

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր  
Д О К Л А Д Ы

Том 88 № 5

1989

Խմբագրական կոլեգիա

Գ. Ա. ԱՐՁՈՒՄԱՆՅԱՆ, տեխն. գիտ. բեկնածու (պատ. ֆաբրոուդար), է. Գ. ԱՅՐԻԿՅԱՆ, ՀԽՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Թ. ԲԱՐԱՅԱՆ, ՀԽՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Հ. ԳԱՐՐԻՆԻՅԱՆ, ՀԽՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Ա. ԹԱԼԱԼՅԱՆ, ՀԽՍՀ ԳԱ րղր. անդամ, Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՀԽՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագրի տեղակալ), Վ. Գ. ՄԻՆԻՔԱՐՅԱՆ, ՀԽՍՀ ԳԱ րղր. անդամ, Գ. Ս. ՍԱՀԱԿՅԱՆ, ՀԽՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Գ. Մ. ՍԵՂՈՒՄՅԱՆ, ՀԽՍՀ ԳԱ րղր. անդամ (պատ. խմբագիր), Մ. Լ. ՏԵՆԻՍՅԱՆ, ՀԽՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Վ. Բ. ՅԱՆԱՐՁՅԱՆ, ՀԽՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս:

Редакционная коллегия

Յ. Ա. ԱՄԲԱՐՇՅԱՆ, ակադեմիկ, Գ. Ա. ԱՐՅՄԱՆՅԱՆ, կանդ. տեխ. ռաւք (ոՒՒ. սեկրետար), Յ. Գ. ԱՓՐԻԿՅԱՆ, ակադեմիկ ԱՆ ԱրմՏՏՐ, Ա. Կ. ԲԱԲԱՅԱՆ, ակադեմիկ ԱՆ ԱրմՏՏՐ, Ա. Ա. ԴԱԲՐԻԵԼՅԱՆ, ակադեմիկ ԱՆ ԱրմՏՏՐ, Յ. Օ. ԿԱՅԱՐՅԱՆ, ակադեմիկ ԱՆ ԱրմՏՏՐ (զաւ. ոՒՒ. ռեդակտոր), Յ. Գ. ՄԻՏԱՐՅԱՆ, շլ-կորր. ԱՆ ԱրմՏՏՐ, Գ. Տ. ՏԱԿՅԱՆ, ակադեմիկ ԱՆ ԱրմՏՏՐ, Դ. Մ. ՏԵԴՐԱԿՅԱՆ, շլ-կորր. ԱՆ ԱրմՏՏՐ (ոՒՒ. ռեդակտոր), Ա. Ա. ԿԱԼԱԼՅԱՆ, շլ-կորր. ԱՆ ԱրմՏՏՐ, Մ. Լ. ԿԵՐՄԻԿԵԼՅԱՆ, ակադեմիկ ԱՆ ԱրմՏՏՐ, Յ. Յ. ՓԱՆԱՐԴՅԱՆ, ակադեմիկ ԱՆ ԱրմՏՏՐ:

Բ Ո Վ Ա Ն Գ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

ՄԱՔԻՄՈՒՏԻՎԱ

Ս. Գ. Վառագիւրակյան—Սուրկոնստրուկտիվ տրամաբանութեան որոշ հանրահաշ-  
վական և դեդուկտիվ հատկութիւններ . . . . . 195

ԱՌՈՂՉՔԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Լ. Ա. Աղաբաբյան, Գ. Գ. Խաչատրյան—Ոչ դասական տիրույթների համար առաձը-  
գականութեան տեսութեան եզրային խնդիրների լուծման ասիմպտոտիկ մեթոդի մասին 198

ԿՆՈՑԻՉԻՎԱ

Մ. Ս. Բաղաբաբյան, Կ. Ս. Վարդանյան, Հ. Մ. Խուրշուդյան, Ն. Մ. Յակոբի—Ջեր-  
մութեան մերձակերեութեան ազդեցութեանը Հայաստանի նորագոյն հրարխականութեան  
գոտում . . . . . 202

Ա. Մ. Ավետիսյան, Ա. Կ. Մանուկյան—Երկրաչափի կոորդինատների օջախի ժա-  
մանակի և սեյսմիկ ալիքների արագութիւնների որոշման մեթոդ . . . . . 208

Ի. Լ. Ներսիսեան, Լ. Ա. Հախվերդյան, Վ. Ի. Ժուրաբաբյան, Խ. Վ. Կիրակոսյան, Ա. Յա.  
Որդորին—Պատկերային երկրաֆիզիկական դիտարանի թունելախորշում այլաձևափոխութիւն-  
ների և տելուրական դաշտերի սինխրոն դիտարկումների արդյունքները . . . . . 212

ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ԿՈՆՍՏՐՈՒԿՑԻԱՆԵՐ

Լ. Ա. Բորիսով, Յու. Մ. Չուլիենով, Յու. Ա. Կասպարյան—Պրոֆիլավորված թեր-  
թերով ձայնակլանիչ կոնստրուկցիայի իմպեդանսի հաշվարկը . . . . . 218

ՃԻՋԻՎԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ

Ա. Ա. Մուրադյան, Թ. Ա. Վարիբյան, Ռ. Ս. Ասատրյան—Արծաթի նիտրատով ներ-  
շնչված պլեմգայի մակրեոնից  $N(O)_2$  ֆրագմենտների դուրս մղումը ազատ ալիլային ու-  
ղիկայներով . . . . . 224

ԵՐԿՐԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Մ. Ա. Սարյան, Ա. Վ. Վարդանյան, Ի. Վ. Կվանտալիանի—Ռերիասի նստվածքնե-  
րի հայտնաբերումը Փոքր Կովկասի վեղու շիփոլիտային շրջանում . . . . . 228

Բովանդակութիւն 88-րդ հատորի . . . . . 232

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

- С. Г. Карагебабян*—Некоторые алгебраические и дедуктивные свойства субконструктивной логики . . . . . 195

### ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

- Л. А. Агаловян, Г. Г. Хачатрян*—Об асимптотическом методе решения краевых задач теории упругости для неквадратических областей . . . . . 198

### ГЕОФИЗИКА

- М. С. Бадалян, К. С. Ваптякян, А. М. Хуршидьян, Н. М. Якоби*—Примысленные источники тепла в неовулканической области Армении . . . . . 202

- А. М. Аветисян, А. Г. Манукян*—Метод одновременного определения координат гипоцентров землетрясений, времени в очаге и скорости сейсмических волн . . . . . 208

- И. Л. Нерсесов, Л. А. Ахвердяч, В. Ш. Журавлев, Х. В. Киракосян, А. Я. Сидорик*—Результаты синхронных деформографических и электротеллурических наблюдений в штольне обсерватории «Гарни» . . . . . 212

### СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

- Л. А. Борисов, Ю. М. Чудинов, Ю. А. Гаспарян*—Расчет импеданса звукопоглощающей конструкции на основе профилированной пленки . . . . . 218

### ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. А. Мурадян, Т. А. Гарибян, Р. С. Асатрян*—Вытеснение свободными аллильными радикалами фрагмента  $\text{NO}_2$  с поверхности нанесенного на пенку  $\text{AgNO}_3$  . . . . . 224

### ГЕОЛОГИЯ

- М. А. Сатиан, А. В. Вурдянян, И. В. Квокташани*—Открытие отложения берриаса в Вединской офиолитовой зоне Малого Кавказа . . . . . 228

- Содержание 80-го тома . . . . . 235

## CONTENTS

### MATHEMATICS

- S. G. Gharagebaklan*—Some algebraic and deductive properties of sub-constructive logic. . . . . 195

### THEORY OF ELASTICITY

- L. A. Agalovian, G. G. Khachatryan*—On an asymptotic method of edge problems solution of theory of elasticity for nonclassical domains. . . . . 198

### GEOPHYSICS

- M. S. Badallan, K. S. Vartanlan, H. M. Khurshudian, N. M. Yakoble*—Surfacial sources of the heat flow in the armenian neovolcanic zone. . . . . 202

- A. M. Avetissian, A. G. Manukian*—The method of synchronous definition of the earthquake centre, time in the focus and speed of seismic waves. . . . . 208

- I. L. Nersesov, I. A. Akhverdian, V. I. Juravljov, Kh. V. Khrakosian, A. Ja. Sydorin*—The results of synchronic deformographical and electrotelluric observations in the mine of observatory "Garny". . . . . 212

### BUILDING CONSTRUCTIONS

- L. A. Borisov, Yu. M. Chudinov, Yu. A. Gasparian*—Design equation impedance sound-absorbing systems for profiled panel. . . . . 218

### PHYSICAL CHEMISTRY

- A. A. Muradlan, T. A. Gariblan, R. S. Asatryan*—Displacement of  $\text{NO}_2$ -fragment from the supported  $\text{AgNO}_3$ . . . . . 224

### GEOLOGY

- M. A. Satian, A. V. Vardanian, I. V. Kvantallant*—The Beritas deposit discovery in Vedt oflottle zone of the Minor Caucasus. . . . . 228

- Contents of 80th volume . . . . . 238

Техн. редактор *Азизбекия Л. А.*

Сдано в набор 17.05.89. Подписано к печати 6.09.89. ВФ 04139

Формат  $70 \times 108^{1/16}$ . Бумага № 1, сыктывкарская. Высокая печать. Печ. лист 3,0.

Усл. печ. л. 4,2. Усл. кр. отт. 4,2. Учет.-изд. л. 3,25. Тираж 530. Заказ № 759.

Издат. № 7627. Цена 55 к.

Адр. ред.: 375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24-г., II эт., к. 1, т. 27-97-238.

Издательство Академии наук Армянской ССР, 375019, Ереван,  
пр. Маршала Баграмяна, 24-г.

Типография Издательства Академии наук АрмССР, 378310, г. Эчмиадзин

УДК 510.6:510.25

МАТЕМАТИКА

С. Г. Карагебакян

Некоторые алгебраические и дедуктивные свойства  
 субконструктивной логики

(Представлено чл. корр. АН Армянской ССР Р. Р. Варшамовым 26/VIII 1988)

Субконструктивная логика основана на рассмотрении реализуемости логико-арифметических формул с помощью более узких классов алгоритмов по сравнению с понятием реализуемости, введенным С. К. Клини (1). Употребляемые в дальнейшем основные понятия субконструктивной логики введены в (2), мы приведем лишь схемы аксиом и правила вывода исчисления предикатов  $SC^*$  субконструктивной логики в языке  $LP$  исчисления предикатов с функциональными символами, в котором к обычному списку логических операций добавлены операции вида  $\forall z$  и  $\exists z$ , где  $z$  любой список попарно различных предметных переменных (списки переменных при  $\forall$  и  $\exists$ , содержащие одинаковые элементы, но отличающиеся по порядку, отождествляются). Исчисление  $SC^*$  отличается от исчисления  $SC$  (2) некоторыми техническими особенностями, а также двумя дополнительными аксиомами (обозначенными ниже через  $S16, S17$ ). При этом результаты работы (2) для исчисления  $SC^*$  сохраняются.

В приведенных ниже выражениях предполагается, что в  $S7, S13, S16, S26$  формула  $C$  имеет вид  $\forall vD$  или  $E \supset_v F$ , где  $v$  — произвольный набор переменных; в  $S6, S7$  набор  $u$  не содержит переменных, входящих свободно в  $A$ ; в  $S12, S23$  переменная  $x$  не входит в  $A$ ; в  $S15$   $z$  — набор переменных ( $z = (x_1, \dots, x_m)$ ),  $t$  — набор термов ( $t = (t_1, \dots, t_m)$ ), допустима подстановка каждого терма  $t_i$  вместо  $x_i$  в формулу  $A(z) \supset_u B(z)$ ,  $v$  — набор переменных (быть может пустой), содержащий все переменные, входящие в термы  $t_i (i = 1, \dots, m)$ , и не содержащий переменных, свободных в  $A(z) \supset_u B(z)$ ; в  $S24$   $z$  — набор всех свободных переменных  $A(z)$ ,  $t$  — набор термов, подставляемых на соответствующие места переменных набора  $z$ ; в остальных схемах  $A, B, C$  — произвольные формулы,  $y, z, u, v$  — произвольные наборы переменных (быть может пустые), не имеющие общих элементов.

