման փորձը: Մշակված է վիճակագրական մեթոդներով առավել կիրառելի երկրաքիմիական խնդիրների լուծման ծրագիր: Ծրագիրը մշակված է ինչպես ավտոնոմ օգտագործման նպատակով, այնպես էլ որպես ArcGIS 9.x ընդլայնում, որը ներկայումս հանդիսանում է առավել տարածված երկրատեղեկատվական համակարգը աշխարհում: Դա հնարավորություն է տալիս ավտոմատացնել երկրաքիմիական դաշտերի տարածական վերլուծությունը և մասնագիտացված երկրաքիմիական քարտեզների կառուցումը:

THE PROGRAM SOLVING PRACTICAL GEOCHEMICAL TASKS:

A. A. Avagyan, S. V. Grigoryan, H. M. Manandyan

Abstract

The article describes the experience of integration of statistical methods for solving geochemical tasks with Geographic Information Technologies. Developed a computer program for solving the most widely used geochemical tasks with statistical methods, working both stand-alone and as an extension to ArcGIS 9.x, which is the most common GIS system. This allows you to automate the spatial analysis and cartographic representation of geochemical fields (concentrations of chemical elements), the construction of specialized geochemical maps based on the results of calculations.

ОБ ОБНАРУЖЕНИИ НЕКОТОРЫХ ФОСФАТНЫХ МИНЕРАЛОВ В ОТЛОЖЕНИЯХ ВОРОТАН-ГОРИССКОГО ДИАТОМИТОНОСНОГО БАССЕЙНА СЮНИКСКОГО МАРЗА

© 2009г. Т.А. Авакян*, В.Р. Исраелян**, Ж.О. Степанян***

*Институт геологических наук НАН РА
0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
e-mail: janeta.stepanyan@gmail.com

** Институт общей и неорганической химии НАН РА
e-mail: roubenhar@web.am
Поступила в редакцию 30.10.2009 г.

В статье приводятся результаты комплексных исследований (рентгеноструктурных, минералогическо-петрографических и др.) фосфатных минералов в отложениях Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна. Выявлена группа нетрадиционных фосфатных минералов, не содержащих фтора, который характерен для фосфоритов. Выяснено, что именно этими минералами обусловлена легкая усвояемость P_2O_5 растениями и в связи с этим возможность их применения в качестве удобрения.

Как известно, фосфориты - это горные породы осадочного происхождения, сложенные более чем на 50% аморфными, скрыто- или микрокристаллическими фосфатами кальция группы апатита. Из почти 150 известных фосфатов, представляющих собой соли фосфорной кислоты (H_3PO_4), простейшими являются фосфат калия, трехкальциевый фосфат - $Ca_3(PO_4)_2$, фосфат алюминия - $AlPO_4$, фосфат железа - $FePO_4$ и др. Общее содержание фосфата в фосфоритах, пересчитанное на P_2O_5 , колеблется от 5-12 до 40%. Образование P_2O_5 в исследованном нами диатомитоносном бассейне протекало таким образом: развивающиеся диатомовые водоросли поглощали фосфор и нитраты для построения и развития своих панцирей. Отметим, что фосфор первоначально усваивался с кремнеземом. Но кроме этих веществ большое значение для питания и развития диатомовых водорослей имеет железо, так как диатомовые водоросли, по сравнению с другими водорослями, являются железозлюбивыми. После отмирания диатомовые водоросли выносили с собой фосфор, который оседал как на дне бассейна, так и по пути ко дну. Далее в осадке происходило некоторое перераспределение вещества: в результате взаимодействия глинозема с кремнеземом образовывались глинистые минералы (например, монтмориллонит и др.), содержащие значительную примесь P_2O_5 . Помимо этого, глинистые минералы сорбировали фосфор и из других гидратов. Этим и объясняется наиболее высокое содержание P_2O_5 в глинисто-диатомитовых разновидностях пород. С целью выяснения пригодности в качестве удобрения фосфорсодержащих железистых диатомитовых глин нами было проведено их обогащение. В результате выяснилось, что в процессе обогащения все содержимое железа переходит в раствор (Авакян, Талиашвили, 2007). Полученный концентрат по своим качественным свойствам (усвояемость P_2O_5 растениями) вполне соответствует требованиям Минсельхоза РА.

Микроскопическое изучение глинистых

диатомитовых пород показало, что в них наблюдаются микрокристаллические фосфатные минералы, а также заметно замещение панцирей водорослей глинисто-фосфатным веществом.

Кроме фосфатных минералов в отмеченном диатомитоносном бассейне в состав фосфоритов входят: пирит, аморфный SiO_2 , кварц, гетит, гидрогетит, сидерит, кальцит, магнетит, глауконит, из марганцовых минералов - пиролюзит, псиломелан, рансеит, криптомелан и др., участками отмечается примесь монтмориллонита. Фосфориты почти всегда содержат в виде загрязняющих примесей разные количества органического вещества, окислов железа, алюминия, соединения фтора и др. Среди фосфатов наибольшее значение имеет первичный фосфат кальция (Бушинский, 1956), исходным веществом которого является трикальцийфосфат - $Ca_3(PO_4)_2$, обычно присутствующий в виде фторапатита.

Для 7 проб фосфоритовых пород, отобранных нами из Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна, выполнен рентгенофазовый анализ.

На рентгенограмме были зарегистрированы отражения, идентификация которых позволила установить наличие: хюнеркомбелита ($Ca, Na, (Fe, Mn)_3(PO_4)_3$)- d/n- 6,5; 6,3; 5,5; 4; 4,35; 3,20. Последний рефлекс характерен также для железистого лазулита ($Mg, Fe) Al_2(PO_4)_2(OH)_2$ - d/n-3,20; 3,03. Эти рефлексы совпадают и с гейландитом (из группы цеолитов)- ($Ca, Na_2)(AlSi_6O_{16}) 5H_2O$. Для гейландита характерны также рефлексы d/n - 5,34; 5,15; 3,96.

Кроме указанных выше минералов на рентгенограмме отражены слабые рефлексы подолита - $Ca_{10}(PO_4)_6CO_3$ d/n - 2,81; 2,63, а также были зарегистрированы таранакит - $(Al, Fe)_3(PO_4)_3(OH)8H_2O$ с рефлексами d/n - 3,86; 3,64; 2,04, штрентит-Fe $(PO_4)2H_2O$ с рефлексами d/n - 3,70; 2,42; 1,67. Рефлексы d/n - 4,67; 2,76 свидетельствуют о наличии метавоксита $Fe^{2+}Al_2(PO_4)_2OH8H_2O$, а рефлексы d/n - 2,36 и 1,67 характерны для зарулита - $(Na_2Ca)(MnFe)_2(PO_4)_2$. Некоторые рефлексы

штрингита совпадают с таковыми, характерными для баррандита $(Al,Fe)(PO_4)_3 \cdot nH_2O$ – d/n – 4,8; 2,36, а рефлексы d/n – 2,9; 2,61 совпадают с семплеитом – $Na Ca Cu_5 (PO_4)_4 Cl_5 H_2O$. Полученные результаты, позволяют установить, что во всех пробах доминируют фосфатные минералы. Отмеченные фосфатные минералы не являются традиционными, и среди них нет фторсодержащих фосфатов, которые трудно усваиваются растениями. С целью определения качественной характеристики в лаборатории Агрохимической службы Минсельхоза РА (ст. аналитик А. Мхитарян) было проведено исследование проб, взятых из отложений диатомитоносного бассейна. Результаты показали, что усвояемость P_2O_5 растениями соответствует требованиям Минсельхоза, и они могут быть использованы в качестве удобрения. В фосфоритах присутствуют также сопутствующие марганцевые и железистые минералы. На основании рентгеноструктурных и микроскопических исследований установлено, что в фосфоритовых породах марганецсодержащие минералы – это псиломелан, пиролюзит, криптомелан, рансеит, а железосодержащие – гетит, гидрогетит и др.

Результаты изучения фосфорсодержащих пород в Воротан-Горисском диатомитоносном бассейне позволили выделить среди них следующие минеральные ассоциации: железисто-карбонатно-фосфоритовую, железисто-карбонатно-марганцево-фосфоритовую, кремнисто-марганцево-фосфоритовую, кремнисто-марганцево-железисто-фосфоритовую (Авакян, Талиашвили, 2007).

Фосфориты Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна залегают слоями, линзами, разнослойными конкрециями (рис.1).



Рис.1. Железо-марганцевые конкреционные образования в диатомитоносной толще

Мощность фосфорсодержащих зон варьирует от 10 до 15-20 м, а содержание P_2O_5 в исходном сырье достигает до 6-12%, а после обогащения содержание P_2O_5 повышается до 19 – 32%. Фосфорсодержащие зоны протягиваются на несколько сот (от 100 до 800-900) метров, зачастую они перекрываются глинистыми пемзопепловыми диатомитовыми породами, а также андезито-базальтами. Наблюдаемые фациальные изменения сопровождаются образованием петрографических разновидностей фосфатных пород (фосфориты песчанистые, пепло-пемзовые, диатомитово-глинистые и т.д.) (рис.2 а,б,с).

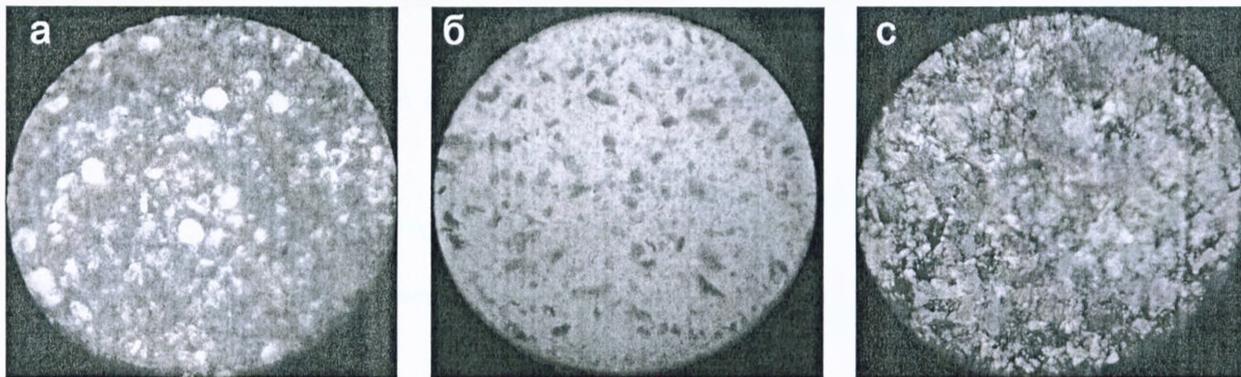


Рис.2. а) Округлые зерна кварца в зернистом фосфорите. Шлиф, увел. 20, ник.1.

б) Фосфоритовый песчаник. В поле зрения видны бурые зерна фосфорита в фосфатном цементе. Шлиф, увел.20, ник.1

с) В поле зрения видны цельные панцири диатомитовых водорослей. Шлиф, увел.20, ник.1.

Причиной подобного фациального сочетания является вулканический пеплово-пемзовый материал (андезито-базальтового, риолитового, андезит-дацитового и др. составов), выпадающий в диатомитоносном бассейне в верхнеплиоцен-четвертичное время и создающий благоприятные условия для пышного развития диатомовых водорослей.

Диатомиты на отдельных участках находятся в парагенезе с марганцево-фосфоритовыми породами. На кремнисто-марганцевый парагенез данных пород впервые указал Л. Делонэ, что впоследствии было подтверждено разными авторами (Кармазин, 1950).

В настоящее время отмеченный парагенез является одним из критериев для поисков как

марганцевых руд, так и фосфоритов. Есть участки, на которых содержание Mn составляет от 0,15 до 15%, а P_2O_5 – от 1,8 до 12%. Необходимо отметить, что в Воротан-Горисском регионе известно небольшое по масштабам Барцратумбское проявление марганца, которое связано с поствулканической деятельностью верхнеплиоценового вулканизма и представлено главным образом кремнисто-марганцевым парагенезом минералов (Карапетян и др., 1986). В западном направлении от описываемого бассейна находится аналогичное Барцратумбскому (по генетической принадлежности и возрасту) Мартиросское проявление марганца. Руды обоих проявлений содержат повышенные количества бора, ванадия, цинка, молибдена, из редкоземельных элементов – иттрия и др. Эти элементы характерны для железо-марганец-фосфор-содержащих конкреций линз, прослоев в отложениях исследованного бассейна (Авакян, Яшвили, 1988).

Как уже было отмечено ранее, в Воротан-Горисском диатомитоносном бассейне наблюдается взаимосвязь фосфора с рядом минералов железа (гетит, гидрогетит и др.). Содержание Fe_2O_3 в них колеблется от 6 до 25-35%, а содержание P_2O_5 – от 4 до 8-9%. Интересно, что здесь вмещающие породы также содержат P_2O_5 , количество которого достигает 2-3%. На отдельных участках, где изменение pH создает щелочную среду, вместе с железом отмечается также карбонат кальция с глинистой примесью. Последний подавляет развитие диатомовых водорослей. Напротив, там, где отсутствует карбонат кальция, наблюдаются цельные панцири диатомовых водорослей, как *Stephanodiscus niagarae* (Ehr), *St. Astraea* var. *Minutulul* (Kotz) Grun и др. формы (рис.2с).

Электронно-микроскопическими исследованиями установлено, что характерными чертами фосфоритов Воротан-Горисского диатомито-

носного бассейна, в отличие от других пород, являются их пористость, аморфная и микрокристаллическая структура, сетчато-ячеистое строение. Такое строение способствует более быстрому и полному их разложению по сравнению с концентратом апатита, обладающим меньшей реакционной способностью.

В заключение отметим, что для рекомендации фосфоритов в качестве удобрения важное значение имеет усвояемость P_2O_5 растениями, а это в основном обусловлено минеральным составом пород. Таким образом, при проведении геолого-поисковых работ необходимо выделить и оконтурить отдельные зоны, либо участки с такими минеральными ассоциациями, которые по усвояемости растениями дают высокий процент содержания P_2O_5 .

Литература

- Авакян Т.А., Талишвили Б.А. О фосфорит-содержащих железорудных скоплениях в диатомитовой толще диатомитоносного бассейна. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2007, т. LX, №3, с. 35-39.
- Авакян Т.А., Яшвили Л.П. Об обнаружении рудных конкреций в Сисианской диатомитовой толще Армянской ССР. Изв. АН Арм ССР. Науки о Земле, 1988, №2, с. 71-75.
- Бушинский Г.П. Фосфаты кальция фосфоритов. В кн. "Вопросы геологии агрономических руд". М: Изд. АН СССР, 1956, 240с.
- Кармазин В.Н. О связи фосфора с минералами марганца в марганцевых рудах. Изв. АНССР, серия геол., 1950, №4, с. 158-160.
- Карапетян С.Г., Меликсетян Б.М., Ширинян К. Г., Яшвили Л. П. Минеральный состав, геохимические и генетические особенности Барцратумбского проявления марганца в Зангезуре. Изв. АН Арм ССР, Науки о Земле, 1986, т. XXXIX, №6, с. 19-30.

Рецензенты А.К. Костанян, А.Х. Мнацаканян

ՍՅՈՒՆԻՔԻ ՍԱՐԶԻ ՈՐՈՏԱՆ-ԳՈՐԻՍ ԳԻՍՏՈՄԵՏԱԲԵՐ ԱՎԱԶԱՆՈՒՄ ՄԻ ՔԱՆԻ ՖՈՍՖԱՏԱՅԻՆ ՄԻՆԵՐԱԼՆԵՐԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՈՒՄԸ

Թ.Ա. Ավագյան, Վ.Ռ. Իսրաելյան, Ժ.Հ. Ստեփանյան

Ամփոփում

Հոդվածում բերվում են Որոտան-Գորիս դիատոմիտաբեր ավազանում հայտնաբերված մի խումբ ֆոսֆատային միներալների համալիր ուսումնասիրությունների (ռենտգեն-ստրուկտուրային, միներալա-պետրոգրաֆիական, քիմիական) ամլյալներ: Այդ միներալները ֆոսֆորիտային հայտնի հանքավայրերում ոչ ավանդական են, չեն պարունակում ֆտոր, որը հատուկ է ֆոսֆորիտային հանքավայրերի համար և համարվում են Ca, K, Na, Fe, Al, Mn, Mg պարունակող ֆոսֆատային միներալներ:

Վերը նշված միներալների ուսումնասիրություններից պարզվում է, որ գրեթե բոլոր միներալներում մասնակցում է երկաթը, որը ցանկալի էլեմենտ չէ որոշակի տոկոսային պարունակությունների դեպքում, սակայն մեր ներկայացված ֆոսֆորիտային ապարներում նշված երկաթը հարստացման աշխատանքների ժամանակ լրիվ լուծվում է հետևաբար չի խանգարում տվյալ մուշի մեջ գտնվող P_2O_5 –ին բույսերի կողմից կլանվելու, այնպիսի տոկոսային քանակներով, որոնք լրիվ բավարարում են գյուղնախարարության համար նախատեսվող ֆոսֆորային պարարտանյութերի օգտագործման պահանջարկին: Ահա այս հանգամանքը հեռանկարային է, անհրաժեշտություն առա-

ջացնելով ուրոնողա-հետախուզական աշխատանքների ժամանակ անջատելու և սահմանագծելու այն տարածքները և տեղամասերը, որտեղ առկա են վերը նշված ֆոսֆատային միներալները: Նշված ֆոսֆատային միներալների ուսումնասիրությունները ունեն կարևոր տեսական և կիրառական նշանակություններ: Այս միներալների ուսումնասիրությունները կբացահայտեն դիատոմիտային ավազանում հրաբխականության գործունեության հետ կապված ֆոսֆատային միներալների առաջացման և զարգացման օրինաչափությունները, ինչպես նաև հնարավորություններ կստեղծվեն ընդլայնելու բարձր P_2O_5 սլարունակող ֆոսֆորիտային ապարների ֆացիալ սարածման սահմանները, նրանց հզորությունները և պաշարները:

ON DISCOVERING SOME PHOSPHATE MINERALS IN VOROTAN-GORIS DIATOMITE BASIN OF SYUNIK MARZ

T.A. Avakian, V.P. Israelian, J.H. Stepanian.