Схемы логических аксиом исчисления  $SC^*$

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| $S1. A \supset_y A$        | $S5. B \supset_y A \vee B$  |
| $S2. A \& B \supset_y A$   | $S6. (A \& B \supset_{zu} C) \supset_y (A \supset_z (B \supset_u C))$ |
| $S3. A \& B \supset_y B$   | $S7. (A \supset_z (B \supset_u C)) \supset_y (A \& B \supset_{zu} C)$ |
| $S4. A \supset_y A \vee B$ | $S8. ((A \supset_z B) \& (B \supset_z C)) \supset_y (A \supset_z C)$  |

- S9.  $((A \supset_z B) \& (A \supset_z C)) \supset_y (A \supset_z B \& C)$       S17.  $\forall z B \supset_y (A \supset_z B)$   
 S10.  $((A \supset_z C) \& (B \supset_z C)) \supset_y (A \vee B \supset_z C)$       S18.  $((A \supset B) \& (A \supset \neg B)) \supset \neg A$   
 S11.  $(A \& B \supset_{uz} C) \supset_y (\forall z A \& \forall z B \supset_{\bar{u}} \forall z C)$       S19.  $(\neg A \& A) \supset_y B$   
 S12.  $(A \& B \supset_{xu} C) \supset_y (A \& \exists x B \supset_u \exists x C)$       S20.  $(A \supset_{zu} B) \supset_y \forall z (A \supset_u B)$   
 S13.  $A \& (A \supset C) \supset_y C$       S21.  $\forall zu A \supset_y \forall z \forall u A$   
 S14.  $(A \& (B \vee C)) \supset_y ((A \& B) \vee (A \& C))$       S22.  $(A \supset_y \exists x A$   
 S15.  $(A(z) \supset_{uz} B(z)) \supset_y (A(t) \supset_{uv} B(!))$       S23.  $\exists x A \supset_y A$   
 S16.  $\forall z (A \supset_u C) \supset_y (A \supset_{uz} C)$

Правила вывода

$$S24. \frac{\forall z A(z)}{A(t)} \quad S25. \frac{A(z)}{\forall z A(z)} \quad S26. \frac{A, A \supset C}{C}$$

Через  $A \equiv B$  обозначается формула  $(A \supset_z B) \& (B \supset_z A)$ , где  $A$  и  $B$  — формулы языка  $LP$ ,  $z$  — набор всех свободных переменных формул  $A$  и  $B$ .

Определение 1. Формулы  $A$  и  $B$  называются эквивалентными, если  $\vdash_{sc} A \equiv B$ .

Легко устанавливается, что это отношение рефлексивно, транзитивно и симметрично и обладает естественными свойствами корректности по отношению к операциям  $\&$ ,  $\vee$ ,  $\neg$ ,  $\supset_z$ ,  $\forall z$ ,  $\exists$ , где  $z$  — любой набор переменных.

На множестве  $\mathcal{F}$  всех формул субконструктивной логики предикатов языка  $LP$  (с отождествлением их согласно введенному отношению эквивалентности) естественным образом вводятся аналоги алгебры Линденбаума (3). Для этого определим двухместные отношения порядка  $\leq$  и  $\leq$  следующим образом:

$A \leq B$  тогда и только тогда, когда  $\vdash_{sc} A \supset_z B$ ;

$A \leq B$  тогда и только тогда, когда  $\vdash_{sc} \neg \neg A \supset \neg \neg B$ ,

где в обоих пунктах  $z$  набор всех свободных переменных формул  $A$  и  $B$ .

В дальнейшем через  $T$  будем обозначать формулу  $A \supset A$ , где  $A$  некоторая формула языка  $LP$ , через  $\perp$  формулу  $\neg T$ .

Теорема 1. (I) Множество  $\mathcal{F}$  является дистрибутивной решеткой (3-5), относительно порядка „ $\leq$ “.

(II) Множество  $\mathcal{F}$  является псевдобулевой алгеброй (3-5) относительно порядка „ $\leq$ “ с  $\perp$  в роли нулевого элемента.

Следующая теорема представляет собой аналог теоремы о дедукции.

Теорема 2. Пусть  $A$  и  $B$  формулы,  $\Gamma$  — набор формул, и имеется вывод  $\Gamma, A \vdash_{sc} B$ . Тогда

(I) если в этом выводе правило S25 не применяется к свободным переменным формулы  $A$ , то

$$(a) \Gamma \vdash_{sc} \neg \neg A \supset_z \neg \neg B;$$

$$(b) \Gamma \vdash_{sc} A \supset_z (T \supset_y B),$$

где  $y$  — набор переменных, не входящих свободно в  $A$ ;

(II) если в этом выводе правило  $S_{24}$  не употребляется, правило  $S_{25}$  не применяется к свободным переменным формулы  $A$ , то

$$\Gamma \vdash_{SC} A \supset B,$$

где  $z$  — набор свободных переменных  $A$  и  $B$ .

Обозначим через  $L$  язык обычного исчисления предикатов с функциональными символами, через  $IL$  — традиционное интуиционистское исчисление предикатов, через  $CL$  — классическое исчисление предикатов <sup>(1)</sup>

Введем в рассмотрение некоторые операции из языка  $L$  в язык  $LP$ .

Посредством  $\alpha$  обозначим операцию, вводящую  $\neg \neg$  перед всеми подформулами заданной формулы. Посредством  $\varphi$  обозначим операцию, заменяющую каждую подформулу  $B$  заданной формулы  $A$  на  $T \supset B$ . Посредством  $\psi$  обозначим операцию, заменяющую каждую подформулу  $B$  заданной формулы  $A$  на  $\forall y B$  где  $y$  — любая зафиксированная группа переменных, не входящих в  $A$ .

**Теорема 3.** Для любой замкнутой формулы  $A$  языка  $L$

(I)  $\vdash_{CL} A$  тогда и только тогда, когда  $\vdash_{SC} \alpha(A)$ ;

(II)  $\vdash_{IL} A$  тогда и только тогда, когда  $\vdash_{SC} \varphi(A)$ ;

(III)  $\vdash_{IL} A$  тогда и только тогда, когда  $\vdash_{SC} \psi(A)$ .

Таким образом, операция  $\alpha$  является погружающей операцией <sup>(6)</sup> из  $CL$  в  $SC^+$ ; операции  $\varphi$  и  $\psi$  являются погружающими операциями из  $IL$  в  $SC^+$ .

Вычислительный центр Академии наук  
Армянской ССР и Ереванского государственного  
университета

Ս. Գ. ՂԱՐԱԴԵՐԱՎՅԱՆ

Սուբկոնստրուկտիվ տրամաբանության որոշ հանրահաշվական  
և դեդուկտիվ հատկություններ

Ապացուցվում են դեդուկցիայի տիպի որոշ  $\beta$ -նորմներ  $SC$  սուբկոնստրուկտիվ պրեդիկատային հաշվի համար, հետազոտվում են սուբոդ գործողություններ  $SC$ -ից դեպի դասական և կոնստրուկտիվ պրեդիկատային հաշիվներ, քննարկվում են  $SC$ -ի պրեդիկատային բանաձևերի բնական կարգավորվածություններ, և ապացուցվում, որ նրանց նկատմամբ  $SC$ -ի կոնդենսումի հանրահաշիվը դառնում է համապատասխանաբար բաշխական կավար և պսևդոբուլյան հանրահաշիվ:

#### ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- <sup>1</sup> С. К. Клини, Введение в метаматематику, ИЛ, М., 1957. <sup>2</sup> С. Г. Карагебакян, ДАН АрмССР, т. 85, № 1, с. 21—25 (1987). <sup>3</sup> Е. Расёва, Р. Сикорский, Математика метаматематики, Наука, М., 1972. <sup>4</sup> Г. Биркгоф, Теория решеток, Наука, М., 1981. <sup>5</sup> А. Драгалин, Математический интуиционизм. Введение в теорию доказательств, Наука, М., 1979. <sup>6</sup> И. А. Шанин, Труды мат. инст. им. В. А. Стеклова, т. 43, 1955

УДК 539.3.01

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Л. А. Агаловян, Г. Г. Хачатрян

Об асимптотическом методе решения краевых задач теории упругости для неклассических областей

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Б. Л. Абрамяном 2/II 1989)

1. Рассматривается вопрос определения напряженно-деформированного состояния анизотропной полосы  $\Omega = \{(x, y) : x \in [0, a], -\varphi_2(x) \leq y \leq \varphi_1(x), h = \max\{\sup|\varphi_1(x)|, \sup|\varphi_2(x)|\}$  сложного очертания. Указанная неклассическая область, в частности, может иметь очертания крыла самолета или других конструктивных элементов летательных аппаратов. Продольные кромки полосы описываются произвольными кусочно-гладкими функциями  $y = \varphi_i(x)$ ,  $i = 1, 2$ . При  $y = \varphi_1(x)$  заданы компоненты внешней нагрузки  $X_n, Y_n$ , а при  $y = -\varphi_2(x)$  — значения компонентов вектора перемещения  $u^-, v^-$ . На поперечных кромках могут быть заданы произвольные условия краевых задач теории упругости. Считается, что полоса находится в условиях плоской задачи теории упругости и в плоскости полосы — анизотропия самая общая. Распределенные задачи моделируют также взаимодействие упругого основания неклассической формы с фундаментом.

В уравнениях задачи теории упругости, если переходить к безразмерным переменным  $\xi = x/a, \zeta = y/h$ , получим сингулярно возмущенную малым параметром  $\epsilon = h/a$  систему. Для эффективного решения этой системы используется асимптотический метод (1-3). Решение складывается из решений внутренней задачи и погранслоев. В рассматриваемых задачах главенствующую роль играет решение внутренней задачи, погранслои же описывают краевые эффекты при поперечных кромках и непосредственно не влияют на решение внутренней задачи.

Решение внутренней задачи ищем в виде (1)

$$Q = \sum_{(s)} \epsilon^s Q^{(s)}(\xi, \zeta), \quad z_{u,v} = 0, \quad z_s = -1. \quad (1.1)$$

По обычной для асимптотического метода процедуре для коэффициентов  $Q^{(s)}$  разложения (1.1) можно получить

$$\begin{aligned} \sigma_x^{(s)} &= \sigma_{x0}^{(s)}(\xi) + \sigma_x^{*(s)}(\xi, \zeta), \quad (x, y), \quad c_{xy}^{(s)} = \sigma_{xy0}^{(s)} + c_{xy}^{*(s)}(\xi, \zeta); \\ c_{x0}^{(s)} &= -(a_{12}\sigma_{y0}^{(s)} + a_{16}c_{xy0}^{(s)})a_{11}^{-1}; \\ U^{(s)} &= (A_{16}\sigma_{y0}^{(s)} + A_{16}c_{xy0}^{(s)})\zeta + u_0^{(s)}(\xi) + u^{*(s)}(\xi, \zeta); \\ V^{(s)} &= (A_{11}\sigma_{y0}^{(s)} + A_{16}c_{xy0}^{(s)})\zeta + v_0^{(s)}(\xi) + v^{*(s)}(\xi, \zeta), \end{aligned} \quad (1.2)$$

где

$$\begin{aligned} \sigma_{xy}^{*(s)} &= - \int_0^{\zeta} \frac{\partial \sigma_x^{(s-1)}}{\partial \xi} d\zeta, \quad \sigma_y^{*(s)} = - \int_0^{\zeta} \frac{\partial \sigma_{xy}^{(s-1)}}{\partial \xi} d\zeta; \\ \sigma_x^{*(s)} &= - (a_{12} \sigma_y^{*(s)} + a_{16} \sigma_{xy}^{*(s)}) a_{11}^{-1} + a_{11}^{-1} \frac{\partial u^{(s-1)}}{\partial \xi}; \\ u^{*(s)} &= \int_0^{\zeta} \left[ a_{16} \sigma_x^{*(s)} + a_{26} \sigma_y^{*(s)} + a_{66} \sigma_{xy}^{*(s)} - \frac{\partial v^{(s-1)}}{\partial \xi} \right] d\zeta; \\ v^{*(s)} &= \int_0^{\zeta} [a_{12} \sigma_x^{*(s)} + a_{22} \sigma_y^{*(s)} + a_{26} \sigma_{xy}^{*(s)}] d\zeta; \end{aligned} \quad (1.3)$$

$$A_{11} = (a_{11} a_{22} - a_{12}^2) a_{11}^{-1}, \quad A_{16} = (a_{11} a_{26} - a_{12} a_{16}) a_{11}^{-1}, \quad A_{66} = (a_{11} a_{66} - a_{16}^2) a_{11}^{-1}.$$

Решение (1.1), (1.2) содержит четыре неизвестные функции  $\sigma_{xy0}^{(s)}(\xi)$ ,  $\sigma_{y0}^{(s)}(\xi)$ ,  $u_0^{(s)}(\xi)$ ,  $v_0^{(s)}(\xi)$ , которые определяются из условий при  $y = \varphi_1$  и  $y = \varphi_2$ . Удовлетворив этим условиям, получим

$$\begin{aligned} \sigma_{xy0}^{(s)}(\xi) &= Q_{10}^{(s)} + Q_{11} \sigma_x^{*(s)}(\xi, \zeta_1) + Q_{12} \sigma_y^{*(s)}(\xi, \zeta_1) - Q_{13} \sigma_{xy}^{*(s)}(\xi, \zeta_1); \\ \sigma_{y0}^{(s)}(\xi) &= Q_{20}^{(s)} + Q_{21} \sigma_x^{*(s)}(\xi, \zeta_1) - Q_{22} \sigma_y^{*(s)}(\xi, \zeta_1) + Q_{23} \sigma_{xy}^{*(s)}(\xi, \zeta_1); \\ \sigma_x^{(s)}(\xi) &= - [a_{12} \sigma_{y0}^{(s)} + a_{16} \sigma_{xy0}^{(s)}] a_{11}^{-1}, \quad \xi_1 = \varphi_1/h; \end{aligned} \quad (1.4)$$

$$u_0^{(s)} = [A_{16} \sigma_{y0}^{(s)} + A_{66} \sigma_{xy0}^{(s)}] \zeta_2 - u^{*(s)}(\xi, -\zeta_2), \quad \zeta_2 = \varphi_2/h;$$

$$v_0^{(s)} = [A_{11} \sigma_{y0}^{(s)} + A_{16} \sigma_{xy0}^{(s)}] \zeta_2 - v^{*(s)}(\xi, -\zeta_2);$$

$$Q_{10}^{(s)} = \frac{1}{Q_0} \left[ f_1^{(s)} - \frac{a_{12}}{a_{11}} \psi_1 f_2^{(s)} \right] \sqrt{1 + \psi_1^2}, \quad \psi_1 = \frac{1}{a} \frac{\partial \psi_1}{\partial \xi},$$

$$Q_0 = \left[ 1 + \frac{a_{16}}{a_{11}} \psi_1 + \frac{a_{12}}{a_{11}} \psi_1^2 \right], \quad Q_{11} = \frac{1}{Q_0} \psi_1,$$

$$Q_{12} = \frac{a_{12}}{a_{11}} \frac{\psi_1}{Q_0}, \quad Q_{13} = \frac{1}{Q_0} \left( 1 + \frac{a_{12}}{a_{11}} \psi_1^2 \right), \quad Q_{21} = \frac{\psi_1^2}{Q_0},$$

$$Q_{22} = \frac{1}{Q_0} \left( 1 + \frac{a_{16}}{a_{11}} \psi_1 \right), \quad Q_{23} = \frac{a_{16}}{a_{11}} \frac{\psi_1^2}{Q_0},$$

$$Q_{20}^{(s)} = \frac{1}{Q_0} \left[ \psi_1 f_1^{(s)} + \left( 1 + \frac{a_{16}}{a_{11}} \psi_1 \right) f_2^{(s)} \right] \sqrt{1 + \psi_1^2},$$

$$X_s = \varepsilon^{-1} f_1, \quad Y_s = \varepsilon^{-1} f_2, \quad f_1^{(0)} = f_1, \quad f_1^{(s)} = 0, \quad (1, 2), \quad s > 0.$$

Формулы (1.1) — (1.4) позволяют получить решение задачи с любой наперед заданной асимптотической точностью.

2. Если уравнения продольных кромок и внешние воздействия, входящие в граничные условия, при  $y = \varphi_1, -\varphi_2$  описываются полиномиальными функциями, то, как правило, получается замкнутое решение. Приведем его для некоторых случаев.

а) На верхнюю грань с уравнением  $y = k_1 x + h_1$  действует произвольная внешняя нагрузка постоянной интенсивности  $X_s = \text{const}$ .

$Y_v = \text{const.}$ , а нижняя плоская грань  $y = h_2$  жестко зашкреплена ( $u^- = v^- = 0$ ). Решением задачи является

$$\sigma_{xy} = \left( X_v - \frac{a_{12}}{a_{11}} k_1 Y_v \right) \Delta, \quad \Delta = \frac{\sqrt{1+k_1^2}}{1+k_1 a_{12}/a_{11} + k_1^2 a_{11}/a_{11}}$$

$$\sigma_y = \left[ k_1 X_v + \left( 1 + \frac{a_{12}}{a_{11}} k_1 \right) Y_v \right] \Delta;$$

$$\sigma_x = - \left[ (a_{12} + k_1 a_{11}) X_v + a_{11} Y_v \right] \Delta / a_{11}; \quad (2.1)$$

$$u = \left\{ (A_{12} k_1 + A_{66}) X_v + \left[ A_{12} \left( 1 + \frac{a_{12}}{a_{11}} k_1 \right) - A_{66} \frac{a_{12}}{a_{11}} k_1 \right] Y_v \right\} (y + h_2) \Delta;$$

$$v = \left\{ (A_{11} k_1 + A_{12}) X_v + \left[ A_{11} \left( 1 + \frac{a_{12}}{a_{11}} k_1 \right) - A_{12} \frac{a_{12}}{a_{11}} k_1 \right] Y_v \right\} (y + h_2) \Delta.$$

Для ортотропной пластинки  $a_{12} = A_{12} = 0$ ,  $A_{66} = 1/G$ .

Из решения (2.1) вытекают решения, соответствующие часто встречающимся нагрузкам. Например, если  $\alpha$  — угол наклона крыла к горизонту и нормально к крылу действует нагрузка постоянной интенсивности  $q$ , для получения решения следует в (2.1) подставить  $X_v = q \sin \alpha$ ,  $Y_v = -q \cos \alpha$ .

б) На плоскую грань пластинки  $y = h_1 = \text{const}$  действует нагрузка с постоянными компонентами  $X_v$ ,  $Y_v$ , а грань  $y = -k_2 x - h_2$  жестко зашкреплена ( $u^- = v^- = 0$ ). Решением задачи является

$$\sigma_{xy} = X_v, \quad \sigma_y = Y_v,$$

$$\sigma_x = \left\{ - (a_{12} X_v + a_{11} Y_v) + (A_{66} X_v + A_{12} Y_v) k_2 + \right.$$

$$\left. + k_2^2 \left[ \left( A_{66} \frac{a_{12}}{a_{11}} - A_{12} \right) X_v + \left( A_{12} \frac{a_{12}}{a_{11}} - A_{11} \right) Y_v \right] \right\} a_{11}^{-1};$$

$$u = \left\{ A_{66} X_v + A_{12} Y_v + k_2 \left[ \left( A_{66} \frac{a_{12}}{a_{11}} - A_{12} \right) X_v + \right. \right. \quad (2.2)$$

$$\left. \left. + \left( A_{12} \frac{a_{12}}{a_{11}} - A_{11} \right) Y_v \right] + \frac{a_{12}}{a_{11}} \left[ \left( A_{66} \frac{a_{12}}{a_{11}} - A_{12} \right) Y_v + \right. \right.$$

$$\left. \left. + \left( A_{12} \frac{a_{12}}{a_{11}} - A_{11} \right) Y_v \right] k_2 - \frac{a_{12}}{a_{11}} (A_{66} X_v + A_{12} Y_v) k_2^2 \right\} (y + k_2 x + h_2);$$

$$v = \left\{ A_{12} X_v + A_{11} Y_v + \frac{a_{12}}{a_{11}} (A_{66} X_v + A_{12} Y_v) k_2 + \right.$$

$$\left. + \frac{a_{12}}{a_{11}} \left[ \left( A_{66} \frac{a_{12}}{a_{11}} - A_{12} \right) X_v + \left( \frac{a_{12}}{a_{11}} A_{12} - A_{11} \right) Y_v \right] k_2^2 \right\} (y + k_2 x + h_2),$$

в частности, для изотропной пластинки имеем

$$\sigma_x = \frac{E}{G} k_2 X_v + [ \nu - (1 - \nu^2) k_2^2 ] Y_v, \quad \sigma_y = Y_v, \quad \sigma_{xy} = X_v,$$

$$u = \left\{ \frac{1}{G} (1 + \nu k_2) X_v - \frac{1 - \nu^2}{E} k_2 Y_v \right\} (y + k_2 x + h_2); \quad (2.3)$$

$$v = \left\{ -\frac{\nu}{G} k_2 X_0 + \frac{1-\nu^2}{F} (1 + \nu k_2^2) Y_0 \right\} (y + k_2 x + h_2).$$

В заключение отметим, что предложенным методом можно получить решения и для более сложных случаев, а также для анизотропных пластинок переменной толщины в пространственной постановке.

Институт механики  
Академии наук Армянской ССР

Լ. Ա. ԱՂԱՈՎՅԱՆ, Գ. Գ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ

Ոչ դասական տիրույթների համար առաձգականության տեսության եզրային խնդիրների լուծման ասիմպտոտիկ մեթոդի մասին

Դիտարկվում է բարդ եզրագիծ ունեցող անիզոտրոպ շերտի լարվածային-դեֆորմացիոն վիճակի որոշման հարցը: Շերտի երկայնական եզրաղծերը բնութագրվում են կամայական կտոր-առ-կտոր ողորկ ֆունկցիաներով, ներանցից մեկի վրա տրված են արտաքին բևռի բաղադրիչները, իսկ մյուսի վրա տեղափոխման վեկտորը: Նշված տիրույթները կարող են մոգելավորել թռչող սարքերի առանձին կոնստրուկտիվ տարրեր, իսկ դիտարկված խնդիրները նաև՝ ոչդասական ձևի առաձգական հիմնատակի և հիմքի փոխազդեցությունը:

Ցույց է տրված սինդուլյար գրգռված դիֆերենցիալ հավասարումների լուծման ասիմպտոտիկ մեթոդի էֆեկտիվությունը նշված դասի խնդիրների լուծման համար: Ստացված է լուծում, որը հնարավորություն է տալիս որոշել լարման և տեղափոխման բոլոր բաղադրիչները՝ նախապես տրված ցանկացած ասիմպտոտիկ ճշտությամբ: Նշվում են այն դեպքերը, երբ ստացվում են փակ տեսքով լուծումներ:

#### ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

<sup>1</sup> Л. А. Агаловян, Межвузовский сб. «Механика», изд. ЕГУ, вып. 2. (1982). <sup>2</sup> Л. А. Агаловян, Р. С. Геворкян, ПММ, т. 50, вып. 2, 1986. <sup>3</sup> А. Б. Васильева, В. Ф. Бутузov, Асимптотические разложения решений сингулярно возмущенных уравнений, Наука, М., 1973

УДК 551.21; 550.36(479.25)

ГЕОФИЗИКА

М. С. Бадалян, К. С. Вартанян, А. М. Хуршудян, Н. М. Якоби

**Приповерхностные источники тепла в неовулканической  
 области Армении**

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. А. Габреляном 29/VIII 1988)

На основе анализа аномального магнитного поля ранее был сделан вывод <sup>(1)</sup> с существованием в области новейшего вулканизма Армении в верхних слоях земной коры крупных магнитоактивных тел, которые интерпретировались как периферические магматические очаги среднего-основного состава. В дальнейшем появление более детальных и высокоточных аэромагнитных данных позволило определить размеры и глубину залегания выявленных тел, оценить интенсивность их намагничивания <sup>(2)</sup>. Затем, исходя из геометрических параметров отмеченных тел и учитывая молодой возраст вулканизма, был сделан вывод о том, что предполагаемые магматические очаги в настоящее время сохраняют еще аномально высокие температуры и в силу этого должны создавать заметные локальные аномалии теплового потока. При этом современная температура этих тел по магнитометрическим данным оценивалась в интервале 200–400°С <sup>(3)</sup>.

В настоящей работе была поставлена цель на основе геотермических построений и количественных оценок доказать правомерность вышеизложенных выводов о наличии в данной области приповерхностных источников тепла и предложить подход для изучения современных температурных условий этих источников.

С самого начала следует отметить, что существование в исследуемой области внутрикоровых горячих объектов не отрицалось также результатами чисто геотермических исследований <sup>(4)</sup>. Однако, с одной стороны, отсутствие конкретной модели этих объектов, с другой стороны, допущения о стационарности теплового поля, сделанные при построении геотермических моделей <sup>(5)</sup>, по сути дела, исключали возможность получения количественных оценок эффекта таких источников.