Abstract

The article contains outcomes of crosscutting investigations (X-ray-structural, mineralogo-petrographic etc) of phosphate minerals in the sediments of Vorotan-Goris diatomite basin. Indicated was a group of non-traditional phosphate minerals not containing fluorine, which is typical of phosphorites. As found out, it is these minerals, which predetermine easy absorption of P_2O_5 by plants and thus may be used as fertilizers.

ГЕОЛОГИЯ И ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ЗАНГЕЗУРСКОЙ ОФИОЛИТОВОЙ ЗОНЫ АРМЕНИИ

© 2009г. М.А Сатиан, Ж.О.Степанян, Л.Г.Саакян, А.Х. Мнацаканян

Институт геологических наук НАН РА
0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
e-mail: msat.sci@mail.ru
Поступила в редакцию 23.07.2009г.

Рифтоподобная впадина мезозоя Зангезурской офиолитовой зоны (ЗОЗ), включающая меланж по геолого-геофизическим данным, в регионе Закавказья имеет поясовое развитие и поперечными разломами разбита на частые впадины. Офиолиты развиваются в два этапа – в лейасе и с позднего байоса до неокома. Они размещены парагеттоно и в каждой из частых впадин имеют свои особенности состава и строения. Обсуждаются вопросы геодинамики офиолитовой зоны.

В статье с использованием литературных данных по смежным с Арменией территориям и анализа прежних работ сделана попытка по новому интерпретировать проблему Зангезурской офиолитовой зоны. Вопросы, обсуждаемые в статье, могут носить дискуссионный характер.

Помимо ранее известной Севано-Акеринской офиолитовой зоны, в 60-70-ые годы прошлого столетия были выявлены Ведийская (ВОЗ), а затем и Зангезурская (ЗОЗ) офиолитовые зоны (Асланян, Сатиан, 1977) (рис.1). Позднее открытие Зангезурской офиолитовой сутуры объясняется погребенностью ее в центральной части региона под молодыми комплексами сенокайнозоя. Вначале были открыты офиолитокластические отложения в зоне Хуступ-Гиратахского

разлома, на стыке Капанского и Мегринского антиклинориев, затем последовало открытие и коренных выходов тектонического меланжа (Сатиан, 1984). Сейсмическим профилем было подтверждено отсутствие в пересечении от Каджарана до Капана (рис.2) горизонтов отражения обменных волн до уровня Мохо (Асланян и др., 1981).

К тому времени была разработана схема аллохтонности офиолитов Севано-Акеринской (Книппер, 1975) и Ведийской зон (Соколов, 1977). С открытием Зангезурской сутуры этими авторами была предложена схема принадлежности корней офиолитов ЗОЗ с веерообразным перемещением офиолитов в Ведийскую и Севано-Акеринскую зоны (Книппер, Khain, 1980).

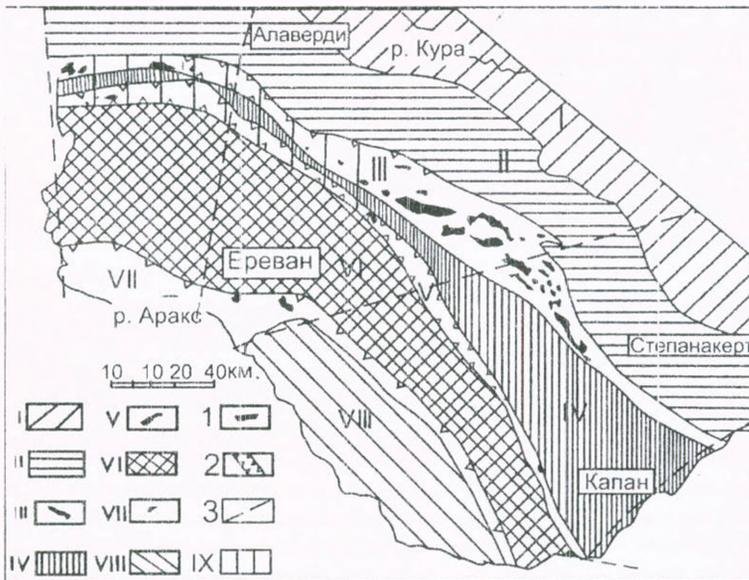


Рис. 1. Схема тектонического районирования Малого Кавказа (Сатиан, 1979).

I. Предмалосавкавказская синклиниальная зона. II. Сомхето-Карабахская антиклиниальная зона. III. Севано-Акеринская офиолитовая зона. IV. Базум-Капанская антиклиниальная зона. V. Зангезурская офиолитовая зона. VI. Анкаван-Зангезурская антиклиниальная зона. VII. Ведийская офиолитовая зона. VIII. Урц-Джультфинская антиклиниальная зона. IX. Зона синтаксиса. 1. Выходы офиолитов (габбро-гипербазитового комплекса и основных вулканитов). 2. Скрытые, «слепые» офиолиты, погребенные под более молодыми отложениями или встречными надвигами обрмления 3. Поперечные разломы.

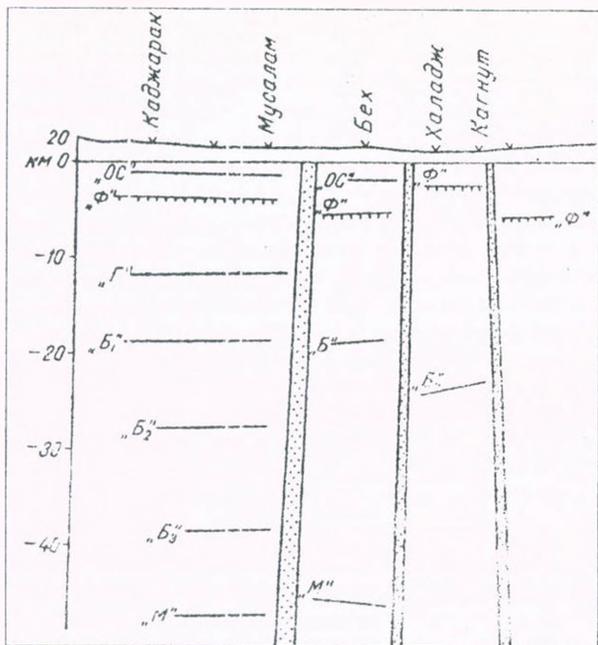


Рис. 2. Геолого-геофизический разрез по профилю Каджаран-Кагнут через зону Зангезурского глубинного разлома по данным ст. "Черепаша" (Асланян и др., 1981). "ОС" - граница в "осадочном" слое, "Ф" - поверхность фундамента, "Г" - граница в "гранитном" слое, "Б" 1,2,3 - границы в "базальтовом" слое, "М" - поверхность Мохоровичича, вертикальные полосы, заполненные крапом - зоны отсутствия горизонтов отражения обменных сейсмических волн.

Разрабатывалась и альтернативная гипотеза возникновения офиолитов региона в малых спрединговых бассейнах и их паравтохтонного размещения, в которой каждая офиолитовая сутура рассматривается как реликт малого спредингового бассейна красноморского типа (Сатиан, 1979, 1984; Асланян, Сатиан, 1977 и др.).

Геологическое строение

Первые находки обломков офиолитокластов, а затем и коренных выходов относятся к южному Зангезурскому сегменту (рис.1). Офиолитокласты размещены вдоль восточного крыла Мегринского антиклинория (Сатиан и др., 1993) и отдельными выходами встречаются в низовье долины р. Агандзугет. Асимметрия их размещения указывает на направление развалов офиолитов, с постепенным переходом по восходящему разрезу от раннего сенона к микритовым известнякам позднего сенона.

Офиолитокласты включают обломки базальтов и спилитов, реже радиоларитов, нередко габбро, очень редко серпентинитов, а также гранитов, нередко обломки мелководных известняков с остатками кораллов (*Eugyra cf. interrupte* From., *Fungiastraea tendagurensis* (Dietrich), *Microphyllia aff. Guttata* (Koby), *Microsolenia crassisepta* Sikharulidze, указывающие на валанжян-раннебарремский возраст (определения А.С. Папоян).

В строении офиолитокластов наблюдается ритмичность от гравелитов к алевролитам, а выше одним из элементов ритма являются тонкие слои зеленовато-серых силицитов с остатками плохо сохранившегося планктона. Мощность офиолитокластовой толщи резко варьирует по простиранию от 60 до 120 м. В ее основании выступает тектонический меланж с вулканобломочным контактовым цементом, серпентиниты в составе матрикса редки. На юге зоны в составе меланжа много обломков кислых вулканитов, но севернее широты басс. р. Вохчи до басс. р. Воротан (Гущин и др., 1991) преобладают базальты. Предполагается, что сближение Капанского, более мобильного блока с Мегринским не захватило шванидзорскую толщу, разобленную разломом близширотного простирания.

По простиранию шванидзорской толщи на правобережье Аракса, в Карадаге иранскими геологами откартированы офиолитовые вулканиты, а также выходы габбро и серпентинизированных ультрабазитов (Berberian et. al., 1981; Berberian, 1983). Признаки меланжа в ней незначительны.

По левобережью Аракса эта толща под острым углом стыкуется с зоной меланжа почти меридионального простирания. Простирание шванидзорской толщи и офиолитов Карадага восток-северо-восточное. Зона тектонического меланжа к северу прослеживается от агандзугетских выходов к воротанским (Успенская и др., 1988; Левен, Успенская, 1990; Гущин и др., 1991). Изучение указанными авторами воротанского меланжа приводит к выводу о деструктивно-позднемагматогенном начале его возникновения с последующей многоэтапной тектонизацией, о доаптском главном этапе меланжа. Далее к северу сутура, как часть Анкаван-Зангезурского глубинного разлома, простирается к оси котловины Севана, но не к Гегамскому нагорью, (Габриелян и др., 1981), а по данным гравиметрии и интерпретации снимков из космоса (Назаретян, Казарян, 1976; Караханян, Баласанян в «Геологии Севана», 1994), Зангезурская шовная зона пересекает Варденисское нагорье, что подтверждается сейсморазведочным профилем вдоль южного берега озера, вскрытием офиолитов (кумулятов) в скважине у с. Карчахпюр (рис. 3, Мкртчян и др., 1974), а также аномалиями вторичных ореолов рассеивания хрома, магния, марганца и др. в донных осадках осевой части озера (Геслогия Севана, 1994).

Результаты гравиметрической, аэро- и наддонной съемок не противоречат этому, хотя малые объемы ультрабазитов в глубинном строении не дают ожидаемой отчетливой аномалии вдоль сутуры. На с-з краю Севана, в устье р. Дзкнагет скважиной вскрыто продолжение офиолитовой сутуры. Верхняя часть разреза относится к слоистой серии офиолитов (рис. 3). Верхняя часть метадиабазов "нижней толщи" перекрывается гиадокластитами и пачкой вулканических песчаников с карбонатным цементом, обозначая затухание вулканизма и размыв диабазов, габбро-диабазов. Возраст слоистой серии (базальты, спилиты с линзами радиоларитов)

тов и микритовых известняков и др.) следует из сопоставления с радиоларитами Дзкнагетской антиклинали, где был выявлен позднеюрский-раннемеловой комплекс радиоларий (устное сообщение Т. Данеляна и Г. Асатрян, а также по определениям Л. Казинцовой, Сатиан, 1979). Надо думать, что диабазовая «нижняя толща» К.А. Мкртчяна в разрезе скв. Дзкнагет-1 относится к средней юре, поскольку она отделена перерывом вулканизма и выдвиганием ее в разрыв. В промежутке от устья Дзкнагета к ядру дзкнагетской антиклинали другая структурная сважина вскрыла рассланцованные

офиолиты зоны широтного разлома.

Выступающие выше по долине офиолиты ядра Дзкнагетской антиклинали (рис.4) отличаются выходами ультрабазитов, особенно - наличием несогласно перекрывающих офиолиты олистостромово-олистолитовой, а над ней - офиолитокластической, существенно песчаной толщ (рис.4) с постепенным переходом в маркирующую толщу микритовых известняков позднего сенона и мелководных известняков дания-палеоцена; разрез с перерывом наращивается зелеными туффитами и туфами среднего эоцена.

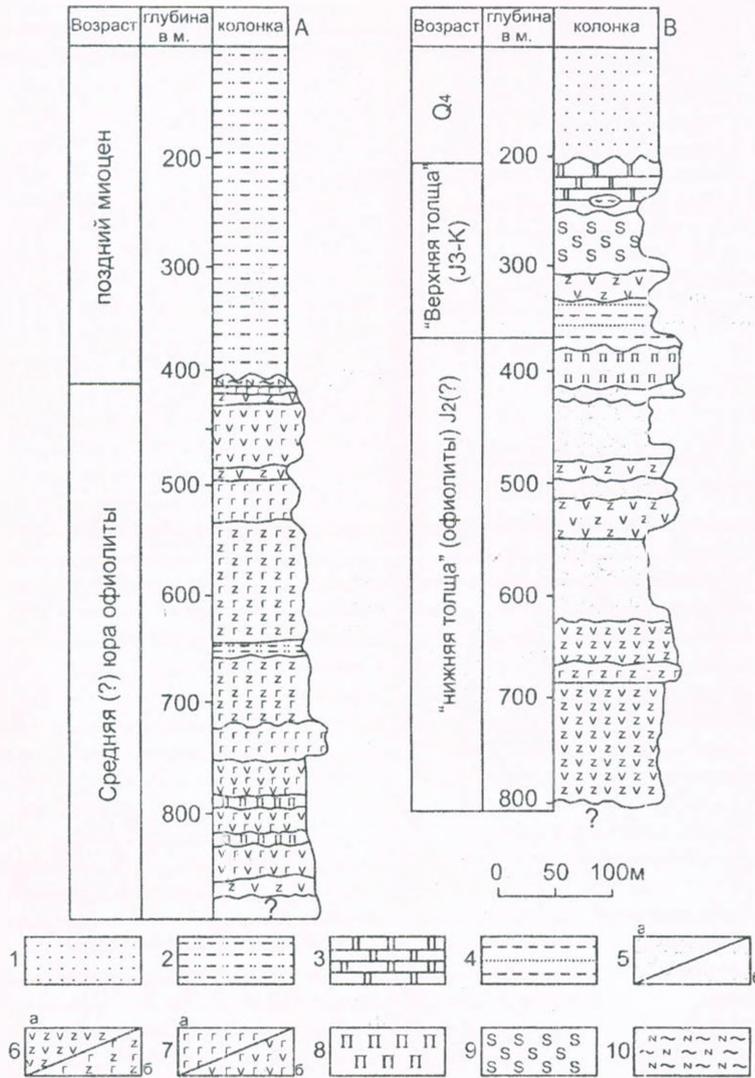


Рис. 3. Геологические разрезы скважин Кархачпюр-1,1-Дзкнагет. А- скв. Кархачпюр-1. В- скв. 1-Дзкнагет (по данным К.А. Мкртчяна и др., 1974). Условные обозначения 1. Пески, глины, озерная моласса (плисцен-антропоген). 2. Глины, и известняки органогенно-детритовые и мелкозернистые алевролиты и реже песчаники. Морская моласса. Сармат. 3-10. Офиолитовая серия: 3. Линзы радиоларитов, чередующиеся с микритовыми известняками. 4. Песчаники вулканомиктовые. 5. Гиалокластиты: а) псаммо-алевритовые, б) алевро-псаммитовые. 6. а) диабазы, метадиабазы, б) чередование метадиабазов и габбро-диабазов. 7. а) метагаббро, б) габбро-диабазы. 8. Пироксениты серпентинизированные. 9. Серпентиниты. 10. Метасоматиты.

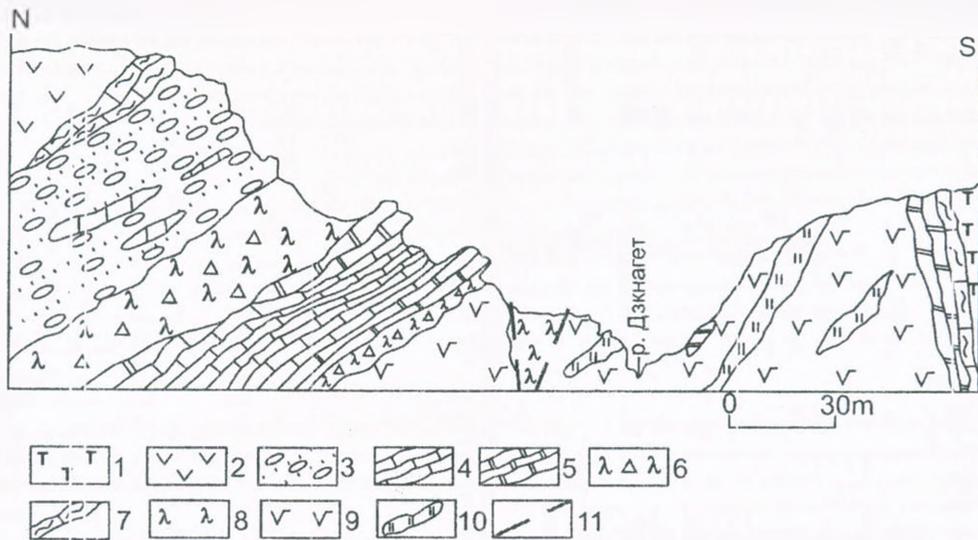


Рис. 4. Разрез Дзкнагетской антиклинали. Составил М.А. Сатиан.

1. Туфы, средний эоцен. 2. Базальты, в кровле риолитов (сантон). 3. Конгломераты с офиолитокластикой, песчаники с линзами известняков (ранний сенон). 4. Пачки тонкослоистых, тонкозернистых известняков. 5. Известняки-олистоплаки массивные и крупнослоистые. 6. Брекчии серпентинитов и габбро. 7. Известняки мелкозернистые, а также фораминиферовые (верхний сенон). 8. Серпентинизированные ультрабазиты (протрузии). 9. Базальты, спилиты, пачки гиалокластов. 10. Линзы радиоларитов и микритовых известняков. 11. Разломы.