Первая попытка интерпретации аномального теплового потока территории Армянской ССР с использованием идей о нестационарности теплового поля сделана в работе <sup>(6)</sup>, в которой, в соответствии с представлениями полиморфно-адвекционной гипотезы <sup>(6)</sup>, теоретически рассчитана пространственная аномалия теплового потока, связанная с эффектом источников (постепенно всплывающих астенолитов) альпийского геосинклинального этапа развития Малого Кавказа и мionoцен-четвертичной магматической активизации в целом. Так

как геотермические аномалии вытянуты по простиранию крупных геотектонических зон (7). Была рассмотрена двумерная задача по профилю, пересекающему эти зоны под прямым углом. С помощью варьирования размерами и глубиной источников тепла фактически была достигнута максимальная сходимость формы теоретической и наблюдаемой аномалий теплового потока (с учетом, разумеется, фонового потока из коры и мантии), возможная без отдельных вторжений источников на малые глубины (8). На рис. 1 результаты этих расчетов (тео-

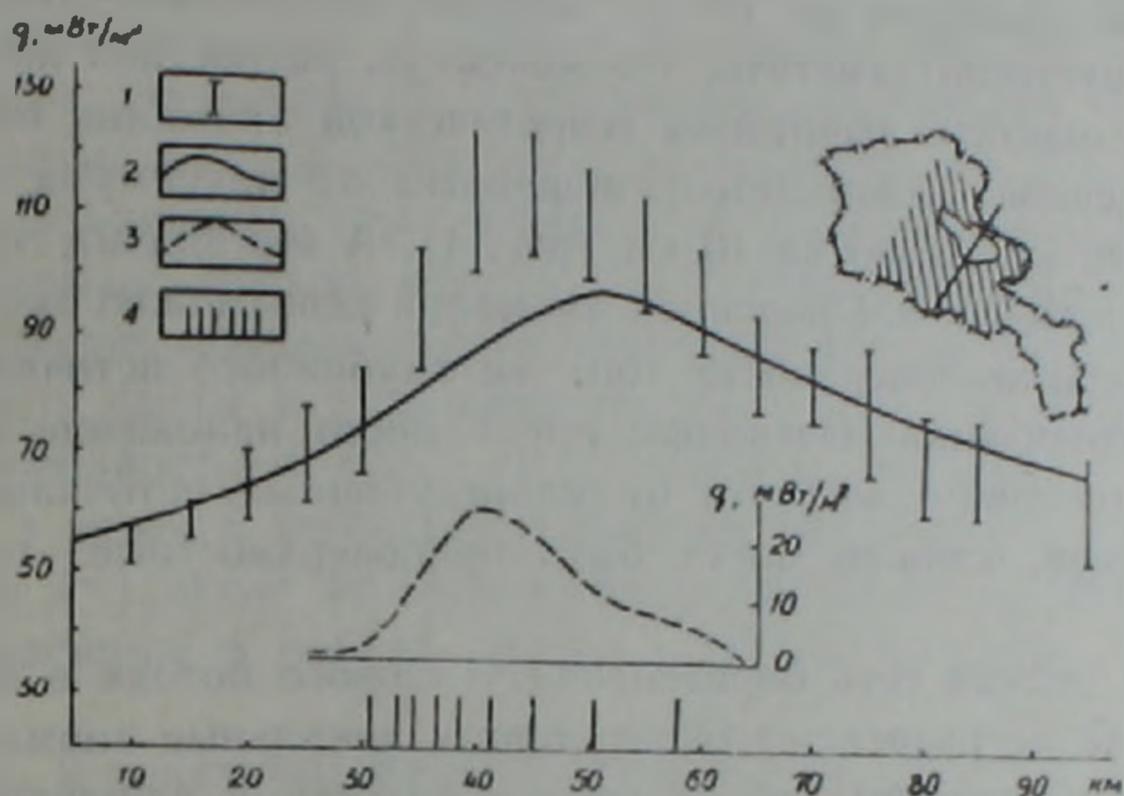


Рис. 1. Обобщенный геотермический профиль по центральной части территории Армянской ССР. На схеме показаны положение профиля и полоса (заштрихованная часть), для которой составлен профиль. 1—доверительные интервалы осредненных значений теплового потока; 2—теоретически рассчитанная аномалия потока (8); 3—остаточная аномалия потока, полученная в результате вычитания теоретической аномалии от наблюдаемой осредненной; 4—положение магнитоактивных тел на обобщенном профиле

ретическая аномалия) сопоставлены с фактическими значениями теплового потока в пределах полосы, охватывающей Гегамское и Вайк-Вардениское вулканические нагорья, где наблюдаются наиболее интенсивные геотермические аномалии. С целью подавления искажений глубинного теплового потока, связанных с приповерхностными факторами, все значения теплового потока, измеренные в данной полосе (всего их 38), перенесены параллельно оси аномалии на прямую линию, совпадающую с профилем теоретических расчетов, и осреднены методом скользящего окна. Осреднение выполнялось путем подсчета среднеарифметических значений потока в 20-километровых интервалах профиля, в каждый из которых попадало, в большинстве случаев 7—13 значений. Каждый последующий интервал на 3/4 перекрывал предыдущий. На рис. 1 указаны доверительные интервалы осредненных значений потока с доверительной вероятностью 80%.

Аналогичным образом (параллельно оси геотермической аномалии) на профиль перенесены также все тела, выявленные по магнит-

ным данным, независимо от их размеров. На рис. 1 условно показано лишь положение на профиле вертикальных осей этих тел.

Как видно из рис. 1, теоретическая аномалия удовлетворительно вписывается в доверительные интервалы осредненных значений потока лишь на флангах профиля, а в центральной его части—как раз на участке распространения магнитоактивных тел—наблюдаются значительные расхождения между ними: на протяжении 15—20 км профиля средние значения наблюдаемого потока на 10—25 мВт/м<sup>2</sup> (а отдельные наблюдаемые значения на 10—17 мВт/м<sup>2</sup>) превышают теоретические. При этом интересно заметить, что максимум разностной кривой, полученной в результате вычитания теоретической аномалии от осредненной наблюдаемой, оказывается смещенным от максимума теоретической аномалии примерно на 10 км (рис. 1). А это значит, что совпадения теоретической и наблюдаемой аномалий невозможно достичь путем поднятия верхней поверхности того же глубинного источника магматической активизации. Очевидно, имеет место наложение на глубинный поток теплового эффекта от малоглубинных источников локального характера, какими могут быть приповерхностные остывающие тела.

Правда, редкая сеть определений теплового потока в вулканической зоне пока не разрешает оконтуривать локальные аномалии и, тем более, уверенно говорить об их приуроченности к конкретным телам. Действительная картина такова, что не все пункты с аномально высокими значениями потока совпадают с выделенными по магнитным данным телами, и не исключено, что часть этих локальных аномалий в самом деле, как это утверждалось в работе (5), связана с перегревом приповерхностного слоя земной коры гидротермами. Однако, исходя из четкой пространственной корреляции, наблюдаемой по обобщенному профилю между остаточной аномалией потока и распределением магнитоактивных тел (рис. 1), надо полагать, что основной причиной аномально повышенных значений потока все же является горячее состояние указанных тел.

Правомерность этого предположения попробуем проверить еще одним способом—путем оценки величины аномального теплового потока, обусловленного остыванием магнитоактивных тел при их известных параметрах и сопоставления полученных результатов с фактически наблюдаемыми в отдельных точках аномалиями.

По данным магнитометрических исследований в данной области выделяются 9 тел магматического происхождения, глубина залегания верхней поверхности которых составляет 2—3 км, а площадь горизонтального сечения меняется от 15—25 до 95—110 км<sup>2</sup>. Вертикальная мощность тел в среднем составляет 7—8 км.

Интенсивность локальных аномалий теплового потока, наблюдаемых в отдельных 7—8 точках и предположительно связываемых с этими телами, как видно из вышеизложенного, составляет от 10 до 70 мВт/м<sup>2</sup>.

Рассмотрим такую задачу: каким должен быть возраст образования магматических тел с данными геометрическими параметрами, для

того чтобы аномальный тепловой поток, обусловленный ими, составлял указанную величину? Для решения этой задачи тела моделировались интрузиями призмобразной формы, мгновенно внедренными из верхней мантии в земную кору до глубины 2 км. Считалось, что к моменту внедрения тел ( $\tau=0$ ) среда уже была разогрета источниками предыдущих этапов активизации и распределение температуры в земной коре соответствовало геотерме, рассчитанной с учетом этих источников (5), а именно:  $T=70\div 80^\circ\text{C}$  на глубине 2 км и  $T\approx 1000^\circ\text{C}$  на глубине подошвы коры. Считалось также, что магма поступает из самых верхних горизонтов мантии и по пути к поверхности остывает незначительно. Начальная ее температура принималась  $1000^\circ\text{C}$ . Для расчетов призма была разбита на слои мощностью 2 км, каждому из которых приписывалась своя аномальная температура  $T=T_{\text{магмы}}-T_{\text{среды}}$ . Скрытая теплота кристаллизации не учитывалась, считалось, что она примерно компенсируется коллективными потерями тепла. Теплопроводность среды и тела принималась равной  $2,5 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$ , а температуропроводность— $6\cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ . Расчеты аномального теплового потока ( $q$ ), а затем и аномальных температур (см. ниже) для различных времен ( $\tau$ ) после вторжения выполнялись по формулам (34) и (35), приведенным в работе (6) (с. 136) для решения аналогичной задачи.

На рис. 2 показаны графики зависимости  $q=f(\tau)$ , вычисленные над центром призмы при сечениях  $5\times 5$  и  $10\times 10 \text{ км}^2$ , близких к минимальным и максимальным сечениям моделируемых тел. Как видно из

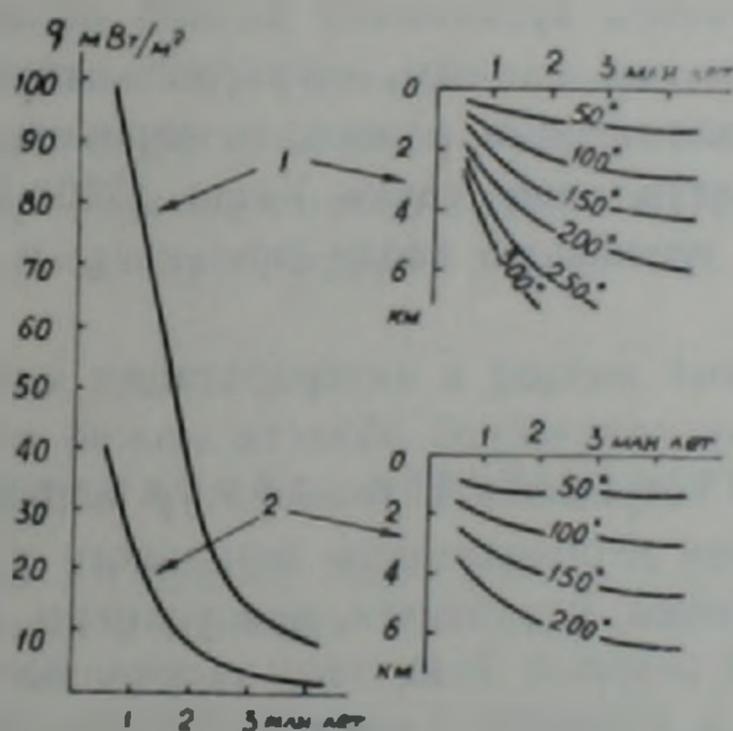


Рис. 2. Аномальные тепловые потоки (слева) и температурные разрезы над центром магматического тела (справа) в зависимости от его возраста. 1—при горизонтальном сечении тела  $10\times 10 \text{ км}^2$ ; 2—при сечении тела  $5\times 5 \text{ км}^2$ . Остальные объяснения в тексте

рисунка, с принятыми размерами и глубиной (2 км) интрузий наблюдаемые аномальные тепловые потоки (порядка десятков  $\text{мВт/м}^2$ ) можно согласовать только при времени  $\tau=0,5\div 1,5$  млн. лет после мгновенного внедрения.

Следует подчеркнуть, что при данной расчетной модели в формировании аномальных тепловых потоков участвует не весь перегретый объект (слишком мало времени прошло от вторжения), а лишь самая верхняя его часть. Расчеты по отдельным слоям показывают, что даже при  $\tau = 4 \div 6$  млн. лет заметные эффекты (более чем  $0,5 \text{ мВт/м}^2$ ) фиксируются только от слоев интрузии, находящихся выше 20–25 км. Нижележащие слои вовсе не влияют на величину теплового потока. А при возрасте вторжения  $\tau = 0,5 \div 1,5$  млн. лет аномалия создается практически только слоями, находящимися выше глубины 10 км, и, следовательно, принятая расчетная модель фактически равносильна модели изолированной интрузии с мощностью не более 8 км.

Для распространения же полученных оценок на «периферический магматический очаг» (служивший в течение определенного времени промежуточной камерой на пути подъема магмы из первичного очага к поверхности) следует учесть, что момент вторжения магмы в модели «мгновенно внедренной интрузии» соответствует моменту прекращения подачи магмы из первичного очага в модели «периферического магматического очага».

Таким образом, аномально повышенные тепловые потоки, наблюдаемые в исследуемой области, как в пространственном отношении, так и по величине вполне могут быть объяснены телами, выявленными по магнитным данным, если допустить, что последние представляют собой периферические магматические очаги, потерявшие связь с первичным очагом  $0,5 \div 1,5$  млн. лет назад. Такое допущение в общем согласуется с возрастом вулканизма данной области и не противоречит магнитометрическим данным, согласно которым остывание почти всех выявленных тел (кроме одного, отмеченного первым слева на рис. 1) до температур ниже точки Кюри ( $550\text{--}600^\circ\text{C}$ ) происходило, вероятнее всего, в магнитную эпоху Брюннеса, т. е. не более чем  $0,7$  млн. лет назад (<sup>3</sup>).

Вышеизложенный подход к интерпретации магнитного и геотермического полей неовулканической области можно использовать для приближенной оценки современных температур периферических магматических очагов, минуя необходимость детального изучения связанных с ними тепловых потоков, разумеется, при условии, если имеются достоверные сведения о возрасте этих тел, полученные каким-либо другим методом. На рис. 2 (справа) приведены температурные разрезы по центру рассмотренных тел, полученные нами путем вычисления аномальных температур и их суммирование с температурами, существовавшими до внедрения тел. Как видно из рисунка, при наиболее вероятных значениях  $\tau = 0,5 \div 1,5$  млн. лет температура с глубиной возрастает достаточно быстро. Так, в случае, если подача магмы из глубин прекратилась 1 млн. лет назад, то температура  $150^\circ\text{C}$  достигается на глубинах 2–2,5 км при сечении тела  $10 \times 10 \text{ км}^2$  и на глубинах 3–3,5 км — при сечении тела  $5 \times 5 \text{ км}^2$ .

Институт геофизики и инженерной  
сейсмологии Академии наук Армянской ССР

Ջերմության մեթոսկերևութային աղբյուրները Հայաստանի նորագույն հրաբխականության գոտում

Անոմալ մագնիսական դաշտի վերլուծության հիման վրա նախկինում Հայաստանի հրաբխային շրջաններում հայտնաբերվել էին մեթոսկերևութային խոշոր մարմիններ, որոնք մեկնաբանվել էին որպես ծայրամասային մագմատիկ օջախներ: Միայն Հր հայտնվել այն մասին, որ այդ օջախները պահպանում են դեռևս բարձր ջերմաստիճաններ ( $200-400^{\circ}\text{C}$ ) և այդ իսկ պատճառով կարող են ստեղծել ջերմային հոսքի լուրջ անոմալիաներ:

Այդ ենթադրությունը ստուգելու նպատակով վերլուծվում են Հայկական ԽՍՀ տարածքի կենտրոնական շրջանում ջերմային հոսքի շափման արդյունքները՝ ջերմային դաշտի ոչ ստացիոնար բնույթի տեսակետից: Ապացուցվում է, որ նորագույն հրաբխականության գոտում դիտվող ջերմային հոսքի անոմալիան հնարավոր չէ մեկնաբանել որպես միայն խորքային ջերմային աղբյուրների արդյունք: դրա բացատրման համար անհրաժեշտ է ենթադրել նաև մեթոսկերևութային աղբյուրների գոյություն: Ցույց է տրվում, որ ջերմային հոսքի դիտվող լուրջ անոմալիաները և՛ տարածական տեղաբաշխմամբ, և՛ մեծությամբ կարող են բացատրվել մագնիսական տվյալներով հայտնաբերված մարմինների առկայությամբ, վերջիններիս համեմատաբար երիտասարդ հասակի դեպքում ( $0,5-1,5$  մլն տարի), որն ընդհանուր առմամբ համապատասխանում է նորագույն հրաբխականության տարիքին և այդ մարմինների հասակի վերաբերյալ մագնիսական տվյալներից բխող եզրակացություններին:

Ստացված եզրահանգումները կարող են օգտագործվել մագմատիկ օջախների ժամանակակից ջերմային վիճակի գնահատման համար: Որպես օրինակ բերվում են նվազագույն և առավելագույն շափսեր ունեցող մարմինների ջերմաստիճանային կտրվածքները՝ հաշվված ներդրման տարբեր հասակների դեպքում:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- <sup>1</sup> М. С. Бадалян, Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, т. 29, № 2, с. 75—80 (1976).  
<sup>2</sup> М. С. Бадалян, Особенности новейшего вулканизма Армении (по геофизическим данным), Изд. АН АрмССР. Ереван, 1986. <sup>3</sup> М. С. Бадалян, Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, т. 39, № 6, с. 65—66 (1986). <sup>4</sup> Р. Т. Мириджян, К. С. Вартамян, Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, т. 38, № 3, с. 40—47 (1985). <sup>5</sup> К. С. Вартамян, Н. М. Якоби, Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, т. 38, № 2, с. 48—53 (1985) <sup>6</sup> В. В. Гордиенко, О. В. Завгородняя, Н. М. Якоби, Теплово́й поток континентов, Наукова думка, Киев, 1982. <sup>7</sup> К. С. Вартамян, В. В. Гордиенко, Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, т. 37, № 4, с. 70—75 (1984).

УДК 550.341

ГЕОФИЗИКА

А. М. Аветисян, А. Г. Манукян

Метод одновременного определения координат  
 гипоцентров землетрясений, времени в очаге  
 и скоростей сейсмических волн

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Т. Асланяном 19/X 1988)

Совершенствование методов определения координат землетрясений является одной из основных задач сейсмологии, поскольку решение ряда задач сейсмологии зависит от точности определения положения гипоцентра. При сейсмологических наблюдениях получают характеристики, которые находятся в функциональной зависимости от параметров землетрясений и допускают возможность следующей постановки задачи.

Пусть данное землетрясение зарегистрировано  $n$  сейсмическими станциями. Для каждого наблюдения получают условные уравнения вида

$$t_i - t_0 = T_i(X), \quad i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где  $t_i$  — время вступления сейсмической волны на  $i$ -ую станцию,  $t_0$  — время в очаге, а  $T_i(X)$  являются теоретическими временами пробега сейсмической волны от очага до  $i$ -ой станции.

Аргументом функции  $T_i(X)$  является пятикомпонентный вектор  $X(\varphi, \lambda, h, t_0, v)$ , где  $\varphi, \lambda$  — географические координаты очага,  $h$  — глубина,  $v$  — скорость соответствующей волны в данной среде.

Так как величины  $T_i$  получаются из наблюдений, то, решая систему (1) относительно вектора  $X$ , получаем координаты гипоцентра землетрясений, время в очаге и скорость сейсмической волны. Характерной особенностью системы (1) является то, что из-за наличия случайных и систематических ошибок система несовместна даже в том случае, если функциональные связи точные, т. е.  $t_i - t_0 - T_i(X) = \delta(t_i) \neq 0$ ;  $i = \overline{1, n}$ .

Тогда искомые решения получаются путем минимизации функционала

$$T = \sum_{i=1}^n \delta^2(t_i); \quad i = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Вероятностный смысл полученных по этому принципу псевдорешений заключается в том, что наиболее правдоподобные значения неизвестных получаются из условий минимума суммы квадратов невязок (1.2). В этом случае функционал  $T$  нелинейно зависит от  $X$ , и решение задачи сводится к нелинейному итерационному процессу.

Для решения поставленной задачи вместо функционала (2) минимизируется другой функционал:

$$T = \sum_{i=1}^n \left[ \left( \frac{\partial T_i}{\partial t} \right)_{x=x_0} \Delta t + \left( \frac{\partial T_i}{\partial \varphi} \right)_{x=x_0} \Delta \varphi + \left( \frac{\partial T_i}{\partial \lambda} \right)_{x=x_0} \Delta \lambda + \right. \\ \left. + \left( \frac{\partial T_i}{\partial h} \right)_{x=x_0} \Delta h + \left( \frac{\partial T_i}{\partial v} \right)_{x=x_0} \Delta v + T_i(x_0) + t_0 - t_i \right]^2,$$

где  $X_0 = (\varphi_0, t_0, h_0, \lambda_0, v_0)$  является точкой линеаризации.

Задача минимизации функционала  $T$  сводится к решению известной системы линейных уравнений:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial \varphi} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial \lambda} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial h} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial v} = 0,$$

которые в развернутой форме имеют вид

$$\begin{cases} (K, K)\Delta t + (K, A)\Delta v + (K, B)\Delta \varphi + (K, C)\Delta \lambda + (K, D)\Delta h = -(K, E), \\ (A, K)\Delta t + (A, A)\Delta v + (A, B)\Delta \varphi + (A, C)\Delta \lambda + (A, D)\Delta h = -(A, E), \\ (B, K)\Delta t + (B, A)\Delta v + (B, B)\Delta \varphi + (B, C)\Delta \lambda + (B, D)\Delta h = -(B, E), \\ (C, K)\Delta t + (C, A)\Delta v + (C, B)\Delta \varphi + (C, C)\Delta \lambda + (C, D)\Delta h = -(C, E), \\ (D, K)\Delta t + (D, A)\Delta v + (D, B)\Delta \varphi + (D, C)\Delta \lambda + (D, D)\Delta h = -(D, E). \end{cases} \quad (3)$$

В них скобка означает скалярное произведение двух векторов, где

$$A = \left( \frac{\partial T_1}{\partial v}, \frac{\partial T_2}{\partial v}, \dots, \frac{\partial T_n}{\partial v} \right),$$

$$B = \left( \frac{\partial T_1}{\partial \varphi}, \frac{\partial T_2}{\partial \varphi}, \dots, \frac{\partial T_n}{\partial \varphi} \right),$$

$$C = \left( \frac{\partial T_1}{\partial \lambda}, \frac{\partial T_2}{\partial \lambda}, \dots, \frac{\partial T_n}{\partial \lambda} \right),$$

$$D = \left( \frac{\partial T_1}{\partial h}, \frac{\partial T_2}{\partial h}, \dots, \frac{\partial T_n}{\partial h} \right),$$

$$E = (T_1 - t_0 + t_1, T_2 - t_0 + t_2, \dots, T_n - t_0 + t_n), \quad K = (1, 1, \dots, 1).$$

Представим систему (3) в виде линейного операторного уравнения

$$Ax = b, \quad (4)$$

где  $A$  — линейный оператор прямого отображения из одного гильбертова пространства в некоторое другое сепарабельное гильбертово пространство. Решение задачи (4) с целью получения значений параметров гипоцентра или эпицентра землетрясения обычно осуществляется с помощью итерационного метода наименьших квадратов (5-5). Однако, как показывают вычислительные эксперименты, полученные при этом приближенные значения коэффициентов  $A$  и  $b$  приводят систему (4) к числу плохо обусловленных, т. е. здесь мы имеем дело с обычной некорректно поставленной задачей геофизики.

Из регуляризирующих итерационных процессов решения некоррект-

но поставленных задач хорошими вычислительными свойствами обладает обобщенный модифицированный метод Гаусса—Ньютона (6):

$$x_{n+1}^{(s)} = x_n^{(s)} - (A^*A + \lambda_n B)^{-1} A^* (Ax_n^{(s)} - b),$$

где  $A^*$  — оператор сопряжений к оператору  $A$  в смысле  $(Ax, y) = (x, A^*y)$ , а  $b$  — линейный самосопряженный положительно определенный оператор.

Применение регуляризирующего итерационного метода Гаусса—Ньютона при решении задачи (4) дает вполне удовлетворительные результаты.

Для оценки точности решения системы (4) вычисляем средние квадратичные ошибки на единицу веса по формулам (1):

$$P_\varphi = \frac{D}{D_\varphi}, \quad P_\lambda = \frac{D}{D_\lambda}, \quad P_h = \frac{D}{D_h}, \quad P_v = \frac{D}{D_v}, \quad P_t = \frac{D}{D_t},$$

где  $D$  является определителем матрицы  $A$ , а  $D_\varphi, D_\lambda, D_h, D_v, D_t$  алгебраические дополнения элементов  $\varphi, \lambda, h, v, t$  определителя  $D$ . Средние квадратичные ошибки параметров  $\sigma_\varphi, \sigma_\lambda, \sigma_h, \sigma_v, \sigma_t$  определяются по формулам:

$$\sigma_\varphi = \frac{\sigma_0}{\sqrt{P_\varphi}}, \quad \sigma_\lambda = \frac{\sigma_0}{\sqrt{P_\lambda}}, \quad \sigma_h = \frac{\sigma_0}{\sqrt{P_h}},$$

$$\sigma_v = \frac{\sigma_0}{\sqrt{P_v}}, \quad \sigma_t = \frac{\sigma_0}{\sqrt{P_t}},$$

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [T_i(X) + t_0 - t_i]^2}{n - N}},$$

где  $N$  — число определяемых параметров.