Офиолиты Кармакарской антиклинали стлчаются выходами крупного массива ультрабазитов: гарцбургитов и лерцолитов, а также мелких тел пироксенитов и дунитов (Абовян, 1981). Среди многочисленных оползней на восточном крыле обнаружены мелкие выходы базальтов с линзами радиоларитов и известняков, а также их оолитовых разновидностей. По комплексу радиоларий радиолариты датируются меловым временем (определения Л.И. Казинцовой, Сатиан, 1979, 1984).

Сейсмический профиль вдоль левобережья р. Ахурян (Осипова и др., 1989) выявляет две сугуры – северная принадлежит выходам в Базумском горст-антиклинории, а южная – Ахурян-Разданскому сегменту ЗОЗ.

Разделяют сегменты ЗОЗ зоны разломов: Нижнеараксинского, Варденисского, Разданского и Ахурянского (рис.1), а сочленение с офиолитовыми сугурами намечается в виде сдвигов и сдвига - сбросов. Характеристика зон разломов приведена в работах Габриеляна и др., (1981), Шихалибейли, (1966) и др., отметим лишь стнесение Ахурянского разлома к крупной системе литосферных врезов, начало которых вскрывается от зоны надвигов Битлиса с продолжением через офиолитовую сугуру Курдистанского хребта и далее по долине р. Ахурян к Сомхетской зоне, что подтверждается различием рядов формаций мезозоя и интерпретацией снимков из космоса (Кац и др., 1984).

Основные черты тектонического развития и литодинамики

Рассмотрим вначале проблему основания, на котором заложен мезозойский офиолитовый

рифтоподобный бассейн – вопрос этот спорный и мало обсужденный.

В Зангезурском сегменте наличие вулканогенного палеозоя (Мкртчян, 1956 и др.) не подтвердилось последующими исследованиями (Гуямджян, 1968; Белов, 1969). Глыбы кристаллических будинированных известняков в выходах меланжа могут быть и блоками в меланже, и олистолитами палеозойского шельфа. В строении Капанского антиклинория на основе сейсмометрии, судя по глубине псверхности «Ф» в 4-5 км, под ранне (?) - среднеюрским вулканогенным комплексом с учетом находок блоков известняков с брахиоподами, вероятно палеозойского возраста (определения М.С. Абрамян), прогнозируется наличие варисского субплатформенного комплекса. В современной структуре большая часть варисского комплекса перекрыта надвигами вулканогенно-осадочного мезозоя Капанского антиклинория. Продолжение варисского комплекса ожидается от бассейна р. Халадж на восток к с. Кагнут до границы с вулканическим комплексом палеозоя - триаса Севано-Акеринского шва (Гасанов, 1985; Книппер и др., 1997 и др.). Стык этих палеобассейнов предполагается вдоль западного крыла Лачинского антиклинория, перекрытого продуктами новейшего вулканизма. В субплатформенном варисском комплексе проявление вулканизма, если и имело место, подобно узким и коротким рифтам Араксинской зоны (Сатиан и др., 2009), то тягело к разрывам в фундаменте, преобразованным на последующих этапах сжатия в крупные взбросы западной вергентности, осложнившие вулканы мезозоя ядра Капанскй антиклинали (данные бурения и сейсморазведочного профиля, Туманян и др., 1980).

Анализ тектонического развития в палеозое показывает, что в Зангезурском сегменте рифт возник при растяжении континентальной коры пассивной окраины Палеотетиса — по краю Иранской микроплиты. С разрывом коры и мантийным диапиризмом возникли составляющие ЗОЗ узкие офиолитовые рифтоподобные впадины (по схеме эволюции рифтогенеза, Милановский, 1976).

Иной тип оседания мезозойского рифтинга предполагается в Ахурян — Разданском сегменте ЗОЗ. Вулканические впадины герцинского этапа, вмещающие серпентиниты в восточной Анатолии (Bergougnar, 1976; Bergöf, 1974; Fourquin, 1975; Sengör et al., 1980); Адамия, Шавишвили, 1979), простираются в Закавказье вдоль северного края Ширакской впадины, где сейсмическим профилированием (ст. «Земля») выявляется резкое погружение поверхности фундамента до 7 км и его воздымания к Базумскому горст-антиклинорию. В разрезе «осадочной» коры вероятно наличие мощного вулканогенного герцинского комплекса. По-видимому, к этому же комплексу может быть отнесена карбонатно-вулканогенная толща с мелкими телами серпентинитов — верхняя серия Цахкуняцкого массива (Агамалян, 1981). Ранне-мезозойский возраст толщи (Белов, Соколов, 1973) остается необоснованным. Мезозойская офиолитовая рифтоподобная впадина (Ахурян-Разданского сегмента) была заложена на гетерогенном, преимущественно меланократовом основании, простирается до широты Гаварагетского (Нор-Баязетского) поперечного разлома в басс. оз. Севан. Южнее, в пределах Б. Севана и в Зангезурском сегменте основанием мезозойских рифтов служила кора континентального типа. Об этом можно полагать по вскрытию структурной скважиной осадочного триаса на ЮЗ Вardenisского нагорья (долина р. Эхегис), по выходам в долине р. Аргичи субплатформенного варисского комплекса, а также по составу галек и валунов триаса, перми в основании верхне-меловой толщи Шугаибской антиклинали (Асланян, 1953; Сатич, 1979).

Начало рифтогенеза большинства частных впадин ЗОЗ относится к позднему лейасу, а главная стадия — к позднему байосу — раннему мелу (офиолитогенез). В среднемеловое время кора Закавказского геотраверса, как и в других частях Тетиса, подверглась структурной перестройке (Казьмин и др., 1987). Позднемеловой заключительный рифтогенез сказался в раскрытии менее глубоководных бассейнов вдоль краев офиолитовых впадин, либо заложенных под углом к ним. Продукты вулканизма позднего

мела (сеноман-кснякского времени) щелочной и известково-щелочной серий с признаками последовательной дифференциации состава отличаются от вулканитов раннего-среднего мезозоя, где преобладают простые однородные толеитовые и известково-щелочные серии базальтов. Вариации петрохимического состава вулканитов от одного сегмента к другому отмечаются и в пределах одного и того же Зангезурского сектора в связи с блоковым строением, разобщением погеречными разломами. Кислые продукты вулканизма офиолитовой серии к северу от долины Аракса ограничены Вохчинским поперечным разломом.

В басс. р. Агандзугет преобладают низкотитанистые базальты, в Севанском сегменте (скв. Дзкнагет-1), отмечается повышенная титанистость базальтов. Трахибазальты обнаруживаются в верхней части разрезов, помимо толеитовых нередко базальты известково-щелочной серии (рис. 5).

Петрохимические особенности продуктов офиолитового вулканизма мезозоя ЗОЗ приводятся на основе 32 силикатных анализов (табл. 1) и рассматриваются на классификационных диаграммах SiO_2 -($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$), АГМ и SiO_2 - K_2O (рис. 5, 6, 7). Вулканиты офиолитовой серии Зангезурского сегмента слагают преимущественно базальтовые и укороченные (базальт-андезит), низкокалийевые ряды; в их состав входят также базальты известково-щелочного ряда с умеренным содержанием TiO_2 .

Контрастно-дифференцированной (базальтриолит) серией толеитового типа являются вулканиты шванидзорской толщи с отчетливо выраженным натриевым типом щелочности (Агамалян, 1999). Кислые разности имеют предельные по SiO_2 составы и сохраняют Na тип щелочности ($\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 0,04-0,28$). Известково-щелочная серийальность показательна вулканитам шишкертской свиты нижнего мела, дифференциация составов направлена в сторону резкого возрастания общей щелочности. В вулканитах гехинской свиты апта — краевой литофации офиолитового рифта (табл. 2) отмечается высокое содержание щелочей и смещение составов в поле трахибазальтов и базальтовых трахиандезитов. В Севанском и Ахурян-Разданском сегментах ЗОЗ преобладают укороченные (базальт-базальтовый андезит) серии преимущественно с толеитовым трендом дифференциации. Они также характеризуются низким — умеренным содержанием TiO_2 , но имеют несколько повышенную калиевость.

Химический состав вулканических пород офиолитовой серии (средняя-поздняя юра-мел) Зангезурской офиолитовой зоны (303)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Шванидзор					Шишкерт			Агандзугет				Воротан		
N. обр	2020	1956	2070	2058	1961	11	M-1/20	M-5/1	13/1	8/4	23/1	8/1	796	4043	784
SiO ₂	47,34	47,83	50,49	69,37	76,10	57,06	58,10	72,28	47,70	48,90	51,68	56,75	48,66	52,10	53,43
TiO ₂	0,80	1,19	1,33	0,29	0,16	1,01	0,81	0,15	0,97	0,71	0,88	0,45	1,37	0,66	1,21
Al ₂ O ₃	15,76	17,5	15,21	15,00	10,88	17,08	19,50	14,64	21,81	19,26	19,61	17,92	18,33	16,56	16,86
Fe ₂ O ₃	3,35	3,28	5,32	2,59	3,26	1,21	1,75	1,99	1,35	3,53	2,69	0,50	10,73	6,32	5,81
FeO	8,62	8,51	7,75	2,87	1,72	5,96	3,40	0,28	6,53	5,11	4,88	6,81	-	-	-
MnO	0,26	0,21	0,17	0,07	0,02	0,16	0,12	0,02	0,14	-	0,28	-	0,10	0,24	0,15
MgO	8,91	5,85	4,40	1,00	0,51	2,37	2,57	0,63	3,20	3,71	2,25	2,45	4,35	2,58	2,92
CaO	12,11	11,97	6,72	2,24	2,66	6,02	3,36	1,75	10,29	8,26	10,51	5,53	8,20	13,20	10,30
Na ₂ O	2,00	2,80	3,30	5,30	4,90	3,50	4,00	4,10	2,30	2,80	2,90	2,70	1,39	2,48	2,11
K ₂ O	0,55	0,28	0,10	1,50	0,20	1,75	3,30	2,10	1,50	1,70	2,60	1,90	0,32	0,34	0,37
P ₂ O ₅	0,20	0,27	0,23	0,13	0,09	0,34	0,27	0,11	0,11	0,23	0,12	0,05	0,45	0,20	0,69
n.n.n.	0,34	0,18	1,76	-	-	4,16	2,33	1,52	2,72	4,03	2,02	3,82	4,93	5,24	5,96
CO ₂	-	-	3,82	-	-	-	-	-	1,32	2,21	-	1,23	-	-	-

N.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	скв. Дзкнагет-1						Антиклиналь Дзкнагет				скв. Спитак			Антиклин. Кармракар	Серпентиниты		
N. обр	16	19	29	8253	8255	8259	D-6/7	D-7/4a	D-7/5	D-7/7	1	2	3	A-50	1	2	3
SiO ₂	48,69	52,10	47,95	48,33	51,95	50,65	46,50	51,80	54,33	56,04	46,41	49,00	54,15	49,49	44,58	40,20	37,06
TiO ₂	1,0	1,60	0,62	1,35	1,35	1,05	0,67	1,55	0,42	0,52	0,7	0,59	0,52	0,06	0,03	сл.	сл.
Al ₂ O ₃	14,62	14,62	16,39	16,9	12,98	15,94	23,04	15,06	16,52	18,50	13,58	9,90	12,10	19,40	1,52	1,60	2,09
Fe ₂ O ₃	1,98	2,51	3,45	8,05	6,42	4,10	4,04	7,42	1,89	7,76	3,13	5,29	2,85	5,15	7,35	5,77	3,37
FeO	10,03	10,69	5,53	5,85	6,00	7,30	7,45	1,70	2,87	2,30	6,51	5,60	6,75	1,68	-	2,52	3,74
MnO	-	-	-	0,21	0,21	0,20	0,40	-	0,24	0,20	0,16	0,11	0,16	0,18	0,09	0,07	0,10
MgO	8,77	6,26	4,35	2,85	3,96	2,96	4,17	1,35	2,57	1,66	2,91	7,91	5,13	3,80	31,20	36,10	34,36
CaO	4,94	5,01	9,42	8,27	10,36	8,99	4,55	2,38	8,74	3,50	18,56	14,20	10,64	6,52	2,76	1,21	4,03
Na ₂ O	3,30	3,84	2,00	2,80	3,21	4,00	1,90	4,00	5,40	5,60	2,05	3,10	2,80	2,70	0,33	сл.	0,18
K ₂ O	0,1	-	1,90	0,60	0,70	0,70	2,00	3,7	0,20	0,50	1,07	0,20	-	2,80	0,07	-	-
P ₂ O ₅	0,42	0,46	0,44	0,30	0,35	0,28	0,23	0,05	0,30	0,52	0,1	0,07	0,02	-	0,37	0,21	0,10
n.n.n.	4,60	4,00	7,90	5,30	2,82	3,20	4,03	8,05	5,92	2,47	4,85	2,50	3,35	5,28	11,11	10,38	14,92
CO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,37	-	-	-	-	-	0,28

Примечание: Породы офиолитовой серии. I. Зангезурский сегмент. Шванидзорская толща, (Агамаян, 1999). 1. Метадолерит афировый, в 2-3 км к ЮВ от с. Шванидзор; 2. Метадолерит, в 400м к северу от с. Шванидзор; 3. Метадолерит, спилит с порфировой структурой, в 700м на 3 от г. Карамаш, у р. Аракс; 4. Риолит из потока, на перевале дороги, в 2,5 км к В-ЮВ от с. Нрнадзор; 5. Кварцевый риолитовый порфир, субвулканическое тело в 1км к ЮВ от с. Шванидзо. Анализы выполнены в хим. лаб. ИГН НАН РА.

Басс. р. Шишкерт (Сатиан, 1979, 1984): 6. Андезит; 7. Трахиандезит; 8. Риолит. *Басс. р. Агандзугет (Сатиан, 1979).* 9. Базальт катаклазированный, черный, левый берег р. Агандзугет; 10. Лавокласты базальтов афировые в 0,7 км выше фермы, 11. Трахибазальт, в 0,8 км ниже фермы; 12. Лавокласты базальтовых андезитов, афировые, черные. Анализы выполнены в хим. лаб. ИГН НАН РА. *Басс. р. Воратан (Гушин и др., 1991).* 13. Метабазит милонитовый, в 3км к С-СВ от с. Татев; 14. Базальт, в 6-7 км к В-ЮВ от вершины г. Петрос-хач; 15. Базальт, в 2 км к СВ от с. Татев. Анализы выполнены в хим. лаб. ПО "Армгеология"; суммарное содержание железа определено в виде Fe₂O₃.

II. Севанский сегмент. Устье р. Дзкнагет (структурная скв.1, Мкртчян и др., 1974). 16. Диабаз альбитизированный, гл. 287,5м. 17. Диабаз альбитизированный, гл. 365м; 18. Метадиабаз, гл. 527м; 19. Метадиабаз, гл. 641м; 20. Метадиабаз, гл. 694м; 21. Диабаз, глубина 308м. Анализы выполнены в Центр. лаб. УГ Арм ССР.

III. Ахурян-Разданский сегмент. Вулканиды офиолитовой серии Дзкнагетской антиклинали (Сатиан, 1979, 1984). 22. Трахибазальт; 23. Пилокластит трахибазальтовый; 24. Базальтовый андезит; 25. Базальтовый андезит альбитизированный. *Структурная скв.4-Спитак (Туманян, 1980):* 26. Базальт миндалекаменный, гл. 303-306м. 27. Базальт порфиновый, гл. 375-385м.; 28. Базальтовый андезит миндалекаменный, гл. 495-500м. Анализы выполнены в Центр. лаб. УГ Арм ССР. *Кармракарская антиклиналь (Сатиан, 1984):* 29. Трахибазальт порфиновый. 30-32. Серпентиниты разных сегментов: 30. Хуступ-Гиратахская зона (Гушин и др., 1991); 31. Структурная скв.1-Дзкнагет, гл.15м; 32. Структурная скв.1-Дзкнагет, гл.23м (Мкртчян и др., 1974).

Таблица 2
Химический состав вулканических пород гехинской свиты апта (?)

N.	1	2	3	4	5
N. обр	K-1/3	M-137	K-1/54ш	K-1/41	K-1/31
SiO ₂	47,57	49,03	52,42	53,78	56,50
TiO ₂	0,97	2,20	0,88	2,03	0,45
Al ₂ O ₃	17,44	19,74	18,97	16,9	14,50
Fe ₂ O ₃	5,68	4,81	5,77	10,02	3,60
FeO	6,81	2,51	3,44	1,72	4,20
MnO	0,21	0,35	0,36	0,25	0,30
MgO	4,07	6,80	3,42	2,67	3,10
CaO	8,82	6,10	6,48	4,32	8,96
Na ₂ O	4,20	4,80	4,90	5,10	4,70
K ₂ O	0,90	0,55	1,00	2,00	0,45
P ₂ O ₅	0,11	0,27	0,13	0,26	
n.n.n.	0,10	3,20	2,20	1,55	0,50
CO ₂	5,35	-	-	-	3,20

Примечание: Гехинская свита, апт; р. Дзагедзор (Мусалам), р-н с. Верин-Гиратах. 1. Базальт, спилит; 2. Базальт; 3. Базальтовый андезит; 4,5. Базальтовый трахиандезит. Хим лаборатория ИГН НАН РА.

Новый, позднемеловой этап раскрытия бассейнов явно менее глубоководных, хотя пространственно в целом наследовавших офиолитовые рифты, сопровождается вулканизмом щелочной

и известково-щелочной сериальности, преимущественно с признаками последозательной дифференциации состава продуктов. Этот этап отличается от более глубоководного вулканизма в офиолитовых рифтоподобных впадинах раннего-среднего мезозоя, где преобладают простые серии толеитовых базальтов.

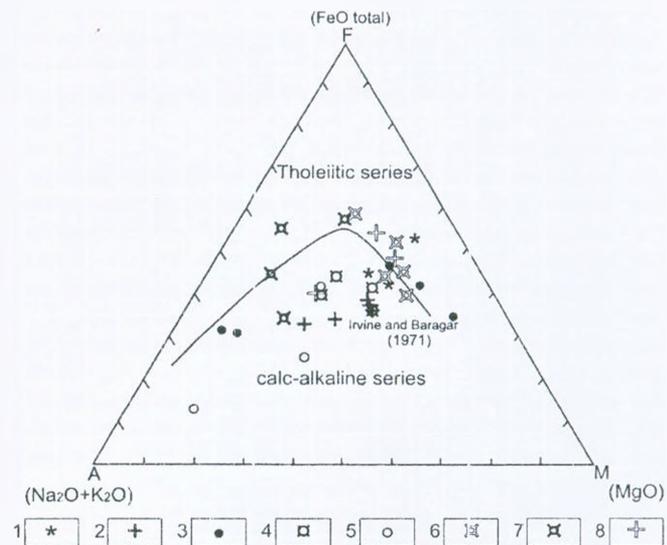


Рис. 5. Составы вулканических пород ЗОЗ на тройной диаграмме AFM. 1. Вулканиды Хуступ-Гиратахской зоны (Гушин и др., 1991); 2. Вулканиды гехинской свиты; 3. Вулканиды шванидзорской толщи (Агамаян, 1999); 4. Вулканиды басс. р. Агандзугет; 5. Вулканиды басс. р. Шишкерт; 6. Вулканиды устья р. Дзкнагет (Мкртчян и др., 1974); 7. Вулканиды ядра Дзкнагетской антиклинали; 8. Вулканиды, Кармракарской антиклинали.

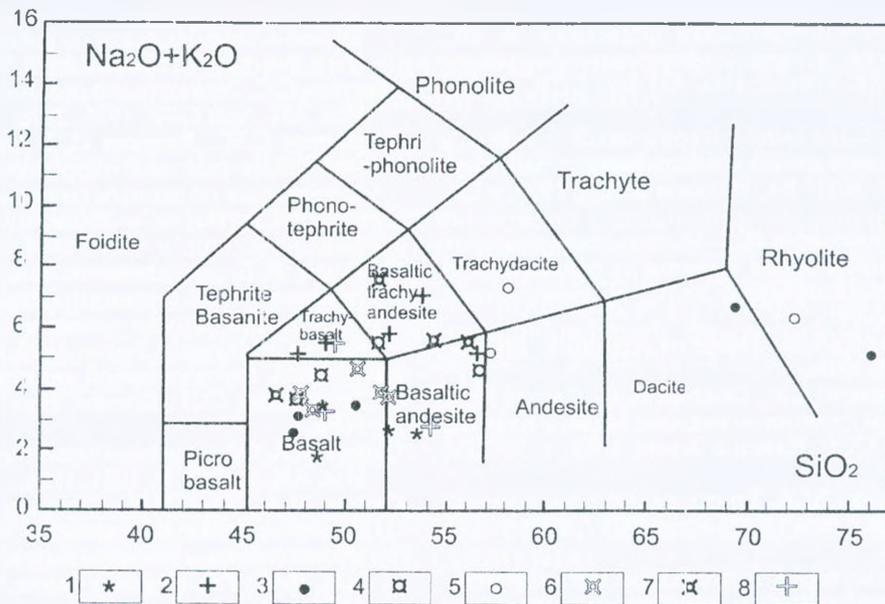


Рис. 6. Составы вулканических пород ЗОЗ на классификационной диаграмме TAS. Условные обозначения: 1. Шванидзорской толщи; 2. Шишкертской толщи; 3. Разреза р. Агандзугет; 4. Меланжа р. Воротан; 5. Скв. Дзкнагет-1; 6. Антиклинали Дзкнагет; 7. Скв. Спитак; 8. Антиклинали Кармакар.

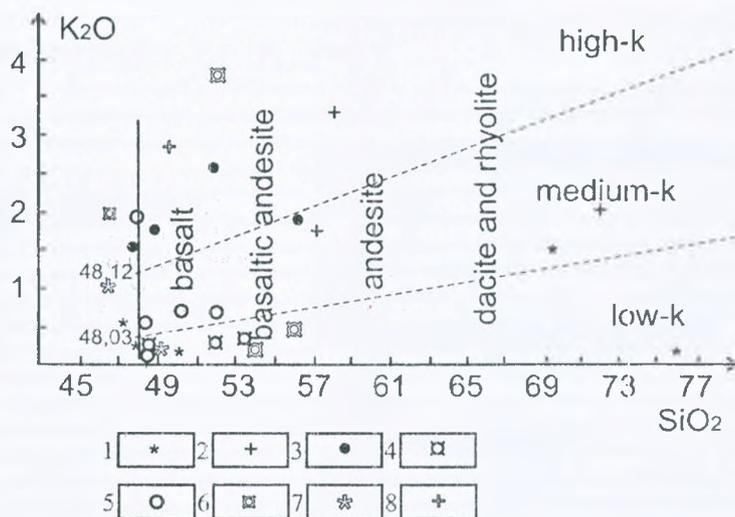


Рис. 7. Составы вулканических пород ЗОЗ на классификационной диаграмме SiO₂-K₂O. Условные обозначения см. рис. 6.

Заключение

Офиолитогенез относится к позднебайос-раннемелодому этапу рифтогенеза, охватывающему большую часть литосферы западного и центрального секторов Мезотетиса, прерванному кратковременным сжатием (австрийская фаза). На юге ЗОЗ рифтогенез охватывает микроплиты фронта пассивной окраины, а на северо-западе — активной окраины Палеотетиса, с приращением в мезозое к активной окраине Тетиса Капанского континентального блока.

Совокупность геолого-геофизических данных приводит к выводу, что по рядам формаций, тектоническому развитию и геодинамике ЗОЗ не является корневой зоной офиолитов мезозоя Севано-Акеринской и Ведийской зон Закавказского геотраверса: офиолиты ЗОЗ размещены паравтохтонно. Наряду с изучением других

офиолитовых зон региона все эти результаты существенно расширяют и дополняют методы и возможности тектонического районирования коры Закавказского геотраверса (рис. 1) на основе выделения “стратегических линий” — офиолитовых швов, конвергентных границ микроплит литосферы.

Авторы выражают свою признательность за критические замечания рецензенту А.С. Аванесяну.

ЛИТЕРАТУРА

Абовян С.Б. Мафит-ультрамафитовые комплексы офиолитовых поясов Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1981, 306с.

- Агамалян В.А. Метаморфическая формация. В. кн.: Магматические и метаморфические формации Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Арм ССР, 1981, с. 38-54.
- Агамалян В.А. Стрoение, первичный состав и метаморфизм ньюэджидской толщи южного Зангезура Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1999, т. LII, №2-3, с. 5-13.
- Адамия Ш. А., Шавишвили И.Д. Модель тектонической эволюции земной коры Кавказа и сопредельных территорий (доальпийский этап). «Геотектоника», 1979, №1, с. 77-84.
- Асланян А.Т. Региональная геология Армении. Ереван: Айпетра: 1958, 430с.
- Асланян А.Т., Баграмян А.Х., Осипова И.Б., Сатиан М.А. О Зангезурском глубинном разломе Малого Кавказа. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1981, т. XXXIV, №5, с. 12-20.
- Асланян А.Т., Сатиан М.А. Зангезурский офиолитовый пояс Малого Кавказа. ДАН Арм ССР, 1977, т. LX, №4, с. 220-226.
- Белов А.А. Стратиграфия и структура метаморфизованных вулканогенных и осадочных комплексов Анкаван-Зангезурского разлома в ю-в Армении. Бюлл. МОИП, отд. геол. 1969, т.4, с.65-78.
- Белов А.А., Соколов С.Д. Реликты мезозойской океанической коры среди кристаллических комплексов Мисханского массива Армении. Сов. Геол. 1973, №8, с.26-41
- Габриелян А.А., Саркисян О.А., Симонян Г.П. Сейсмо-тектоника Армянской ССР. Ереван: Изд. ЕГУ, 1981, 284с.
- Гасанов Т. Аб. Офиолиты Малого Кавказа. М: "Недра", 1985, 120с.
- Геология Севана. Кoлл. авт. под ред. М.А. Сатиана и Г.В. Чилингаряна. Изд. АН Армении, 1994, 120с.
- Гуомджян О.П. О соотношении вулканогенных и осадочных образований в «псевдо-вулканогенно-осадочных» формациях Баргушатского хребта (Армянская ССР). Изв. АН Арм ССР, Науки о Земле, 1968, т. XXI, №5, с. 31-39.
- Гущин А.В., Бурштейн Л.Е., Успенская Е.А. Особенности эволюции мезозойско-кайнозойского вулканизма в юго-восточной Армении. Изв. ВУЗ, "Геология и разведка", 1991, №3, с. 10-21
- Казьмин В.Г., Сборщиков И.Н., Рикун Л.Э., Зоненшайн Л.П., Книппер А.И. Вулканические пояса — индикаторы мезозойско-кайнозойской активной окраины Евразии. В. кн.: История океана Тетис. Под ред. Моница А.С., Зоненшайна Л.П. М: Изд. АН ССР, Ин-т океанологии 1987, с.58-73.
- Кац Я.Г., Хаин В.Е., Асланян А.Т. и др. Космотектоническая карта Ближнего и Среднего Востока. Ереван: Изд. ГИГИС, 1984.
- Книппер А.И. Океаническая кора в структуре Альпийской складчатой области юга Европы, западной части Азии и Кубы. М: "Мир", 1975, 207с.
- Книппер А.Л., Сатиан М.А., Брагин Н.Ю. Верхнетриасовые-нижнеюрские вулканогенно-осадочные отложения старого Зодского перевала (Закавказье). Стратиграфия, геологическая корреляция, 1997, т.5, №3, с.58-65.
- Левен Э.Я., Успенская Е.А. К стратиграфии мела и палеогена северо-западного крыла Кафанского антиклинория (Армения). Изв. ВУЗ, "Геология и разведка", 1990, №3, с.9-21.
- Милановский Е.Е. Рифтовые зоны континентов. М: Недра, 1976, 280с.
- Мкртчян К.А., Саркисян Л.А. и др. О глубинных геолого-геофизических исследованиях по профилю III-III Ереван-Севан-Иджеван по работам 1971-1974, Отчет, спец. фонды УГ. Ереван: 1974, 186 с.
- Мкртчян С.С. Зангезурская рудоносная область. Ереван: Изд. АН. Арм ССР, 1956, 287с.
- Назаретян С.Н., Казарян С.С. Опыт классификации глубинных разломов территории Армянской ССР, выявленных по данным геофизики. Изв. АН Армянской ССР, Науки о Земле, 1976, т. XXIX, №3, с. 54-63.
- Осипова И.Б., Арменакян Л.А., Аракелян А.Р. О тектоническом строении Ширакского полигона в свете новых данных станции "Черепаша". Изв. АН Арм ССР, Науки о Земле, 1989, т. XLII, №4, с. 59-67.
- Сатиан М.А. Верхнемеловой литогенез офиолитовых зон Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Арм ССР, 1979, 168 с.
- Сатиан М.А. Офиолитовые прогибы Мезотетиса. Ереван: Изд. АН Арм ССР, 1984, 173с.
- Сатиан М.А., Таян Р.Н., Степанян Ж.О., Папоян А.Г. Верхнемеловая обломочная толща Мегринского антиклинория и палеогеологические реконструкции. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1993, XLVI, №1, с. 22-32.
- Сатиан М.А., Степанян Ж.О., Мнацакцян А.Х., Саакян Л.Г. Литодинамика рифтогенеза Араксинской зоны (Армения). Изв. НАН РА, Науки о Земле. 2009, т. LXII, №1, с. 21-31.
- Соклов С.Д. Олигостромовые толщи и офиолитовые покровы Малого Кавказа. Тр. ГИН АН СССР, вып. 296, 1977, 96 с.
- Туманян Г.А., Мкртчян К.А., Вардазарян Э.Г. Отчет о глубинных геолого-геофизических исследованиях по профилю II- II (Октемберянский и Степанаванский районы) и на Норашенском участке в Севанском районе Арм ССР за 1978-1980. Фонды ГУ Арм ССР. 1980, 290с.
- Успенская Е.А., Бурштейн Л.Е., Гущин А.В., Левен Э.Я., Аванесян А.С. Формационные ряды северной части Хуступ-Гиратахской шовной зоны Малого Кавказа. Ереван: Изд. АН Арм ССР, X Всесоюзное литологическое совещание, 1988, с.42-43.
- Шихалибейли Э. Ш. Геологическое строение и история тектонического развития восточной части Малого Кавказа, ч.2, Баку: Изд. АН АзССР. 1966, 263с.
- Berberian V, Amidi S.M., Babakhani A. Discovery of the Qaradagh ophiolite belt: the southern continuation of the Sewan-Akera (Little Caucasus) ophiolite belt in northwestern Iran (Ahar quadrangle); a preliminary field note. "Surv. of Iran", internal report, 1981, 15p.
- Berberian M. The southern Caspian: a compressional depression floored by a trapped oceanic, "crust". "Car adian Journ. of Earth Sciences", v. 20, '2, 1983, pp.163-183.
- Bergougnan H. Structure de la Chaîne pontique dans le Haut-Kalkit (North-East l'Anatolie). "Bull. Soc. Geol. France." v.18, '3, 1976, pp. 675-686.
- Bingöl E. Discussion on the metamorphic map of Turkey in a scale of 1:2.500.000 and geotectonic evolution of some metamorphic belts. «Bull.Min.Res. Explor. Inst». Turkey, 1974, '83.
- Fourquin G. L'Anatolie du Nord- Quest. marge méridionale du continent européen, histoire, paléogéographique, tectonique et magmatique durant le Secondaire et le Tertiaire: «Bull. Soc. geol. France», 6, t.27, 1975, pp.1058-1070.
- Sengör C., Yilmaz Y., Ketin J. Remnants of pre-Late Jurassic ocean in northern Turkey: fragments of Permian-Triassic Palco-Tethys? «Geol. Soc. Amer. Bull.», v.91, '10, 1980, p.599-609.
- Knipper A.L., Khain E.V. Structural position of ophiolites of the Caucasus. «Ophioliti», v.2. Tethyan ophiolites. sp.is. 1980, pp. 297-314.

Рецензент А.С. Аванесян

**ՉԱՆԳԵԶՈՒՐԻ ՕՖԻՈԼԻԹԱՅԻՆ ԶՈՆԱՅԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԵՎ ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ
ԶԱՐԳԱՅՈՒՄԸ (ՀԱՅԱՍՏԱՆ)**

Մ.Ա. Սաթյան, Ժ.Հ. Մտեփանյան, Լ.Հ. Սահակյան, Ա.Խ. Մնացականյան

Ըստ երկրաբանաերկրաֆիզիկական տվյալների Չանգեզուրի օֆիոլիթային զոնայի (ՉՕԶ) ռիֆթանման ղեպրեսիան, ներառյալ մելանժը, տարածաշրջանում ունի գոտիաձև զարգացում և տարանջատված է մասնակի ղեպրեսիաների, լայնակի բեկվածքներով: Օֆիոլիթները զարգացել են երկու փուլով՝ լեյասում, ուշ բայոսից մինչև նեոկոմ և ներկայացված են մելանժով տեղադրված պարավտոխտոն: Յուրաքանչյուր ղեպրեսիա ունի յուրահատուկ կազմ և կառուցվածք: Հոդվածում քննարկված է ՉՕԶ օֆիոլիթագենեզի երկրադինամիկան:

**GEOLOGICAL AND TECTONIC DEVELOPMENT OF ZANGEZOUR OPHIOLITE
ZONE (ARMENIA)**

M.A. Satian, J.H. Stepanyan, L.H. Sahakyan, A. Kh. Mnatsakanyan

Abstract

Rift like depression of Mesozoic Zangezour ophiolite zone (ZOZ), including melange, based on geo-geophysical data has belt development in Transcaucasia region and composed of individual depressions separated by cross-cutting faults. Rifting is originated in two stages - in Leiasic and Late Bajocian up to Neocomian and represented with melange located as parautochthonous. Each of individual depression has peculiar composition and structure. The geodynamics of ZOZ ophiolitogenesis is discussed also.

О ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ РАЗМЕРОВ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ПО КИНЕМАТИЧЕСКИМ ДАННЫМ

© 2009г. А.А.Саакян, С.Н. Назаретян, Г.В.Саргсян

*Северная служба сейсмической защиты, ГНКО РА
3115, Гюмри, ул.В.Саргсяна, 5а, Республика Армения
E-mail: northnssp@mail.com
Поступила в редакцию 05.09.2009г.*

Оценены размеры очага – горизонтальная и вертикальная протяженности на примере кинематических данных Зангезурского землетрясения 01.09.1968г. (M=5,0). Для этого использован осредненный региональный годограф Армянского нагорья с соответствующими станционными поправками. Применены также различные системы наблюдений с установлением более строгих критерий минимизации станционных невязок, исключающих влияние станционных и азимутальных особенностей.

Как показано в работах (Кондорская, Саакян, 1984, 1988), использование станционных поправок к осредненному региональному годографу Армянского нагорья (Саакян и др., 1983) повышает точность определения параметров гипоцентров, в среднем, более чем в 1,5 раза. Повышение точности координат гипоцентров, с установлением более строгих критерий минимизаций станционных невязок, позволяет провести дополнительный анализ для определения параметров гипоцентров по различным системам наблюдений (учитывая гипоцентральное расстояние и тип аппаратуры), с целью оценки размеров очага.

С этой целью были анализированы записи более 300 землетрясений. Лишь в одном случае имела место несогласованность данных минимизации невязок в решении задач гипоцентрии. Это инструментальные данные землетрясения, произошедшего 1 сентября 1968г., с M = 5,0.

Анализ записей Зангезурского землетрясения привел к предположению, что данное землетрясение относится к такой модели очага, когда начальное возмущение происходит вблизи поверхности, а далее, углубляясь, захватывает более плотные слои земной коры.

В результате разрушения этих более плотных пород образуются продольные волны Р, более интенсивные, чем в начале процесса, поэтому они регистрируются более удаленными станциями, а волны от начального, более слабого возмущения, гаснут на этих станциях и не фиксируются. Сейсмические станции, расположенные на различных азимутальных расстояниях от очага землетрясения, регистрируют волны из разных точек возмущения внутри оча-

говой области, и тогда становится принципиально возможным идентифицировать их вступления от различных точек.