На каждом шаге итерации, для каждой сейсмической станции вычисляются значения невязки  $\Delta t_i = |T_i(X) + t_0 - t_i|$  и проверяется условие

$$\Delta t_i \leq 3P_t. \quad (6)$$

Если условие (6) не выполняется, то соответствующей станции присваивается нулевой вес и задача решается заново. Процесс повторяется до тех пор, пока невязки всех станций не будут удовлетворять условию (6), что дает возможность избежать допустимых грубых погрешностей инструментальных измерений.

При небольшом количестве станций, зарегистрировавших землетрясения, желательно установить доверительные интервалы определяющих величин, основываясь на распределении Стьюдента; для заданной доверительной вероятности при этом по таблице Стьюдента—Фишера определяются значения  $t_{\alpha, n-N}$  и находятся доверительные интервалы по формулам (7):

$$\varphi \pm t_{\alpha, n-N} \sigma_\varphi, \quad \lambda \pm t_{\alpha, n-N} \sigma_\lambda, \quad h \pm t_{\alpha, n-N} \sigma_h, \\ v \pm t_{\alpha, n-N} \sigma_v, \quad t \pm t_{\alpha, n-N} \sigma_t.$$

Предлагаемый авторами алгоритм позволяет определить не только основные параметры землетрясений, но и обработать исходные данные в различных вариантах, используя разные годографы и совокупности объемных волн, указать оптимальный состав сейсмических станций, оценить влияние отдельной станции на конечный результат.

Контрольные расчеты, а также обработка данных ряда землетрясений, зарегистрированных на территории Армянской ССР, показали высокую работоспособность алгоритма.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии  
Академии наук Армянской ССР

Ա. Մ. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ, Ա. Դ. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ

Երկրաշարժի կոորդինատների, օջախի ժամանակի և սեյսմիկ ալիքների առաջուրյունների որոշման մեթոդ

Ստացված են արդյունքներ, որոնք հնարավորություն են տալիս էՂՄ-ի միջոցով որոշելու երկրաշարժի հիմնական պարամետրերը: Տվյալ խնդրի մաթեմատիկական մոդելը համապատասխանում է ոչ գծային հավասարումների համակարգի, որի լուծումը, կիրառելով գծայնացման եղանակը, բերվում է գծային հավասարումների համակարգի լուծմանը:

Քանի որ նշված հավասարումների համակարգը պատկանում է վատ ապահովված համակարգերի դասին, ապա մենք գործ ենք ունենում երկրաֆիզիկայի ոչ կոռեկտ դրված խնդրի հետ, որի լուծման ընթացքում օգտագործվում է Գաուս—Նյուտոնի ընդհանրացված մոդիֆիկացված ռեգուլյարիզացիայի մեթոդը: Այս մոտեցումով ստացված արդյունքների համար կատարվում է սխալի գնահատում, որը շատ կարևոր նշանակություն ունի կիրառական խնդիրների լուծման համար: Մշակվող երկրաշարժերի համար, սխալների գնահատման միջոցով, կատարվում է սեյսմիկ կայանների լավագույն դասավորության ընտրություն: Մշակված ալգորիթմը հնարավորություն է տալիս ոչ միայն որոշել երկրաշարժի հիմնական պարամետրերը, այլև օգտագործել տարբեր հողոգրաֆներ, կատարել դիտարկված արդյունքների բազմաձև մշակումներ:

#### ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- <sup>1</sup> Б. М. Щеголев, Математическая обработка наблюдений, Физматгиз, М., 1969.  
<sup>2</sup> В. В. Воеводин, Линейная алгебра, Наука, М., 1974. <sup>3</sup> О. К. Омельченко, А. Г. Филина, Т. Я. Благовидова и др., Алгоритмы и практика определения параметров гипоцентров землетрясений на ЭВМ, Наука, М., 1983. <sup>4</sup> Ю. Л. Вартамова, Т. С. Желанкина, Кейлис-Борок и др., Вычислительная сейсмология, Наука, М., вып. 1, 1966.  
<sup>5</sup> E. A. Flinn, Bull. Seis. Soc. Amer., v. 50 № 3 (1960). <sup>6</sup> В. И. Старотенко, С. М. Оганесян, Изв. АН СССР. Физика Земли, № 5, 1977. <sup>7</sup> В. И. Романовский, Основные задачи теории ошибок, М.—Л., 1974.



УДК 550.837

ГЕОФИЗИКА

Член-корреспондент АН Армянской ССР И. Л. Нерсесов, Л. А. Ахвердян,  
В. И. Журавлев, Х. В. Киракосян, А. Я. Сидорин

### Результаты синхронных деформографических и электротеллурических наблюдений в штольне обсерватории «Гарни»

(Представлено 10/V 1988)

Перед рядом землетрясений в различных сейсмоактивных регионах мира обнаружены аномальные изменения электротеллурического поля (ЭТП) (<sup>1-5</sup>), однако их природа остается неясной. Высказываются соображения о возможной связи этих изменений с механо-электрическими явлениями (<sup>6-7</sup>). Для исследования этого вопроса целесообразно проведение синхронной регистрации в одном и том же пункте изменений ЭТП и деформаций. Описанию основных результатов первого этапа такого эксперимента и посвящена настоящая работа.

Наблюдения за изменениями ЭТП и деформаций проводили в штольне подземной геофизической обсерватории «Гарни» вблизи Еревана. Штольня располагается в вулканогенно-осадочной свите нижне-го-среднего плиоцена на глубине около 70 м от дневной поверхности. Для нее характерны низкие значения влажности горных пород и высокая стабильность температурных условий. Примерно в 3 км от штольни находится глубинный разлом субширотной ориентации, к которому было приурочено историческое Гарнийское землетрясение 1679 г.

Деформации по компонентам С—Ю и В—З измеряли на базе 50 м с помощью штанговых деформографов. Измерения ЭТП производили с линиями, ориентированными параллельно деформографам. Длина линии С—Ю—250 м, В—З—60 м. В качестве датчиков использовали свинцовые электроды, закопанные на глубину около 0,5 м. Регистрацию осуществляли на потенциометре КСП—4 с дискретностью 1 мВ.

На рис. 1 показаны временные ряды деформаций и ЭТП для компонент С—Ю и В—З, полученные в результате оцифровки исходных данных с периодом дискретизации 1 ч. При сопоставлении данных деформографических измерений по двум компонентам обращает на себя внимание заметно большая величина трендовой составляющей по компоненте С—Ю. По обоим компонентам деформаций наблюдаются четко выраженные приливные изменения, причем по компоненте С—Ю их амплитуда больше. Этот факт, как и большие значения трендовой составляющей по компоненте С—Ю, объясняется скорее всего влиянием уже упоминавшегося разлома субширотной ориентации. Как показывает опыт работ на Гармском полигоне в Таджикской ССР, наибольшие амплитуды движений наблюдаются именно в направлении,

перпендикулярном ориентации разлома. Трендовые составляющие присутствуют и во временных рядах изменений ЭТП по обеим компонентам. Можно также отметить некоторые особенности различных временных рядов, проявляющиеся примерно в одно и то же время. Напри-

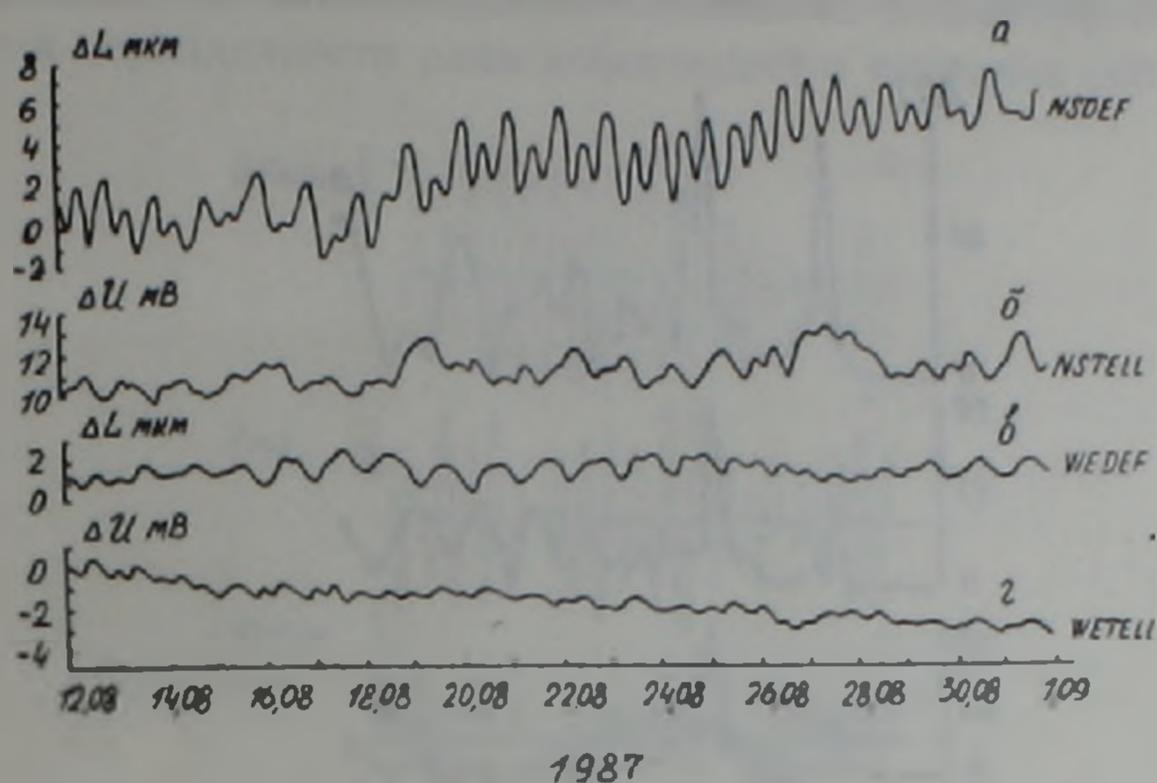


Рис. 1. Исходные временные ряды деформаций и ЭТП по компонентам В—3 и С—Ю: а—деформации С—Ю; б—ЭТП С—Ю; в—деформации В—3; г—ЭТП В—3

мер, на компоненте С—Ю резкие нарушения характера временных рядов ЭТП и деформаций, выражающиеся фактически в скачкообразном изменении среднесуточных значений, наблюдались 18 августа 1987 г. И второй случай сильного искажения характера временного ряда изменений ЭТП по компоненте С—Ю, наблюдавшийся 26—28 августа, практически совпадает по времени с искажениями ряда деформаций по той же компоненте.

Интересной особенностью является наличие некоторого сходства временных рядов деформаций и ЭТП, которое выражается прежде всего в периодическом характере изменений с близкими значениями периодов. Это наиболее заметно при сравнении между собой временных рядов, относящихся к компонентам С—Ю. Действительно, временные ряды деформаций и ЭТП по компонентам С—Ю имеют выраженную периодичность с периодами около 12 и 24 ч. Эти же значения периодов преобладают и в изменениях ЭТП по компоненте В—3. Однако для деформаций по компоненте В—3 характерна доминирующая роль периодов около 24 ч, а меньшие значения периодов просматриваются значительно слабее, особенно в первой половине анализируемого ряда.