Известно, что очаг – это поверхность разрыва, по которой произошли подвижки горных пород, образовались и начали распространяться сейсмические волны. Обычно принимается, что гипоцентр – это точка начального разрыва пород. Если очаг объемный, то вспарывание разрыва будет происходить более длительно, и появятся новые волны Р, но только от других точек, и чаще значительно интенсивнее волн, характеризующих начальное вступление.

Исходя из вышеизложенного, на примере Зангезурского землетрясения, с учетом эпицентрального расстояния Δ и азимутальной направленности Az сейсмической станции (в эпицентральной зоне после основного толчка были установлены временные сейсмические станции), проводилось определение параметров гипоцентра по следующим системам наблюдений:

1. Станции, расположенные на расстоянии до 200 км от эпицентра (N=6 станций, Az=250°).

2. Станции, расположенные на расстоянии в интервале $200 \leq \Delta < 350$ км от эпицентра (N=8 станций, Az= 270°).

3. Станции, расположенные на расстоянии в интервале $350 \leq \Delta < 700$ км от эпицентра (N=14 станций, Az=300°).

Результаты определения параметров гипоцентра Зангезурского землетрясения первого сентября 1968 года, полученные по различным системам наблюдений, с применением станционных поправок к осредненному региональному годографу Армянского нагорья, приведены в таблице.

Таблица

Параметры Зангезурского землетрясения 1 сентября 1968 г по системам наблюдений

Система наблюдений	Время в очаге T ₀ , ч.м.с.	Координаты эпицентра,		Глубина гипоцентра, H км	Радиус доверительной области ошибок определения эпицентра, r, км	Число сейсм./ст.
		φ°N	λ°E			
1.	05 39 42,5±0,2	39,272	46,045	3	2.0	6
2.	05 39 43,2±0,3	39,230	46,108	7	2.9	8
3.	05 39 44,1±0,4	39,194	46,193	12	3.8	14

Для проверки полученных результатов был использован критерий, основанный не на сравнении величин станционных невязок, а на их соотношениях для гипоцентров, рассчитанных для разных систем наблюдений. При таком подходе исключается влияние станционных и азимутальных особенностей и становится возможным установить более строгий критерий для минимизации станционных невязок:

$$\delta = |f'_i / f''_i|$$

где f'_i - невязка i -ой станции для одного из гипоцентров, f''_i - невязка i -ой станции для другого гипоцентра.

Например, если точен только гипоцентр №1 и f'_i невязки отдельных станций для этого гипоцентра, то соответствующие станционные невязки для других гипоцентров должны быть боль-

шими, чем для гипоцентра №1, и величины δ_i и $\bar{\delta}_i = \sum \delta_i / n$ будут существенно меньше единицы.

Введение величин δ позволяет установить согласованность данных отдельных станций по минимизации как индивидуальных станционных величин δ_i , так и среднего значения по группам станций $\bar{\delta}$.

На рис. 1 приведен характер изменения индивидуальных станционных величин $\delta_i^{(1)}$ (рис. 1А) и $\delta_i^{(3)}$ (рис. 1Б) для эпицентров №1 и №3 в зависимости от эпицентрального расстояния для различных глубин. Как видно, при глубине №1, близкой к нулевой ($h = 3 \text{ км}$), невязки ближних станций дают $\delta_i \leq 1$, а невязки удаленных — $\delta_i > 1$ и наоборот, для гипоцентра №3 ($h = 12 \text{ км}$) удаленным станциям соответствуют $\delta_i \leq 1$, а ближним станциям — $\delta_i > 1$.

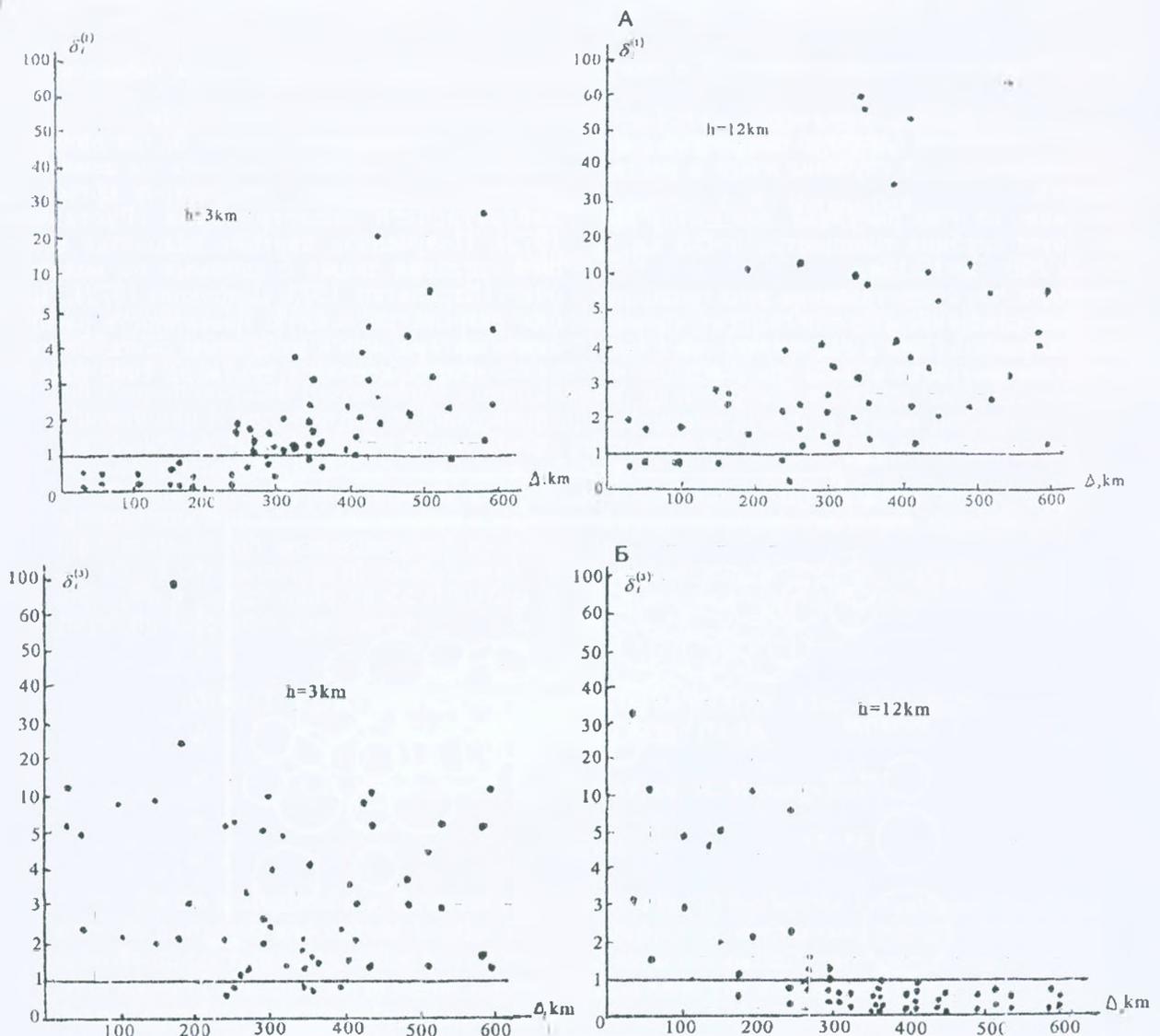


Рис. 1. Характер изменения индивидуальных станционных величин $\delta_i^{(1)}$ (А) и $\delta_i^{(3)}$ (Б) в зависимости от эпицентрального расстояния для различных глубин гипоцентра.

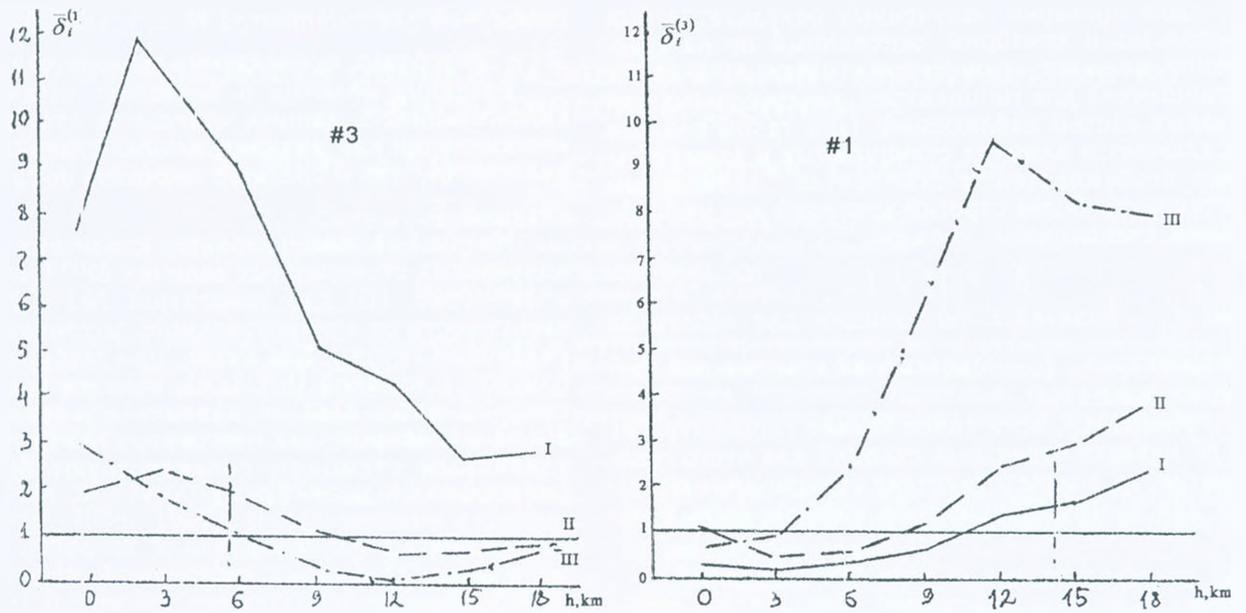


Рис.2. Характер изменения величин $\bar{\delta}$ в зависимости от глубин гипоцентров и систем наблюдений.

На рис.2 приведен характер изменений $\bar{\delta} i^{(1)}$ $\bar{\delta} i^{(3)}$ в зависимости от глубины очага и систем наблюдения.

Как видно из этих рисунков, эпицентру №1 соответствует глубина гипоцентра $h=0-5$ км, а эпицентру №3 - $h=10-15$ км.

Очевидно, что существование этих гипоцентров реально, следовательно они относятся к разным точкам разрыва очага землетрясений с направлением вытянутости с З-СЗ на В-ЮВ.

Это хорошо видно из рис.3, где приведены направления проекции разрыва на земную поверхность и проекции гипоцентров афтершоков Зангезурского землетрясения (Рустанович, 1972). Полученная картина находится в хорошем согласии также с данными по механизму очага (Карапетян, 1973; Широкова, 1972). Проекции разрыва на земную поверхность распределения афтершоков и механизма очага Зангезурского землетрясения 1 сентября 1968 года нап-

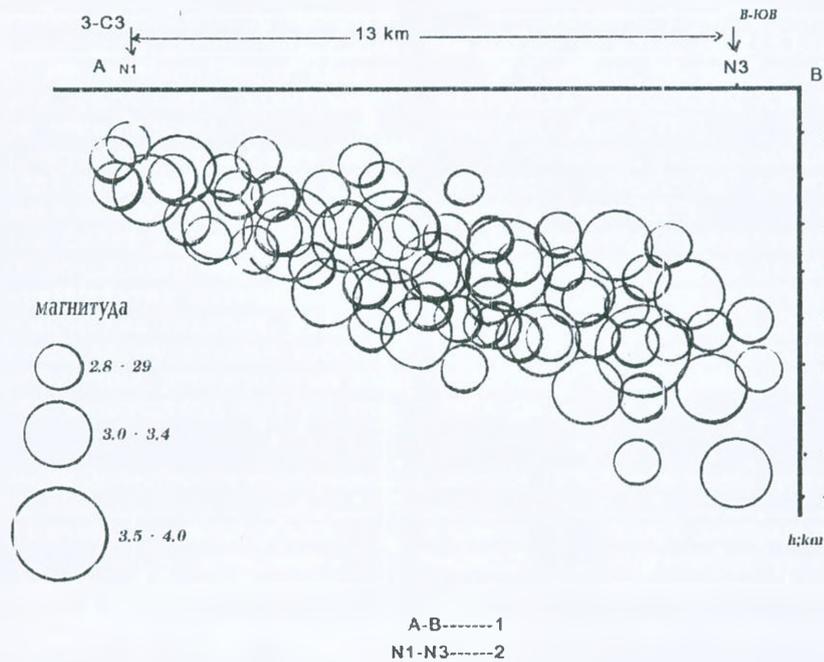


Рис.3. Направление проекции разрыва на земную поверхность и распределение гипоцентров афтершоков на вертикальную плоскость разрыва. 1-направление разрыва; 2- системы наблюдений

равлены от северо-запада к юго-востоку ($\varphi^{\circ}N$: 39,2-39,33; $\lambda^{\circ}E$: 45,9-46,1) и имеют величину $AB=13$ км.

Таким образом, по кинематическим данным на основе полученных станционных поправок к осредненному региональному годографу Армянского нагорья для отдельных землетрясений, становится принципиально возможным оценить размеры очага: его горизонтальную и вертикальную протяженности.

Полученные результаты внесены в Национальный каталог землетрясений Армянского нагорья НССЗ РА

ЛИТЕРАТУРА

Карапетян Н.К. Напряженное состояние в очагах Зангезурских землетрясений 1968г. и механизм их возникновения. В кн. „Результаты комплексного изучения Зангезурского землетрясения,..“ Ереван: Изд.АН Арм. ССР, 1973, с.35-52.

Кондорская Н.В., Саакян А.А. Об определении основных параметров гипсцентров землетрясений в регионах с неоднородно-блоковым строением, Изв.АН Арм.ССР, Науки о Земле. 1988, XL1, № 5, с.65-69.

Кондорская Н.В., Саакян А.А. Кинематические особенности Р-волн для землетрясений Армянского нагорья. Изв. АН СССР, Физика Земли, 1984, №8, с.67-71.

Рустанович Д.Н. Очаговая зона Зангезурских землетрясений 9 июня и 1 сентября 1968года и особенности ее проявления на поверхности Земли.Землетрясения в СССР в 1968 году. М.: Наука,1972, с.38-42.

Саакян А.А., Геодакян Э.Г., Саргсян Г.В. Результаты применения осредненного регионального годографа Армянского нагорья. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле. 1983, XXXVI, № 6, с.80-85.

Широкова Е.И. Напряженное состояние и возможное направление разрыва в очагах Зангезурских землетрясений. Землетрясения в СССР в 1968 г. М.: Наука,1972, с.43-44.

Рецензент М.Б. Мкртчян

ԿԻՆԵՄԱՏԻԿ ՏՎՅԱԼՆԵՐՈՎ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻ ՕՋԱԽՆԵՐԻ ՉԱՓՄԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՍԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա. Հ. Սահակյան, Ս. Ն. Նազարեթյան, Հ. Վ. Սարգսյան

Ամփոփում

Չանգեզուրի 1968թ. սեպտեմբերի 1-ի երկրաշարժի օրինակով գնահատվել է օջախի չափերը՝ նրա հորիզոնական և ուղղաձիգ առանցքների երկարությունները: Դրա համար օգտագործվել է Հայկական լեռնաշխարհի տարածաշրջանային միջինացված հորագրաֆը, համասպատասխան կայանային ուղղումներով, դիտարկման տարբեր համակարգերի կիրառմամբ և կայանային անկապքների մինիմիզացիայի ավելի խիստ չափողոշիչներ սահմանելով: Վերջիններիս կիրառմամբ բացառում են կայանային և ազումատային առանձնահատկությունների ազդեցությունները:

Խնդրի առաջարկվող լուծումը արդիական է նրանով, որ այս մեթոդը թույլ է տալիս անդրադառնալ համեմատաբար ոչ վաղ անցյալում տեղի ունեցած սեյսմիկ իրադարձությունների պարամետրերի ճշգրտմանը:

Սույն աշատանքում Չանգեզուրի 1968թ. երկրաշարժի օջախի չափերի որոշված տվյալները արդեն մտել են ՀՀ ՄՊԱԾ-ի «ՀՀ տարածքի և հարակից շրջանների երկրաշարժերի Ազգային կատալոգ»:

ABOUT THE POTENTIAL OF EVALUATION THE SOURCE SIZES ON KINEMATIC DATA

A.H. Sahakyan, S. N. Nazaretyan, H. V. Sargsyan

Abstract

On the example of the Zangezur (1968, September 1) earthquake is evaluated the source sizes, its horizontal and vertical lengths. For that purpose the averaged hodograph of Armenian upland with corresponding station corrections, using observational different systems and installing strict norms of minimization of station discrepancies is used. The employment of the last excludes the station and the azimuth influences.

The suggested solution of the problem is modern, because it makes possible the correction of the parameters of seismic events happened not in the remote past.

In the given work the data of source sizes of 1968 Zangezur earthquake are inserted in the "National Catalog of Earthquakes of Armenia and adjacent areas NSSP RA.

ՄՅՈՒՆԻՔԻ ՄԱՐԶԻ ԷԿՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԻՐԱՎԻՃԱԿԻ ԳՆԱՀԱՆՈՒՄԻ ԿԵՆՏՐՈՆԻ «LANDSAT» ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ ԱՐԲԱՆՅԱԿԻ ԲԱԶՄԱՍՊԵԿՏՐԱԼ ՆԿԱՐՆԵՐԻ ՄԻՋՈՑՈՎ

© 2009 թ. Վ. Ս. Մուրադյան *, Ա.Վ. Խոյեցյան **, Շ.Գ. Ասմարյան *,
Մ. Վ. Ամիրխանյան *

* ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգիայի և հետազոտությունների կենտրոն
0025, Երևան, Արուսյան 68, ՀՀ

E-mail: muradyan-asx@rambler.ru, ashuk@list.ru,

** Երևանի պետական համալսարան
0025, Երևան, Ալ. Մանուկյան 1, ՀՀ

E-mail: akhoctsian@ysu.am

Հանձնված է խմագրություն 24.09.2009թ.