Для исследования природы совпадения значений доминирующих периодов во временных рядах деформаций и ЭТП был проведен спектральный анализ этих рядов. Полученные результаты приведены на рис. 2. Хорошо видно, что в спектрах всех временных рядов имеются локальные максимумы спектральной плотности на периодах 12 и 24 ч, причем абсолютный максимум спектральной плотности наблюдается при периоде 24 ч. Для временных рядов ЭТП по компоненте В—3 и деформаций по компоненте С—Ю близкие значения спектральной

плотности наблюдаются и при периоде 12 ч, а в спектрах двух других временных рядов эти значения много меньше. В спектры некоторых временных рядов, в частности ЭТП по обеим компонентам и деформаций по компоненте С—Ю, значительный вклад вносят составляющие с периодом около 48 ч. Очень важным отличием спектров временных

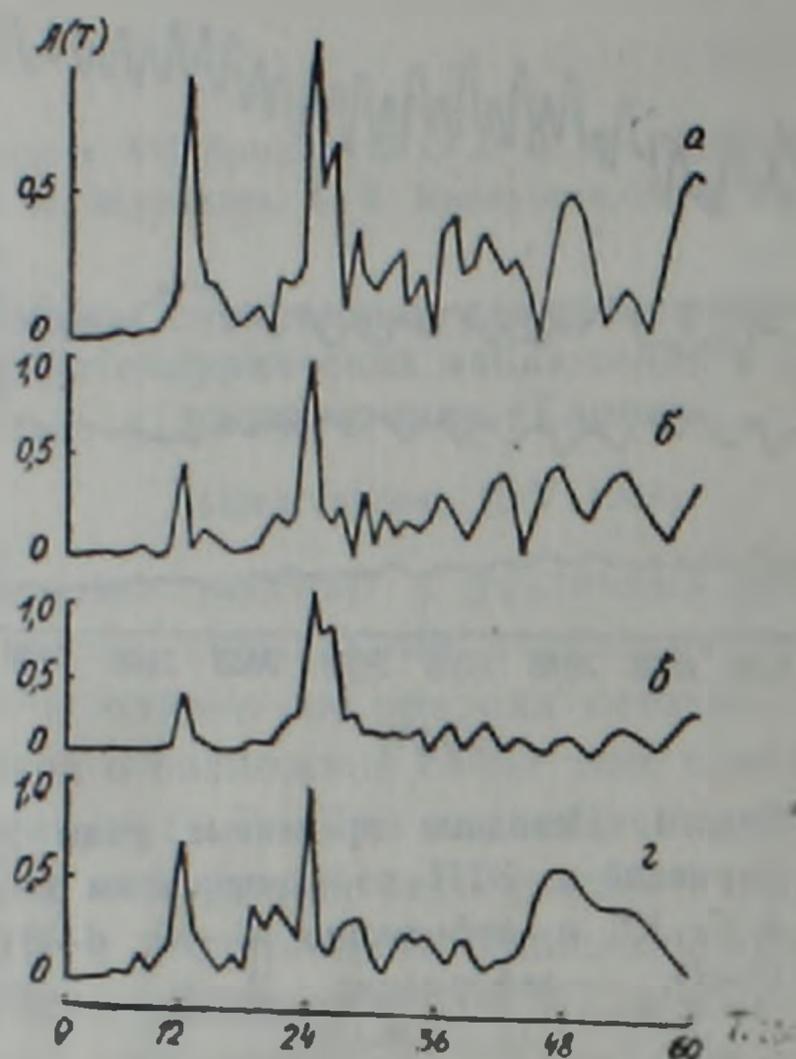


Рис. 2. Нормированные спектры временных рядов, приведенных на рис. 1. Расположение соответствует рис. 1

рядов деформаций является расщепление максимума их спектра в окрестности периодов 24 ч, заключающееся в наличии близких значений спектральной плотности при периодах 24—26 ч, что согласуется с теорией приливных деформаций. Отсутствие такого расщепления в спектрах временных рядов изменений ЭТП дает основание предполагать различную природу наблюдающейся периодичности сравниваемых временных рядов и связывать периодичность рядов ЭТП с наличием различных гармоник  $S_q$ -вариаций. Для более определенных выводов следовало бы исследовать характер изменений спектра в области локальных экстремумов с большей детальностью, но из-за малой длительности анализируемых временных рядов пока сделать это не удастся.

Кроме спектрального были использованы и некоторые другие методы анализа рассматриваемых временных рядов. В частности, в исходных временных рядах были выделены длиннопериодные составляющие. При этом использовался следующий алгоритм. На первом этапе по данным 24 ч начала ряда методом наименьших квадратов определяли уравнение линейного тренда и затем по этому уравнению определяли значение функции в конце рассматриваемого 24-часового временного окна. Далее временное окно смещалось на один час, и описанная процедура повторялась. И так вплоть до конца ряда. Полученный в результате временной ряд вычитался из исходного, а ряд-остаток

подвергался узкополосной фильтрации с помощью цифрового полосового фильтра, настроенного на период 24 ч.

В качестве примера на рис. 3, а и б даны полученные описанным образом ряды деформаций и ЭТП для компонент В—З. Несмотря на малую длительность анализируемых временных рядов можно видеть тенденцию к периодичности ряда деформаций с периодом около 14 су-

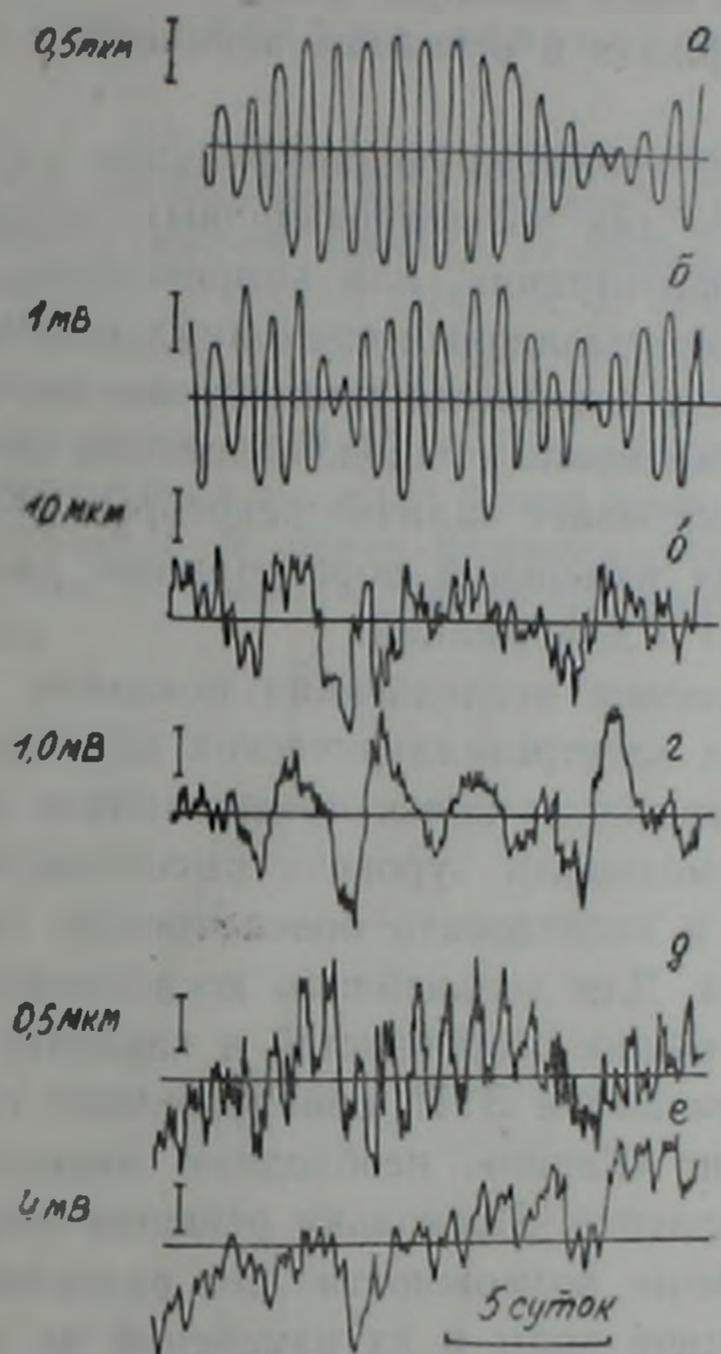


Рис. 3. Примеры результатов обработки исходных временных рядов данных различными методами: а, б—результаты узкополосной фильтрации с помощью полосового фильтра, настроенного на период 24 ч, рядов деформации (а) и ЭТП (б) для компонент В—З, из которых удалены трендовые составляющие; в, г—ряды-остатки деформаций (в) и ЭТП (г), для компонент С—Ю, полученные в результате авторегрессивного анализа с длительностью временного окна фильтра, равной 24 ч; д, е—ряды-остатки, полученные в результате устранения из рядов деформаций (д) и ЭТП (е) для компонент В—З прогнозирующих функций, вычисленных по соответствующим рядам для компонент С—Ю

ток. Этот период соответствует приливному изменению, описываемым зональной функцией. Они зависят от широты и характеризуются большими амплитудами на широте расположения обсерватории «Гарни». Во временном ряде изменений ЭТП (рис. 3, б) заметно появление периода около 7 суток.

На следующем этапе анализа использовались фильтры, позволяющие выделять детерминированную (прогнозируемую) составляющую ряда по предыстории самого ряда или по другому ряду, имеющему близкий к исходному ряду спектральный состав. Свойства такого ряда

прогнозирующих фильтров зависят от окна фильтрации, и поэтому похожие особенности рядов могут оказаться не только в спрогнозированной составляющей ряда, но и в ряде-остатке, представляющем собой разницу между реальным и спрогнозированными рядами.

Прогнозирование новых значений ряда по собственной предыстории осуществлялось с помощью уравнения авторегрессии (\*) при длительности временного окна фильтра, равной 24 ч. В этом случае ряд-остаток должен содержать в основном вариации с периодами менее 8—10 ч и более 25 ч.

Во втором случае прогнозирующая функция одного ряда по другому (8) вычислялась для восьми различных задержек по времени. Целью такого рода фильтрации, или компенсации, является выявление общих особенностей различных временных рядов. Примеры рядов-остатков, полученных в результате применения двух описанных методов прогнозирования временных рядов, приведены на рис. 3, в—с. Анализ этих рисунков показывает наличие некоторых общих черт в долговременных тенденциях изменений обработанных различным образом временных рядов ЭТП и деформаций.

В целом выполненные исследования показали целесообразность проведения режимных электротеллурических наблюдений в подземных выработках, направленных на поиск предвестников землетрясений. Это позволяет заметно уменьшить уровень высокочастотных изменений различного генезиса и исследовать более тонкую структуру получаемых временных рядов. Для дальнейшего исследования вопроса о природе существования общих особенностей в характере изменений временных рядов деформаций и ЭТП, обнаруженных при наблюдениях в штольне обсерватории «Гарни», необходимо накопление более длительных рядов наблюдений. Поскольку решение этого вопроса может открыть дополнительные возможности для развития новых методов изучения свойств земной коры и их изменений во времени, целесообразно изучить связь характера деформаций в штольне с движениями по разлому. Для этого следует создать в окрестности штольни и разлома сеть режимных геодезических наблюдений.

Институт физики Земли  
им. О. Ю. Шмидта  
Академии наук СССР  
Институт геофизики и инженерной  
сейсмологии Академии наук Армянской ССР

Հայկական ԽՍՀ ԳԱ րդրակից անդամ Ի. Լ. ՆԵՐՍԵՍՈՎ, Լ. Ա. ՀԱԽՎԵՐԴՅԱՆ,  
Վ. Ի. ԺՈՒՐԱՎՆՈՎ, Խ. Վ. ԿԻՐԱՎՈՍՅԱՆ, Ա. ՅԱ. ՍԻԴՈՐԻՆ

«Գառնի» երկրաֆիզիկական դիտարանի թունելախորշում  
ալլաձևափոխությունների և տելուրական դաշտերի սինխրոն դիտարկումների  
արդյունքները

Աշխարհի սարքեր սեյսմաակտիվ շրջաններում դիտարկված է տելուրական հոսանքների անոմալ փոփոխությունները Բայց նրանց ծագման բնույթ

թը մնում է չբացահայտված: Կարծիքներ են հայտնվում նրանց էլեկտրա-  
մեխանիկական հատկությունների հնարավորության մասին: Այս հարցը  
ուսումնասիրելու համար նպատակահարմար է նույն գլխարկման կեսում  
տելուրական հոսանքների և այլաձևափոխությունների սինխրոն գրանցում:  
Նմանատիպ փորձի հիմնական արդյունքներին է նվիրված այս աշխատանքը:

#### ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- <sup>1</sup> К. Янагихара, Т. Носимацу, в кн.: Предсказание землетрясений, Мир, М., с. 137—138, 1986. <sup>2</sup> Г. А. Соболев, В. Н. Морозов, в кн.: Сейсмичность и сейсмический прогноз, свойства верхней мантии и их связь с вулканизмом на Камчатке, Наука, СО, Новосибирск, с. 141—151, 1974. <sup>3</sup> А. В. Пономарев, Г. А. Соболев, Изв. АН СССР. Физика Земли, № 9, с. 75—81, 1981. <sup>4</sup> В. С. Жуков, в кн.: Прогноз землетрясений, № 7, Дониш, Душанбе, с. 176—180, 1986. <sup>5</sup> Х. В. Киракосян, Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, т. 38, № 6, с. 76—79 (1985). <sup>6</sup> Г. А. Соболев, В. Н. Богаевский, Р. А. Лементуева и др., в кн.: Физика землетрясений, Наука, М., с. 184—122, 1975. <sup>7</sup> Г. А. Соболев, В. М. Демин. Механотеллурические явления в Земле, Наука, М., 1980. <sup>8</sup> Дж. Бокс, Г. Дженкинс, Анализ временных рядов. Прогноз и управление, Мир, М., 1974.