Հոդվածում ուղեկցվում է Սյունիքի մարզի էկոհամակարգերի դինամիկան հեռազննման տվյալների միջոցով: Տարբեր տարբերակով տիեզերական բազմազոնային սկանների ավտոմատ և կիսավտոմատ վերամշակումը ցույց է տալիս, որ հետազոտվող տարածքում վերջին 25-30 տարիների ընթացքում նկատվում է մարդսահման լանդշաֆտների, բուսական տեղանքի, ավազի ցածր կենսազանգված ունեցող էկոհամակարգերի ընդարձակում, և անտառային տարածքների կրճատում:

Սյունիքի մարզի ժամանակակից լանդշաֆտա-էկոլոգիական իրավիճակը պայմանավորված է դարեր շարունակ լանդշաֆտներում տեղի ունեցող բնական և անբնական փոփոխություններով: Լանդշաֆտը մի բարդ համակարգ է, որը գտնվում է անընդհատ զարգացման մեջ, իսկ նրանում գոյություն ունեցող բնական և մարդածին օբյեկտները անընդհատ փոփոխվում են, ինչը կրում է հաճախ բնույթ և պայմանավորված է ժամանակը և տարածությունը բնութագրող մեծություներով: Հեռազննման տվյալների օգտագործումը, որը արտահայտում է բնության բոլոր կասյները, բույս է տալիս բացառել պատահական կամ կարճաժամկետ փոփոխությունները, ուշադրություն դարձնելով դրա տարկվող էկոհամակարգերի էկոլոգիական իրավիճակի փոփոխությանը:

Կամերալ և դաշտային պայմաններում հետազոտությունները ցույց են տվել, որ յուրաքանչյուր հողային տիպ և բուսատեսակ բնութագրվում է իրեն բնորոշող սպեկտրալ անդրադարձման հատկությամբ (Кравцова и др., 1997, Чистов и др., 1997):

Սյունիքի մարզի տարածքի բնական և մարդածին օբյեկտները տարածաժամանակային հետազոտությունների համար ընտրվել են չորս տարիների (1976, 1987, 2001, 2006 թթ.) ամառային ամիսների «Landsat» բազմասպեկտրալ տիեզերական նկարները (<http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/eodi/index.jsp>), քանի որ, ինչպես հայտնի է, բույսերի տերևները առավել կանաչ են երևում հատկապես ամառը, երբ բլրոֆիլի հատիկների բանակը հասնում է առավելագույնի:

Տարբեր տարիների տիեզերական բազմազոնային նկարների վրա արտահայտված օբյեկտների վերծանման ժամանակ կարևոր են ոչ թե օբյեկտների պայծառության արժեքները տարբեր սպեկտրալ գոտիներում, այլ նրանց միջև հարաբերությունը: Հաստատված է, որ սպեկտրալ գոր-

ծակիցները, որոնք հաշվարկվում են տարբեր սպեկտրալ գոտիներում պայծառության արժեքների պարզ քվադրանական ձևափոխությունների արդյունքում, արտահայտում են անդրադարձող մակերևույթի ֆիզիկական հատկությունների տարածական փոփոխությունը (Книжников, 1997):

Լանդշաֆտների էկոլոգիական հետազոտությունների ժամանակ վեգետացիոն գործակիցներից առավել հաճախ օգտագործում են ՆՂՎԻ-ն (NDVI -Normalized Difference Vegetation Index) «Բուսածածկի նորմալացված տարբերության գործակից»-ը, որը շատ զգալուն է երկրի մակերևույթի բուսականության նկատմամբ, և կարող է օգտագործվել դրանց տիպերի, քանակի և էկոլոգիական վիճակի որոշման համար (Трифонова и др., 2005, Giannico , 2007, Restmanesh et al, 2008) : Այն խորհուրդ է տրվում օգտագործել միայն այն դեպքում, երբ բուսական ծածկի կշիռը 1/3-ից ավելին է: NDVI-ը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով (Rause et al., 1973) .

$$NDVI=(NIR-RED)/(NIR+RED)$$

որտեղ՝

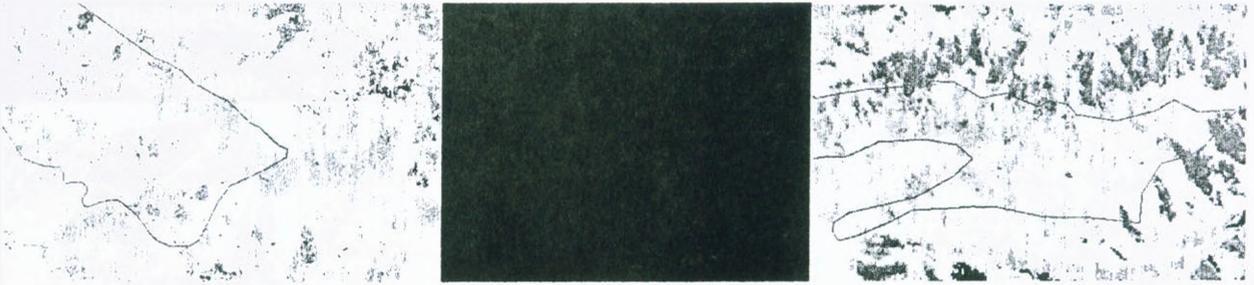
NIR-մոտակա ինֆրակարմիր սպեկտրի պայծառության արժեքը,

RED – կարմիր սպեկտրի պայծառության արժեքը:

Համաձայն այս բանաձևի, բուսականության խտությունը և կենսազանգվածը նկարի որոշակի կետում հավասար է կարմիր և ինֆրակարմիր տիրույթներում լույսի անդրադարձման ինտենսիվությունների տարբերությունը բաժանած դրանց ինտենսիվությունների գումարին:

Մեր կողմից վործ է արվել, ստանալ Սյունիքի մարզի էկոհամակարգերի վիճակի տարածաժամանակային պատկերը, օգտագործելով NDVI-ը, քանի որ այն տալիս է լեռնային էկոհամակարգերի

1976 թ.



1987 թ.



2001 թ.



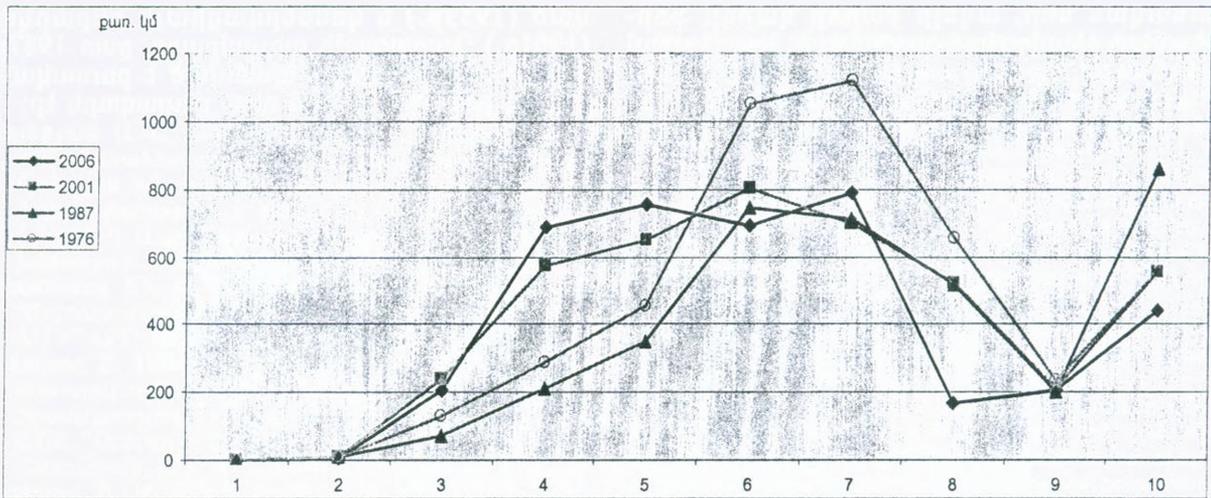
2006 թ.



Նկ. 2. Ակնադաշտի և Ողջիի լեռնաբազուկի բուսածածկի փոփոխությունը

Մյուսիքի մարզի տարածքի փոփոխության պատկերը ըստ տիեզերական նկարների վեր-
 ծանման «վերահսկելի» մեթոդի, նույնպես ցույց է տալիս, որ վերջին 20-30 տարիների ընթացքում նկատվում է բուսագուրկ, մարդածին և ցածր կեն-

սազանգվածով տարածքների ընդարձակում (Նկ. 4): Ակնհայտ է նաև, որ մարզի տարածքում գերակշռում են ցածրախոտային տափաստա-
 մային, մարգագետնային, բուսականությամբ տարածքները :



Նկ. 3. Սյունիքի մարզի բուսական ծածկի դինամիկան ըստ NDVI-ի

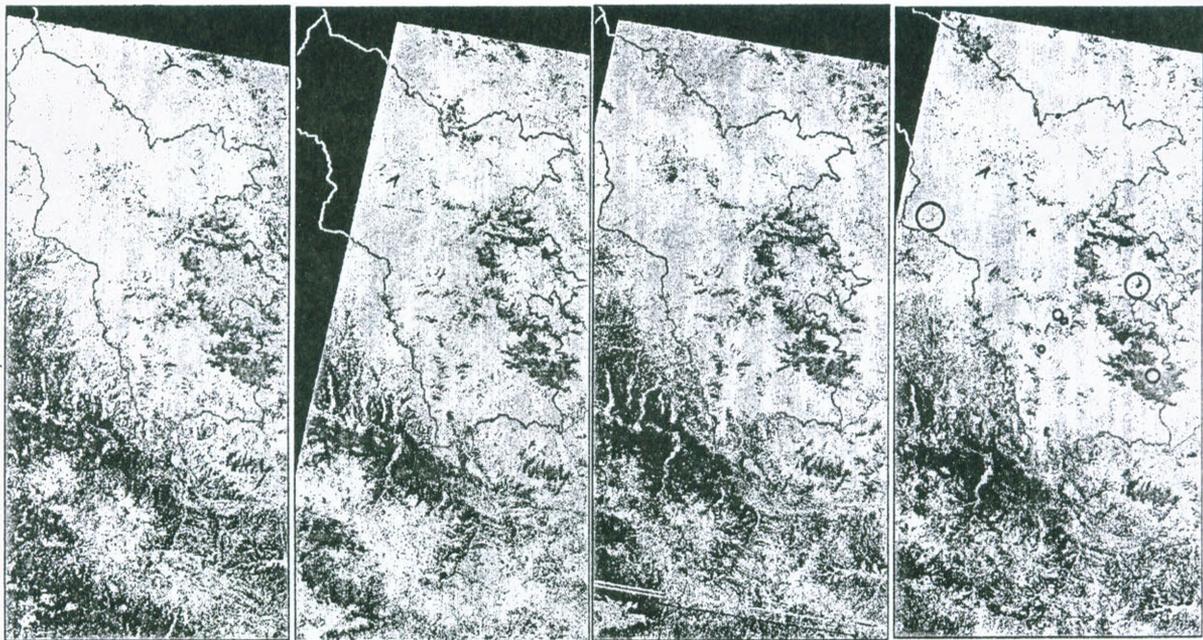
1-շատ խիստ փոփոխված, մարդածին տեղանքներ/հիմնականում բետոնապատ տարածքներ/, 2- ջրային օբյեկտներ, 3- խիստ փոփոխված, մարդածին, բուսագուրկ և շատ նոսր բուսածածկով, կիսանապատային տարածքներ, 4-ցածրախոտային, չոր տափաստանային տարածքներ, գյուղատնտեսական հողատեսքեր, 5- տափաստանային, ցածրախոտային բուսածածկով տարածքներ, 6- տափաստանային համեմատաբար խոնավ, բարձրախոտային և մարգագետնային բուսածածկով տարածքներ, 7-մարգագետնատափաստանային, բարձրախոտային տարածքներ, 8-մարգագետնատափաստանային խոնավ, մարգագետնային, բարձրախոտային, փարթան բուսածածկով տարածքներ, 9- նոսր անտառային /ետանտառային/ տարածքներ, 10- անտառներ :

1976 թ.

1987 թ.

2001 թ.

2006 թ.



Պայմանական նշաններ

- Տվյալների չկան
- Մետառային տեղամասեր
- Մարդածին, բուսագուրկ տեղամասեր
- Մերձալպյան փարթան, բուսականությունը, խոնավ, տեղ-տեղ բնիտային բուսականությամբ տեղամասեր
- Գրեթե բուսագուրկ, արիղ տեղամասեր
- Սարդածին, բուսագուրկ տեղամասեր
- Բարձրախոտային մարգագետնատափաստանային բուսականությամբ տեղամասեր
- Գյուղատնտեսական ցանցատարածություններ և տեղ-տեղ հանդիպող չոր տափաստանային ցածրախոտային բուսականությամբ տեղամասեր
- Զյուն
- Ամպեր
- Ջրային օբյեկտներ, ստվերային և տեղ-տեղ- բուսագուրկ տեղամասեր

Նկ. 4. Սյունիքի մարզի տարածքի էկոհամակարգերի դինամիկան ըստ տիեզերական նկարների օբյեկտների դասակարգման «վերահսկելի» մեթոդի

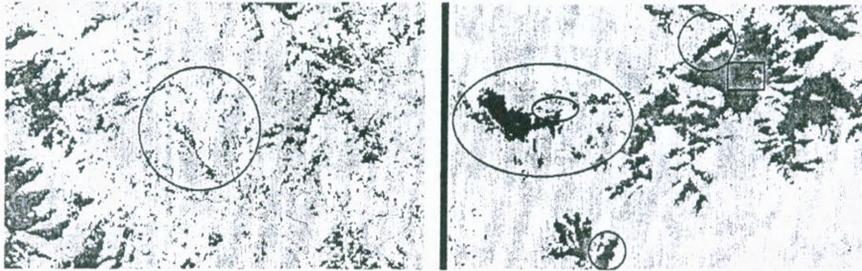
Ինչպես երևում է նկար 5-ից, նկատվում է Արծվանիկի պոչամբարի և Բաջարանի հանքավայրի տարածքի սահմանների ընդարձակում, ակնհայտ է Մեղրի գետի վերին հատվածի և Ողջի պոչամբարի հարավային տեղամասերում անտառների կրճատումը: Ուշագրավ է նաև, որ մինչև 1987 թ.

Ողջի պոչամբարում գոյություն է ունեցել ջրային տարածք, այնուհետև 2001թ.-ին այն բացակայում է, իսկ 2006թ.-ին ամբողջ պոչամբարի տարածքը պատված է համեմատաբար ավելի խիտ բուսականությամբ: Նույն պատկերն է Փխրուտի պոչամբարում, որտեղ վերջին տարիներին նկատվում

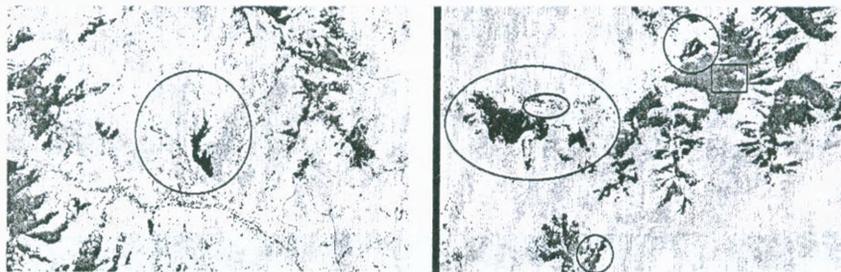
է բուսական նոր, ավելի բարձր կարգի ֆորմացիաների ձևավորման գործընթաց: Մա վկայում է այն մասին, որ պոչամբարները չեն շահագործվում, և այնտեղ արդեն ձևավորվել են նոր էկոհամակարգեր: Ավելի վաղ շահագործման հանձն-

ված (1953թ.) և կոնսերվացիայի ենթարկված (1961թ.) Դարագամի պոչամբարը, ըստ 1987թ.-ի տիեզերական նկարի պատված է բուսականությամբ, իսկ 1976 թ. այն դեռ բուսազուրկ էր:

1976 թ.



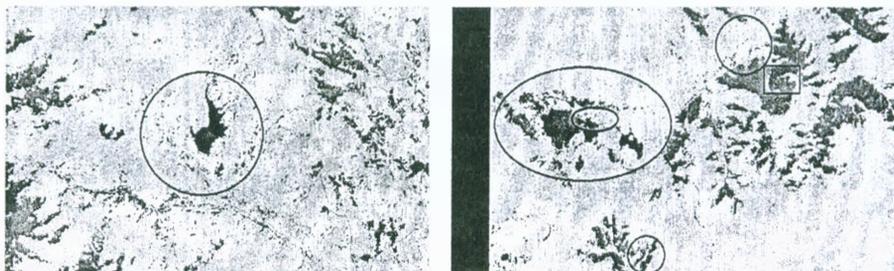
1987 թ.



2001 թ.



2006 թ.



Նկ 5. Կալան և Քաջարան բաղաբնների շրջակա միջավայրերի փոփոխությունը

Վերլուծելով ստացված արդյունքները, կարող ենք փաստել, որ Սյունիքի մարզի բնական լանդշաֆտները վերջին մի քանի տասնամյակում ենթարկվել են միջին և խիստ տրանսֆորմացիայի, մեծացել է մարդածին վերափոխված և բուսազուրկ լանդշաֆտների կշիռը, տեղի է ունեցել լանդշաֆտների արիղացում և դեգրադացում

(անապատացում), հստակ ընդգծվում է լանդշաֆտային գոտիների վերին և ստորին սահմանների փոփոխություն: Սրա մասին են վկայում նաև Ա.Վ. Խոյեցյանի կողմից կատարված դիտարկումները, ըստ որի լանդշաֆտների մեզոֆիտ շարքը աստիճանաբար անցում է կատարում դեպի քսերոֆիտ շարքին (Խոյեցյան, Սկրտչյան, 2006):

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Խոյեցյան Ա.Վ., Սյրտչյան Ռ. Ս., Անապատացման պատճառահետևանքային կապերը և տարածաժամանակային գնահատման սկզբունքները Հայաստանի Հանրապետությունում: Երևան «ԵՊՀ հրատ.» 2006, 245 էջ:
Պողոսյան Գ.Ա., Չափագրորի լանդշաֆտները: Ատենախոսություն.....աշխ գիտ. րեկ.: Երևան, 1975, 279 էջ .
Книжников Ю. Ф. Аэрокосмическое зондирование: Методология, принципы, проблемы. М.: "Изд-во МГУ" 1997, 128 с.
Кравцова В. Николаева Е. Анализ наземного спектрометрирования тундровой растительности в зонах промышленного воздействия. Докл. III Межд. Конф. СПб. "Освоение Севера и проблемы рекультивации" Сыктывкар, 1997, с 182-191.
Кравцова В. И, Тутубалина О. В. Изменения растительности в результате промышленного воздействия в районе Мончегорска по разновременным космическим снимкам Вестн. МГУ, сер. 5. География, 1997, № 3, с. 50-56.

- Трифонова Т. А. Мищенко Н. В. Краснощекоев А. Н. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях. Москва, "Академический Проект". 2005, 348 с.
Чистов С. В., Корольюк Т.В., Сорокина Н. П. Свентек Ю. В. Изучение неоднородности почвенного покрова по результатам цифровой обработки материалов многозональной сканерной съемки. Вестн. МГУ, сер. 5. География, 1997, № 3, с. 46-49
Giannico С., Remote sensing of vegetation in the Calabrian region Acta Astronautica. 2007, 60, pp.119-131.
Rause J. W., Haas R. H., Schell J. A., Deering D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Proceedings 3rd. ERTS symposium. 1973, 1, pp 48-62.
Restmanesh F., Moore F. Monitoring air pollution effect on the deterioration of vegetation cover, using statistical methods and TM and ETM+ Imageries, sarcheshmen copper complex, Central Iran. 6th European congress on regional geoscientific cartography and information systems, v. 1, 2003, Munich, pp. 317-320.
<http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/csdi/index.jsp>

Գրախոս՝ Հ. Բաղդասարյան

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭКОСИСТЕМ СЮНИКСКОГО МАРЗА ПРИ ПОМОЩИ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ СНИМКОВ КОСМИЧЕСКОГО СПУТНИКА "LANDSAT"

В.С. Мурадян, А. В. Хоецян, Ш. Г. Асмарян, М. В. Амирханян

Резюме

В статье рассматривается динамика экосистем Сюникского марза при помощи данных дистанционного зондирования. Автоматическая и полуавтоматическая дешифровка многозональных космических снимков разных лет показывает, что в течение последних 25-30 лет на исследуемой территории наблюдается расширение антропогенных ландшафтов, участков, лишенных растительности, экосистем, имеющих более низкую биомассу, и сокращение лесных территорий.

STUDYING THE DYNAMICS OF THE ECOSYSTEMS OF SYUNIK MARZ APPLYING MULTI SPECTRAL "LANDSAT" SATELLITE IMAGES

V.S.Muradyan, A.V. Khoetsyan, Sh.G. Asmaryan, M.V. Amirkhanyan

Abstract

The article considers the dynamics of the ecosystems of Syunik marz applying remote sensing data. Automatic and semi-automatic decipherment of multi-zonal satellite images for different years indicates that over the last 25-20 years the study site experienced expansion of man-made landscapes, vegetation lacking areas, ecosystems having a lower biomass as well as reduction of forested areas.

ՏԻԳՐԱՆ ԱՐՇԱԿԻ ՋՐԲԱՇՅԱՆ (ծննդյան 120-ամյակին)



2009թ. լրացավ անվանի երկրաբան, Հայաստանի Երկրաբանական ծառայության հիմնադիրներից մեկի, Երևանի Պետական համալսարանի աշխարհագրական-երկրաբանական ֆակուլտետի հիմնադիր և առաջին ղեկան, պրոֆեսոր Տիգրան Արշակի Ջրբաշյանի ծննդյան 120-ամյակը:

Տ.Ջրբաշյանը ծնվել է 1889թ. նոյեմբերի 9-ին, Վանում (Վասպուրական): Միջնակարգ կրթությունը ստացել է Էրզրումի և Վանի վարժարաններում, ապա, 1912թ., ավարտել է Թիֆլիսի Ներսիսյան դպրոցը: 1917-1920թթ. սովորել է Թիֆլիսի Անդրկովկասյան Համալսարանի բնագիտական ֆակուլտետում: 1920թ., հայտնի հայ բարերար Նուբար Փաշայի կողմից սահմանված կրթաթոշակով, Տ.Ջրբաշյանը մեկնում է Ֆրանսիա՝ ուսումը շարունակելու Սորբոնի համալսարանում, ապա՝ Փարիզի Հանքաբանական ինստիտուտում, որը գերագանցությամբ ավարտում է 1924թ. և ստանում լեռնային ինժեների կոչում: Այնուհետև, հանրաճանաչ երկրաբաններ Ա.Լաբրուայի, Գ.Օզի և Պ.Բոննեի ղեկավարությամբ, 2 տարի աշխատում է Փարիզի Բնապատմական բանգարանի հանքաբանական բաժնում:

Մերժելով այլ երկրներից ստացված հեռանկարային առաջարկները, Տ.Ջրբաշյանը որոշում է վերադառնալ Հայաստան և ծառայել իր երկրին ու իր ժողովրդին: Եվ 1926թ. նա վերադառնում է Հայաստան ու հրավիրվում Երևանի Պետական համալսարան: Շուրջ 10 տարի դասախոսի, ընդհանուր երկրաբանության ամբիոնի վարիչի պաշտոններում դասավանդում է բյուրեղագիտություն, ապարագիտություն,

ընդհանուր երկրաբանություն, հանքաբանություն առարկաները:

Տ.Ջրբաշյանի դասախոսությունները, հազեցած լինելով երկրաբանական գիտության արտասահմանյան նորագույն նվաճումների մասին տեղեկություններով, լքջորեն նպաստեցին Հայաստանի հաջորդ սերնդի ճանաչված երկրաբանների՝ Ա.Գաբրիելյանի, Թ.Թադևոսյանի, Լ. Ավագյանի, Վ. Հասարթյանի, Գ. Բաղդասարյանի, Վ.Լուսինյանի և շատ ուրիշների կայացմանը:

Տ.Ջրբաշյանի Ֆրանսիայից Հայաստան բերած բացառիկ հարուստ գիտական գրադարանը, բացի երկրաբանականից, հազեցած էր նաև ֆիզիկայի, մաթեմատիկայի և քիմիայի բնագավառների ձեռնարկներով: Մասնավորապես՝ ակնաձուլոր մաթեմատիկոսներ, ակադեմիկոսներ Ա.Շահինյանը և Մ.Ջրբաշյանը ակնաձուլորով հիշատակում էին, որ իրենց առաջին քայլերը գիտության ասպարեզում կատարել են Տ.Ջրբաշյանի օգնությամբ և խորհուրդներով:

1934թ. նրա նախաձեռնությամբ ԵՊՀ-ում ստեղծվում է աշխարհագրական-երկրաբանական ֆակուլտետը, որի առաջին ղեկան է նշանակվում Տ. Ջրբաշյանը: 1935թ. նրան շնորհվում է պրոֆեսորի կոչում:

Մանկավարժական գործունեությանը գուգահեռ Տ. Ջրբաշյանը զբաղվել է նաև մեծ ծավալի գիտահետազոտական և երկրաբանական որոնողական աշխատանքներով Հայաստանի տարբեր շրջաններում: Նա Մերձերևանյան և Կոտայքի շրջանների երկրաբանական կառուցվածքի և օգտակար հանածոների առաջին հետազոտողներից մեկն էր: Շերտագրական և հնէաբանական բազմաթիվ տվյալների վերլուծության հիման վրա առաջին անգամ նրա կողմից հաստատվել է այստեղ լայն տարածում ունեցող գոյացումների սարմատի հասակը:

1927-34թթ. Տ. Ջրբաշյանը աշխատել է Հայաստանի Ժողտնագրիտորիդի լեռնային բաժնում, այնուհետև՝ Ժողկոմխորի կիրառական երկրաբանության և հանքաբանության գիտահետազոտական ինստիտուտում:

1935թ.-ից ԽՍՀՄ Գիտությունների ակադեմիայի Հայկական մասնաճյուղի կազմում (ԱրմՖԱՆ), Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի հիմնադրման պահից (1935թ.) մինչև կյանքի վերջը Տ. Ջրբաշյանը աշխատել է այնտեղ որպես լեռնային ինժեներ, գիտական աշխատող, խորհրդական:

Կանխատեսելով ոչ մետաղական հանքային հումքի դերը և մեծ նշանակությունը Հայաստանի արագ զարգացող տնտեսության համար, Տ.Ջրբաշյանը հատուկ ուշադրություն է դարձնում դիատոմիտների, պեմզաների, հրաբխային ավազների, տուֆերի, պեոլիտների, կավերի, գիպսի, մարմարների, բարիտի, կիսաթանկարժեք քարերի առաջացման և տեղաբաշխման օրինաչափությունների բացահայտմանը: Հետազոտությունների արդյունքում հայտնաբերվեցին Նուռնուսի բարձրորակ դիատոմիտների, Կողբի և Ախրալայի բարիտի, Ջրաբերի, Էլարի, Ֆանտանի պեմզաների, Թալինի պեոլիտների, Ջրվեժի գիպսի, Ջարխեչի կրաքարային կոնգլոմերատների և այլ հանքավայրերը, որոնց

հետագա հետախուզման և շահագործման շնորհիվ ապահովվեց հանրապետության հանքահումքային հենքի ընդլայնումը և նոր արտադրությունների զարգացումը:

Նշված երկրաբանական աշխատանքների շարքում հիշատակման են արժանի Մերձերևանյան շրջանի նեոգենի հասակի գոյացումներում քարաղի կուտակումների վերաբերյալ Տ.Ջրբաշյանի գիտականորեն հիմնավորված եզրակացությունները, որոնք հետագայում հաստատվեցին Երևանի քարաղի հանքավայրի հայտնաբերմամբ:

Տ.Ջրբաշյանն առաջինն էր, որ 1927թ. առաջ քաշեց Հայաստանի Մերձերևանյան, Վայոց Ձորի և Սիսիանի շրջաններում տարածված պալեոգենի և նեոգենի հասակի գիպսատափեր, դիատոմիտային և ավազակրաքարամերգելային շերտախմբերի հնարավոր նավթաբերության վարկածը, որի գիտական հիմնավորումը հնարավորություն է տալիս պատկերացում կազմել Տ.Ջրբաշյանի երկրաբանական փաստերը վերլուծելու կարողության, լայն մտահորիզոնի և բազմակողմանի մոտեցումների մասին: Մասնավորապես, Տ.Ջրբաշյանը ուշադրություն է դարձնում այդ գոյացումների ծանծաղ ծովային և մերձափնյա տեկտոնական և հնաաշխարհագրական պայմաններում առաջացմանը, դրանցում ծովային ողնիքների, կորալների, ֆորամինիֆերների, ձկների կմախքների հարուստ բրածո ֆաունայի առկայությանը, աղաջրերի աղբյուրների գոյությանը, ծծմբաջրածնային գազերի արտանետման երևույթներին, պիրիտով և բիտումով հարստացված ապարներին: Այս բոլոր փաստերի համատեղ առկայությունը, ըստ համաշխարհային մասնագիտական գրականության, համարվում էր նավթի կուտակմանն ուղեկցող բարենպաստ պայման: Եվ Տ.Ջրբաշյանի կողմից փաստերի նման բազմակողմանի վերլուծությունն ու համադրումը գոյություն ունեցող գրականության տվյալների հետ հիմք հանդիսացան հետագայում Հայաստանում նավթի լայնածավալ որոնողական աշխատանքների նախաձեռնման համար:

Չզարի է Տ.Ջրբաշյանի ավանդյն ինժեներական երկրաբանության բնագավառում: Լինելով կառավարական հատուկ մասնագիտական հանձնախմբի անդամ, նա տվել է բազմաթիվ երկրաբանական և ջրաերկրաբանական եզրակացություններ, մասնավորապես՝ կառուցվող հարավային և հարավարևելյան ջրանցքների ուղեգծերի, Չորագեսի և Երևան-2 ՋԿ-երի տեղամասերի, Ողջաբերդի, Գորիսի, Սիսիանի սողանքային տեղամասերի, ինչպես նաև մի շարք նոր բնակավայրերի երկրաբանական պայմանների վերաբերյալ:

Տ.Ջրբաշյանը բարձր էր գնահատում ռուս գիտնականների և, ընդհանրապես, ռուսական երկրաբանական դպրոցի դերը XX դարի սկզբների հայկական երկրաբանական գիտության զարգացման և Հայաստանի տարածքի երկրաբանական կառուցվածքի ուսումնասիրման գործում: Նա մտերիմ ստեղծագործական ու ջերմ մարդկային հարաբերություններ ուներ ակադեմիկոս երկրաբաններ Ֆ.Լևինսոն-Լեսսինգի, Ա.Ֆերսմանի, Պ.Լեբեդևի, Կ.Ն. Պաֆենհոլցի, Վ.Գրուշևոյի, Վ.Կոտլյարի, Ե.Միլանովսկու, Վ.Լոդոչնիկովի, Վ.Բոգաչևի, Ի.Պոլիբինի, վրացական երկրաբանական դպրոցի հիմնադիր Ա.Ջանելիձեի և ուրիշների հետ:

Տիրապետելով մի շարք լեզուների, Տ.Ջրբաշյանը զգալի աշխատանք է կատարել նաև մայրենի լեզվով ձեռնարկների և դասագրքերի ստեղծման ուղղությամբ, կազմել է ընդհանուր երկրաբանության հայերեն դասընթացը, անգլերեն-հայերեն երկրաբանական տերմինաբանական բառարանը, քարզմանել Հ.Տիրբեյի “Ապարաբանության հիմունքները” և Մ.Ժինյուի “Շերտագրական երկրաբանություն” աշխատությունները, գրել “Հնէաբանների ամերիկյան դպրոցը. Լեյդեն, Օսբորն” գիրքը, որոնք, սակայն, այդ տարիներին անհետացան և, ավաղ, լույս չտեսան:

Հ. Կարապետյանի, Ս.Լիսիցյանի, Կ.Պաֆենհոլցի, Հ.Ստեփանյանի, Գ.Ջոչարյանի հետ միասին Տ.Ջրբաշյանը եղել է Հայաստանի աշխարհագրական ընկերության հիմնադիրներից մեկը:

Տ.Ջրբաշյանը Հայաստանի երկրաբանական ծառայության ավագ սերնդի այն ներկայացուցիչներից մեկն էր, ով, չնայած իր կարճատև, ընդամենը մոտ մեկ տասնամյակ տևած գիտական և աշխատանքային գործունեությանը, մեծ ավանդ ունեցավ Հայաստանի տարածքի երկրաբանական հետազոտման և ազգային մասնագիտական կադրերի պատրաստման բնագավառներում:

Տ.Ջրբաշյանը եղել է բազմաթիվ համամիութենական և միջազգային ամենախոշոր երկրաբանական գիտաժողովների մասնակից:

Իր բեղմնավոր գործունեության համար Տ.Ջրբաշյանը պարգևատրվել է Հայաստանի Կենտրոնական գործադիր կոմիտեի Պատվոգրով, ընտրվել է Երևանի քաղաքային խորհրդի գործադիր կոմիտեի անդամ:

Տ.Ջրբաշյանը վախճանվել է 1937թ., Երևանում՝ դառնալով բռնապետական ռեժիմի զոհ: Մինչ այսօր այդ տաղանդավոր երկրաբանի, նվիրյալ անձնավորության, մեծ քաղաքացու ու հայրենասերի անունը հիշվում է խորին երախտագիտությամբ:

ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ
ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություններ Երկրի մասին» տեղեկագրի խմբագրություն

АШОТ ГРИГОРЬЕВИЧ БАБАЕВ
(к 90-летию со дня рождения)

*Член-корреспондент АН Узбекской ССР, доктор геолого-минералогических наук
Профессор, Заслуженный нефтяник Узбекской ССР.*



А.Г.Бабаев (Аршавир Григорьевич Бабаян), родился 19.11.1919 г. в г.Ашхабаде в семье военнослужащего, выходцев из Карабаха, судьба которых забросила в Среднюю Азию.

Во время Великой Отечественной войны, будучи студентом геологоразведочного ф-та Азербайджанского индустриального института, он ушел на фронт и в 1947г. после войны окончил институт по специальности “геология нефти, литология”.

Научная и производственная деятельность А.Г.Бабаева в дальнейшем главным образом была связана с исследованиями проблем литологии и нефтеносности мезозойских формаций территории Узбекистана.

В середине 50-ых годов А.Г.Бабаев приглашается на работу в Ереван в Институт геологических наук АН Армянской ССР на должность заместителя директора по науке. В эти годы он одновременно занимался преподавательской деятельностью на геологическом ф-те ЕГУ, блестяще читая курс “Учение о фациях”.

С 1958 г. А.Г.Бабаев, после успешной защиты докторской диссертации, возвращается в Ташкент.

В 1967-1969 г. А.Г.Бабаеву, признанному ученому и специалисту в области нефтяной геологии, было поручено руководство группой геологов и геофизиков, проводивших поисковые работы на нефть и газ на территории Египта, которые были успешно завершены.

С 1969 г. А.Г.Бабаев работает в Институте геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений Мингео Узбекистана, а с 1971г. заведует лабораторией литологии Института геологии АН Узбекской ССР. Одновременно он руководит широкомасштабными научными и поисковыми работами по прогнозированию нефтяных и газовых месторождений Западного Узбекистана. Эти работы завершились открытием ряда крупных нефтегазовых месторождений, а коллектив авторов под руководством А.Г.Бабаева был удостоен Ленинской премии.

Многие геологи Армении старшего поколения, кому довелось общаться с А.Г.Бабаевым в годы его работы в Институте геологических наук, с большим уважением и теплотой вспоминают, что, несмотря на большой научный авторитет и требовательность, он оставался очень простым, в общении и доброжелательным к коллегам, особенно к молодежи. А.Г.Бабаев скончался в 1999 г. в Ташкенте.

И ныне геологическая общественность и бывшие его коллеги с уважением и теплотой чтут память об этом одаренном человеке, ученом и гражданине, посвятившем жизнь служению науке и геологии.

Некоторые из научных трудов профессора А.Г.Бабаева приводим ниже:

- Геотектоническая история Западного Узбекистана и региональные закономерности размещения скоплений нефти и газа. Л.: “Недра”, 1966, 372 с.
- Литология, палеогеография и нефтегазоносность меловых отложений Западного Узбекистана. Ташкент: Изд. АН Узб.ССР, 1969, 341 с.
- Карбонатная формация юрского возраста платформенной области Узбекистана и ее нефтегазоносность. М.: “Недра”, 1977, 137 с.
- Нефть и газ в недрах Земли. М.: “Знание”, 1981, 48 с.
- Терригенная формация юрского возраста Бухаро-Хивинского региона и Юго-Западного Гиссара и ее нефтегазоносность. М.: “Недра”, 1977, 137 с.
- Материки и океаны планеты Земля. Ташкент: Изд. АН Узб.ССР, 1969, 341 с.

Институт геологических наук НАН Армении.
Редакция журнала “Известия НАН Армении, Науки о Земле”.

**«ՀՀ ԳԱՆՏԵՂԵԱԳԻՐ, ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ» ՀԱՆՂԵՍԻ
ԲՈՎԱՆԳԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ (ԹԻՎ 1-3, ՀԱՏՈՐ 62, 2009 թ.)**

№ 52

Ազիզյան Լ.Վ. Սևանա լիճ թափվող գետային հոսքի կանխատեսման մեթոդիկայի մասին	1-53
Աղբալյան Յ.Գ. Հարտմանի գլոբալ էներգետիկ ցանցի հետազոտման եղանակները (երկրաֆիզիկական անոմալիա) Մաս 2. Երկրաբանական ստրուկտուրաները և նրանց կապը Հարտմանի ցանցի էլեմենտների պարամետրերի հետ: Ջրային հոսքի ճառագայթումը	1-48
Ամիրջան Ծ.Հ., Ազիզբեկյան Մ.Ս., Ալթունյան Ա.Ջ. Մղարթի ոսկի-պղինձ-բազմամետաղային հանքավայրի և հանքանյութերի երկրաբանա-կառուցվածքային միներալա-երկրաքիմիական բնութագիրը	1-37
Ասատրյան Գ. Մ. Նոր տվյալներ Վեդու օֆիոլիթային զոնայի հրաբխաանոթվածքային ապարների հասակի վերաբերյալ ըստ ռադիոլոգիաների	2-16
Ավագյան Ա.Ա., Գրիգորյան Ս.Վ., Մանանդյան Հ.Մ. Կիրառական երկրաքիմիական լանդշիֆտների լուծման ծրագիրը	3-34
Ավագյան Ա.Վ. Միրդիդինալ խզման կառուցվածքը և կինեմատիկան (Ալավերդու հանքավայրի շրջան)	1-32
Ավագյան Ա.Վ. Ակտիվ խզվածքները և դրանց հետ կապված սեյսմիկ վտանգը Վանաձորի իջուկթում	2-48
Ավագյան Թ.Ա., Իսրաբեկյան Վ.Ռ., Ստեփանյան Ժ.Հ. Սյունիքի մարզի Որոտան-Գորիս դիատոմիտաբեր ավա- զանում մի.քանի ֆոսֆատային միներալների հայտնաբերումը	3-38
Ավագյան Թ.Ա., Ջրբաշյան Ռ.Տ. Հայաստանի վերին պրոցեն-չորրորդական հասակի դիատոմիտային ավազան- ների մոտեք գործող սելիկահողի աղբյուրները և ձևերը	2-44
Ավանեսյան Ա.Ս. Մրափորի շերտախմբի շերտադրական դիրքը, հասակը և ձևավորման գեոդինամիկական պայման- ները (Հայաստան)	3-28
Գաբրիելյան Գ. Ա. Նավթ – առասպելներ և իրականություն	2-3
Գրիգորյան Ս.Վ., Աղամյան Ա.Ջ., Գաբրիելյան Գ.Ռ. Ոսկու հանքավայրերի որոնման ընթացքում լիթոերկրաքի- միական անոմալիաների գնահատման մասին	3-23
Խաչիյան Է. Ե. Գեանի սեյսմոգրամները և աքսերոտոգրամները հաշվարկված երկրաշարժը որպես հոծ միջավայրի ակնթարթային խզման նմանակ դիտարկումից	3-3
Հայրապետյան Ֆ.Ա. Վեդի գետի ավազանի պալեոգենի նստվածքային ապարների ստորաբաժանումն ըստ մանր ֆորամինիֆերների (Արաքսի տեկտոնական զոնա)	2-6
Հովհաննիսյան Ս.Մ., Գյոդակյան Է.Գ., Կարապետյան Ջ.Կ., Գրիգորյան Վ.Ռ., Մկրտչյան Գ.Ա., Մկրտչ- յան Մ.Ա. 2009 թվականի հունիսի 18-ի Հայաստանի տարածքի կենտրոնական մասում տեղի ունեցած երկրա- շարժի մակրոսեյսմիկ և գործիքային տվյալների վերլուծություն	3-15
Հովհաննիսյան Ս. Ռ. Սեյսմիկ վտանգի գնահատումը տեկտոնամագնիսական դաշտի դինամիկայի ուսումնասիրման հիման վրա	1-40
Մանանդյան Հ. Մ. Ագարակի հանքավայրի պղնձի և մոլիբդենի պարունակությունների դաշտերի կառուցվածքը	2-58
Մանգալյան Ռ. Ա. Հայաստանի հյուսիս-արևելյան մասի (Տավուշի մարզի) յուրայի հասակի երկրաբանական ֆորմա- ցիաները	2-29
Մուրադյան Վ. Ս., Խոյեցյան Ա.Վ., Ասմարյան Ծ.Գ., Ամիրխանյան Մ. Վ. Սյունիքի մարզի էկոհամակար- գերի դինամիկայի հետազոտումը “Landsat” տիեզերական արբանյակի բազմասպեկտրալ նկարների միջոցով	3-56
Նավասարդյան Գ.Խ., Մնացականյան Ա.Խ., Սավոլ Ի. Գեղամա բարձրավանդակի (Հայաստան) նորագույն հրաբխային սերիաների ապարիկազմող միներալները և նրանց բյուրեղացման ֆիզիկա-քիմիական հատկանիշները ..	1-3
Շահինյան Հ. Վ., Հովհաննիսյան Տ. Լ. Վարդենիսի լուենալիթայի ջրերի կազմի ձևավորման առանձնահատկու- թյունները և հիդրոերկրաքիմիական բնութագրերը	2-64
Սաթյան Մ.Ա., Ստեփանյան Ժ.Հ., Մնացականյան Ա.Խ., Սահակյան Լ.Հ. Արաքսի զոնայի ուֆթմագնեզի լի- թոդինամիկան (Հայաստան)	1-21
Սաթյան Մ.Ա., Ստեփանյան Ժ.Հ., Սահակյան Լ.Հ., Մնացականյան Ա.Խ. Ջանգեղուրի օֆիոլիթային զոնայի երկրաբանական և տեկտոնական զարգացումը (Հայաստան)	3-42
Սահակյան Ա. Հ., Նազարբեկյան Ս. Ն., Սարգսյան Հ. Վ. Կինեմատիկ տվյալներով երկրաշարժերի օջախների չափսերի գնահատման հնարավորությունների մասին	3-52
Տեր-Մինասյան Ռ.Հ., Բարամյան Ա.Հ., Ղազարյան Հ.Գ. Մերձերևանյան շրջանի սելավավտանգավորությունը	1-57

ԳՐԱՆՈՍԱԿԱՆՆԵՐ

Ռեազյան Ռ.Հ., Ալեքսանյան Կ.Բ. Լ.Հ. Վայոցյանի “Աշխարհագրական կանխատեսում: Մեթոդաբանական հիմունքները կիրառական և կառուցողական նշանակությունը” մենագրությունի վերաբերյալ	1-60
--	------

ՀԻՇԱՐԺԱՆ ՏԱՐԵԹՎԵՐ

Ասլանյան Աշոտ Տիգրանի (ծննդյան 90-ամյակին)	1-62
Բաբաև Աշոտ Գրիգորի (ծննդյան 90-ամյակին)	3-64
Բաղդասարյան Անդրանիկ Բախշի (ծննդյան 90-ամյակին)	2-71
Գրիգորյան Սուսաննա Մուշեղի (ծննդյան 80-ամյակին)	1-65
Ջրբաշյան Տիգրան Արշակի (ծննդյան 120-ամյակին)	3-62

СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА "ИЗВЕСТИЯ НАН РА, НАУКИ О ЗЕМЛЕ"

(№№ 1-3, ТОМ 62, 2009 г.)

№ с.

Авагян А.В. Структура и кинематика Меридионального разлома (район Алавердского месторождения)	1-32
Авагян А.В. Активные разломы и сейсмическая опасность в Ванадзорской депрессии	2-48
Авакян А.А., Григорян С.В., Манандян А.М. ГИС приложение для решения геохимических задач	3-34
Авакян Т.А., Джрбашян Р.Т. Источники кремнезема и формы его поступления в верхнеплиоцен-чет- вертичные диатомитоносные бассейны Армении	2-44
Авакян Т.А., Израелян В.Р., Степанян Ж.О. Об обнаружении некоторых фосфатных минералов в отложениях Воэтан-Горисского диатомитоносного бассейна Сюникского марза	3-38
Аванесян А.С. Стратиграфическое положение, возраст и геодинамические условия формирования миа- порской свиты (Армения)	3-28
Агбалиян Ю.Г. Методы исследования глобальной энергетической сети Хартмана (геофизическая анома- лия). Часть 2. Геологические структуры и их связь с параметрами элементов сети Хартмана. Из- лучение водного потока	1-48
Азизян Л.В. О методике прогнозирования поверхностного стока, впадающего в озеро Севан	1-53
Айрапетян Ф.А. Зональное подразделение палеогеновых отложений бассейна реки Веди по мелким формам ниферам (Араксинская тектоническая зона)	2-6
Амирян Ш.О., Азизбеян М.С., Актунян А.З. Геолого-структурные особенности Мгартского золо- то-медно-полиметаллического месторождения и минералого-геохимическая характеристика руд	1-37
Асатрян Г.М. Новые данные о возрасте вулканогенно-осадочных отложений Ведийской офиолитовой зоны на основе комплекса радиоларий	2-16
Габриэлянц Г.А. Нефть – мифы и реальность	2-3
Григорян С.В., Адамян А.З., Гарсян Г.Р. О методике оценки литогеохимических аномалий при поисках золотосудных месторождений	3-23
Манандян А. М. Структура полей концентрации меди и молибдена Агаракского месторождения	2-58
Мандалян Р. А. Юрские геологические формации северо-восточной Армении (Сомхето-Карабах- ская зона, Тавушский марз)	2-29
Мурадян В.С., Хоецян А.В., Асмарян Ш.Г., Амирханян М.В. Исследование динамики экосистем Сюникского марза при помощи многоспектральных снимков космического спутника "Landsat"	3-56
Навасардян Г.Х., Мнацаканян А.Х., Савов И. Породообразующие минералы в лавах новейших вулканических серий Гегамского нагорья (Армения) и физико-химические параметры их кристал- лизации	1-3
Оганесян С.М., Геодакян Э.Г., Карапетян Дж.К., Григорян В.Р., Мкртчян Г.А., Мкртчян М.А. Анализ макросейсмических и инструментальных данных землетрясения 18 июня 2009 г. в централь- ной части территории Армении	3-15
Оганесян С.Р. Оценка сейсмической опасности на основе изучения динамики тектономагнитного поля	1-40
Саакян А.А., Назаретян С.Н., Саргсян Г.В. О возможности оценки размеров очагов землетрясений по кинематическим данным	3-52
Сатиан М.А., Степанян Ж.О., Мнацаканян А.Х., Саакян Л.Г. Литодинамика рифтогенеза Арак- синской зоны (Армения)	1-21
Сатиан М.А., Степанян Ж.О., Саакян Л.Г., Мнацаканян А.Х. Геология и тектоническое развитие Зангезурской офиолитовой зоны Армении	3-42
Тер-Минасян Р.О., Карамян А.О., Казарян Г.Г. Селевая опасность в Приереванском районе	1-57
Хачиян Э. Е. Сейсмограммы и акселерограммы грунта, рассчитанные по модели землетрясения, как мгновенного разрыва среды	3-3
Шагинян Г.В., Оганисян Т.Л. Закономерности формирования состава и гидрогеохимическая характе- ристика вод Варденисского хребта (Армения)	2-64

РЕЦЕНЗИИ

Резвян Р.Г., Алексанян К.Б. Рецензия на монографию Л.А.Валесяна "Географическое прогнози- рование. Практическое и конструктивное значение"	1-60
---	------

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

Асланян Ашот Тигранович (к 90-летию со дня рождения)	1-62
Бабаев Ашот Григорьевич (к 90-летию со дня рождения)	3-64
Багдасарян Андраник Бахшиевич (к 90-летию со дня рождения)	2-71
Григорян Сусанна Мушеговна (к 80-летию со дня рождения)	1-65
Джрбашян Тигран Аршакович (к 120-летию со дня рождения)	3-62

**CONTENT OF THE "PROCEEDINGS OF THE NAS OF RA",
EARTH SCIENCES (№№ 1-3, VOL. 62, 2009)**

	№ p.
Aghabalyan Yu.G. Methods of research of global power Hartman's network (geophysical analysis). P.2. Geological structures and their connection with parameters of strips Hartman's network. Radiation of a water stream	1-48
Amiryan Sh.H., Azizbekian M.S., Altunian A.Z. A geologo-structural and mineralo-geochemical characteristic of the ores of the Mghart gold-copper-polymetallic deposit	1-37
Asatryan G.M. New data about the age of ophiolites in the Vedi zone on the basis of radiolarian assemblages	2-16
Avagyan A.A., Grigoryan S.V., Manandyan H.M. The program solving practical geochemical tasks	3-34
Avagyan A.V. Structure and kinematics of the Meridional fault (Alaverdi deposit area)	1-32
Avagyan A.V. Active faulting and related seismic hazard in the Vanadzor depression area	2-48
Avakyan T.A., Jrbashyan R.T. Sources of silica and its forms transfer in upper Pliocen-Quaternary diatomaceous basins of Armenia	2-44
Avakian T.A., Israelyan V.P., Stepanian J.H. On discovering some phosphate minerals in Verotan-Goris diatomite basin of Syunik marz	3-38
Avanesyan A.S. Stratigraphic position, age and geodynamic terms of formation of the miapor suite (Armenia)	3-28
Azizyan L.V. The methods of prediction of the surface water inflow to the lake Sevan	1-53
Gabrielyants G.A. Oil—the myths and the reality	2-3
Grigoryan S.V., Adamyan A.Z., Gareyan G.R. On the methodology of the lithochemical anomalies' assessment during the exploration of gold deposits	3-23
Hayrapetyan F.A. The Paleogene zonation of the Vedi river basin (Araks tectonic zone) by small foraminifers	2-6
Hovhannisyants S.M., Grodakyants E.G., Karapetyan J.K., Grigoryan V.R., Mkrtchyan G.A., Mkrtchyan M.A. Analysis of macroseismic and instrumental data of the earthquake June 18 2009 in the central part of the territory of Armenia	3-15
Hovhannisyants S.R. Estimation of seismic hazard on the base of study of dynamics of tectonomagnetic field	1-40
Khachian E.Y. A method to produce synthetic soil accelerogram by the model of momentary medium-break earthquake	3-3
Manandyan H.M. Structure of concentrations' fields of copper and molybdenum in Agarak mine	2-58
Mandalyan R.A. The Jurassic geological formations of the north-east Armenia (Tavush marz)	2-29
Muradyan V.S., Khoetsyan A.V., Asmaryan Sh.G., Amirkhanyan M.V. Studying the dynamics of the ecosystems of Syunik marz applying multi spectral "Landsat" satellite images	3-56
Navasardyan G.Kh., Mnatsakanyan A.Kh., Savov I. Phenocrysts in lavas of the recent volcanic series of Gegham uplands (Armenia) and physicochemical parameters of their crystallization	1-3
Sahakyan A.H., Nazaretyan S. N., Sargsyan H. V. About the potential of evaluation the source sizes on kinematic data	3-52
Satyan M.A., Stepanyan J.H., Mnatsakanyan A.Kh., Sahakyan L.H. On lithodynamics of the Arax zone riftogenesis (Armenia)	1-21
Satyan M.A., Stepanyan J.H., Sahakyan L.H., Mnatsakanyan A. Kh. Geological and tectonic development of Zangezur ophiolite zone (Armenia)	3-42
Shahinyan H.V., Hovhannisyants T.L. The structure formation peculiarities regularities of formation of the composition and hydro-geochemical characteristics of waters in the Vardenis mountain range (Armenia) mountain	2-64
Ter-Minasyan R.H., Karamyants A.H., Kazaryan H.G. Mud-flow danger in the regions of Yerevan	1-57

REVIEWS

Revazyan R.H., Aleksanyan K.B. Review on L.H.Valesian's monograph "Geographic prognosis. Practical and constructive significance"	1-57
---	------

MEMORABLE DATES

Ashot T. Aslanyan (to the 90 th anniversary).....	1-62
Ashot G. Babayev (to the 90 th anniversary)	3-64
Andranik B. Bagdasarian (to the 90 th anniversary)	2-71
Susanna M. Grigoryan (to the 80 th anniversary)	1-65
Tigran A. Jrtashyan (to the 120 anniversary)	3-62