УДК 534.833. (26)

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Л. А. Борисов, Ю. М. Чудинов, Ю. А. Гаспарян

Расчет импеданса звукопоглощающей конструкции на  
 основе профилированной пленки

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Г. Н. Тер-Степаняном 22/XI 1988)

В последнее время для снижения шума стали применяться звукопоглощающие конструкции, выполненные из профилированных упругих пленок (<sup>1-4</sup>), которые могут быть использованы наиболее эффективно в производственных помещениях с высокой влажностью, запыленностью или замасленностью. Одна из причин, сдерживающих внедрение акустической облицовки из профилированной полимерной пленки, заключается в отсутствии простой и надежной методики расчета импеданса и коэффициентов звукопоглощения пленочных конструкций, на основе которой можно было бы как разрабатывать новые эффективные виды поглотителей, так и производить акустический расчет ожидаемого снижения шума в помещениях.

Для более точного решения теоретических задач строительной акустики нами был применен вариационный метод Ритца, сущность которого сводится к определению двойного интеграла типа

$$I(u) = \iint_s F(x, y, u, u_x, u_y) dx dy, \quad (1)$$

где  $s$  — область интегрирования, имеющая границей контур  $\Gamma$ , на котором выполняются граничные условия  $U|_{\Gamma} = \varphi(s)$ .

Для решения поставленной задачи Ритц предложил задавать решение в параметрическом виде  $U|_{\Gamma} = \varphi(x, y, a_1, a_2 \dots a_n)$  так, чтобы при всех значениях параметра  $a_i$  удовлетворялись граничные условия. Таким образом, поставленная задача сводится к нахождению параметров  $a_i$ , и  $\frac{\partial I}{\partial a_i} = 0$ .

При исследовании колебаний тонких пластинок функционалом  $I(u)$ , имеющим экстремальные свойства, является полная энергия системы  $\mathcal{E}$ , а функция  $u$ , определяемыми из условия экстремума энергии, — перемещение точек упругого тела  $u$ . Исходя из принципа возможных перемещений, запишем:

$$\mathcal{E} = U_p(u) - U_k(u) - U_B(u),$$

$$U_p = 0,5D \iint_s \left\{ \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right)^2 + \left( \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right)^2 + 2\nu \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - 2(1-\nu) \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} \right)^2 \right\} dx dy, \quad (2)$$

где  $U_p$ ,  $U_k$ ,  $U_B$  — соответственно, потенциальная, кинетическая энергия системы и работа внешних сил. Если смещение задано в параметрической форме, то выражение  $\frac{\partial I}{\partial a_i}$  перепишется в виде

$$\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial a_k} = 0; \quad U_k = 0,5\omega^2 M \iint U^2 dx dy; \quad U_{\text{вн}} = \iint p u dx dy.$$

Смещение для каждой колебательной моды  $(m, n)$  можно записать в виде  $U_{mn} = A_{mn} X_m(x) Y_n(y)$ , где  $A_{mn}$  — постоянные коэффициенты, а  $X_m(x)$ ,  $Y_n(y)$  — функции, удовлетворяющие граничным условиям. Здесь и далее временной множитель опускается, поскольку рассматриваются гармонические колебания пластины  $X_m(x) = \sin \frac{\pi m x}{a}$ ;  $Y_n(y) = \sin \frac{\pi n y}{a}$ .

Различают три основных типа граничных условий:  $U|_{\Gamma} = \frac{\partial u}{\partial x}|_{\Gamma} = \frac{\partial u}{\partial y}|_{\Gamma} = 0$ . Жестко закрепленная и свободная граница. В этом случае:

$$\left. \begin{aligned} X_m(0) = X_m(a) = Y_n(0) = Y_n(a) = 0 \\ X'_m(0) = X'_m(a) = Y'_n(0) = Y'_n(a) = 0 \end{aligned} \right\} \left. \begin{aligned} X''_m(0) = X''_m(a) = Y''_n(0) = Y''_n(a) = 0 \\ X'''_m(0) = X'''_m(a) = Y'''_n(0) = Y'''_n(a) = 0 \end{aligned} \right\}$$

Шарнирно закрепленная граница:

$$U|_{\Gamma} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \Big|_{\Gamma} = 0;$$

$$\left. \begin{aligned} X_m(0) = X_m(a) = Y_n(0) = Y_n(a) = 0 \\ X'_m(0) = X'_m(a) = Y'_n(0) = Y'_n(a) = 0 \end{aligned} \right\} \frac{\partial^3 u}{\partial x^3} \Big|_{\Gamma} = \frac{\partial^3 u}{\partial y^3} \Big|_{\Gamma} = U|_{\Gamma} = 0. \quad (4)$$

Очевидно, что функции  $U_{mn}(x, y) = A_{mn} \sin \frac{\pi m x}{a} \sin \frac{\pi n y}{a}$  удовлетворяют граничным условиям (4), более того, они являются собственными функциями задачи. Таким образом, в данном случае можно получить точное решение поставленной задачи. Нетрудно показать, что

$$\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial A_{mn}} = 0,25 \left\{ D \left[ \frac{\pi^2}{a^2} (m^2 + n^2) \right]^2 - (\omega a)^2 M \right\} - \frac{P}{mn} \left( \frac{a}{\pi} \right)^2 = 0, \quad D = D_0(1 + \tau),$$

где  $D$  — изгибная жесткость пластинки со стороной  $a$ ,  $\tau$  — коэффициент потерь,  $A_{mn} = 16P \left\{ mn \left[ D \left( \frac{\pi^2}{a^2} \right)^2 (m^2 + n^2) - (\omega \pi)^2 M \right] \right\}^{-1}$

$$\bar{v} = \frac{j\omega}{a^2} \int_0^a \int_0^a A_{mn} \sin \frac{\pi m x}{a} \sin \frac{\pi n y}{a} dx dy = \frac{4j A_{mn} \omega}{\pi^2 mn}$$

Отсюда сразу же следует, что при данных граничных условиях в квадратной пластинке могут возбуждаться лишь нечетные колебательные моды. Используя метод Рунга, с помощью уравнений (2), учитывая

также, что при определении импеданса используют усредненную по поверхности пластинки колебательную скорость, непосредственно получим аналитическое выражение для импеданса колебательной моды  $(m, n)$

$$Z = \left(\frac{\pi^4}{8a^2}\right)^2 [(m^2 + n^2)mn]^2 \left(\frac{D\eta_1}{\omega}\right) + j \left(\frac{\pi^2 mn}{8}\right)^2 \left[\omega M - \left(\frac{\pi}{a}\right)^4 (m^2 + n^2)^2 \left(\frac{D}{\omega}\right)\right].$$

Из этого выражения, приравняв нулю мнимую часть, получим резонансную частоту  $\omega_{mn} = (m^2 + n^2) \left(\frac{\pi}{a}\right)^2 \left(\frac{D}{M}\right)^{1/2}$

Перейдем к рассмотрению гораздо более сложного случая: определим импеданс пластинки с жестко закрепленной границей. Наиболее простое решение получается, если использовать тригонометрические функции, удовлетворяющие граничным условиям (3). Очевидно, что функция  $U_{mn}(X, Y) = A_{mn} \sin^2 \frac{\pi m x}{a} \sin^2 \frac{\pi n y}{a}$  отвечает этим требованиям. Подставляя это выражение в формулы для энергии, получим:

$$U_p = 0,5 D A_{mn}^2 [I_{mn} I_{2n} + I_{1n} I_{2m} + 2\sigma I_{3n} I_{3m} + 2(1 - \sigma) I_{4n} I_{4m}];$$

$$U_k = 0,5 (\omega A_{mn})^2 M I_{2n} I_{2m}; \quad U_B = P A_{mn} I_{1m} I_{1n}; \quad I_1 = \int_0^a (x'')^2 dx;$$

$$I_2 = \int_0^a x^2 dx; \quad I_3 = \int_0^a x'' dx; \quad I_4 = \int_0^a (x')^2 dx; \quad I_5 = \int_0^a x dx; \quad (6)$$

$$I_{1m} = \int_0^a (x'_m) dx; \quad I_{2m} = \int_0^a x_m^2 dx; \quad I_{3m} = \int_0^a x''_m dx; \quad I_{5m} = \int_0^a x_m dx; \quad (7)$$

где  $\sigma$  — коэффициент Пуассона;  $M$  — масса единицы площади пластины;  $P$  — звуковое давление;  $\omega$  — циклическая частота;

$$U_p = \frac{D}{8} \left(\frac{\pi A_{mn}}{a}\right)^2 [2(m^4 + n^4) + (m^2 + n^2)^2]; \quad U_k = \frac{9M}{128} (\omega a A_{mn})^2;$$

$$U_l = 0,25 P a^2 A_{mn}; \quad (8)$$

$a$  — линейный размер пластины.

Произведя интегрирование, получим для импеданса

$$Z_{mn} = \frac{4D'\eta_1}{\omega} \left(\frac{\pi}{a}\right)^4 [2(m^4 + n^4) + (m^2 + n^2)^2] + j \left\{ \frac{9\omega M}{4} - \frac{4D}{\omega} \left(\frac{\pi}{a}\right)^4 [2(m^4 + n^4) + (m^2 + n^2)^2] \right\}; \quad D = \frac{S^2}{B_{mn}} \left( \bar{C}_{mn} \omega_p^2 S - \frac{c}{l} \right); \quad \eta_1 = \frac{\dot{z}_{mn}}{B_{mn}} \frac{\omega_p S^2}{D} = \frac{\omega_p R S^2}{B_{mn} D}. \quad (9)$$

Отсюда получим выражение для резонансной частоты пластинки с жестко закрепленными краями, которая имеет вид

$$\omega_{mn} = \left(\frac{\pi}{a}\right)^2 (m^2 + n^2) \left[ \frac{2(m^4 + n^4)}{(m^2 + n^2)^2} + 1 \right]^{1/2} \frac{4}{3} \left(\frac{D}{M}\right)^{1/2};$$

$$\omega_{11p} = 37,22/a^2 \left(\frac{D}{M}\right)^{1/2}; \quad \omega_{11k} = 36,26/a^2 \left(\frac{D}{M}\right)^{1/2}. \quad (10)$$

Нетрудно установить, что резонансная частота данной колебательной моды  $(m, n)$  пластинки с жестко закрепленной границей в  $\frac{4}{3} \left| \frac{2(m^4 + n^4)}{(m^2 + n^2)^2} + 1 \right|^{1/2}$  раз выше резонансной частоты пластинки с шарнирно закрепленными краями.

Полученные аналитические выражения для импеданса пластинки (5) и (9) можно записать в общем виде и с учетом импеданса воздушного промежутка, который имеет реактивный характер:

$$Z_{mn} = \frac{B_{mn} D \eta}{\omega S^2} + j \left[ \omega_{mn} M C_{mn} - \frac{B_{mn} D}{\omega_{mn} S^2} - \rho c \operatorname{ctg} kl \right], \quad (11)$$

где  $S$  — площадь пластинки, а  $B_{mn}$  и  $C_{mn}$  — постоянные коэффициенты, зависящие от формы пластины и от вида граничных условий.

При акустических расчетах принято выражать импеданс в долях  $\rho c$ . Вводя обозначения  $\bar{Z}_{mn} = Z_{mn}/\rho c$ ;  $\bar{B}_{mn} = B_{mn}/\rho c$ , перепишем выражение (11) в виде

$$\bar{Z}_{mn} = \frac{\bar{B}_{mn} D \eta}{\omega_{mn} S^2} + j \left[ \omega_{mn} M \bar{C}_{mn} - \frac{B_{mn} D}{\omega S^2} - \operatorname{ctg} kl \right]; \quad \operatorname{ctg} kl = \frac{cl^{-1}}{\omega_{mn}}. \quad (12)$$

Формулу (9) можно упростить, учитывая, что во многих практически важных случаях, когда относ невелик ( $kl \leq 0,3$ ),  $\operatorname{ctg} kl \approx (kl)^{-1}$ .

Импеданс круглой пластинки с жестко закрепленной кромкой равен:

$$\text{при } U_p = \pi D \int_0^R \left( \frac{\partial^2 U}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} \right)^2 r dr \quad U_k = \pi \omega^2 M \int_0^R U^2 r dr;$$

$$Z = \frac{D \eta}{\omega} \frac{205,6}{R^4} + j \left( 1,95 \omega M - \frac{205,6 D}{\omega R^4} \right); \quad \omega = \frac{10,33}{R^2} \left(\frac{D}{M}\right)^{1/2}.$$

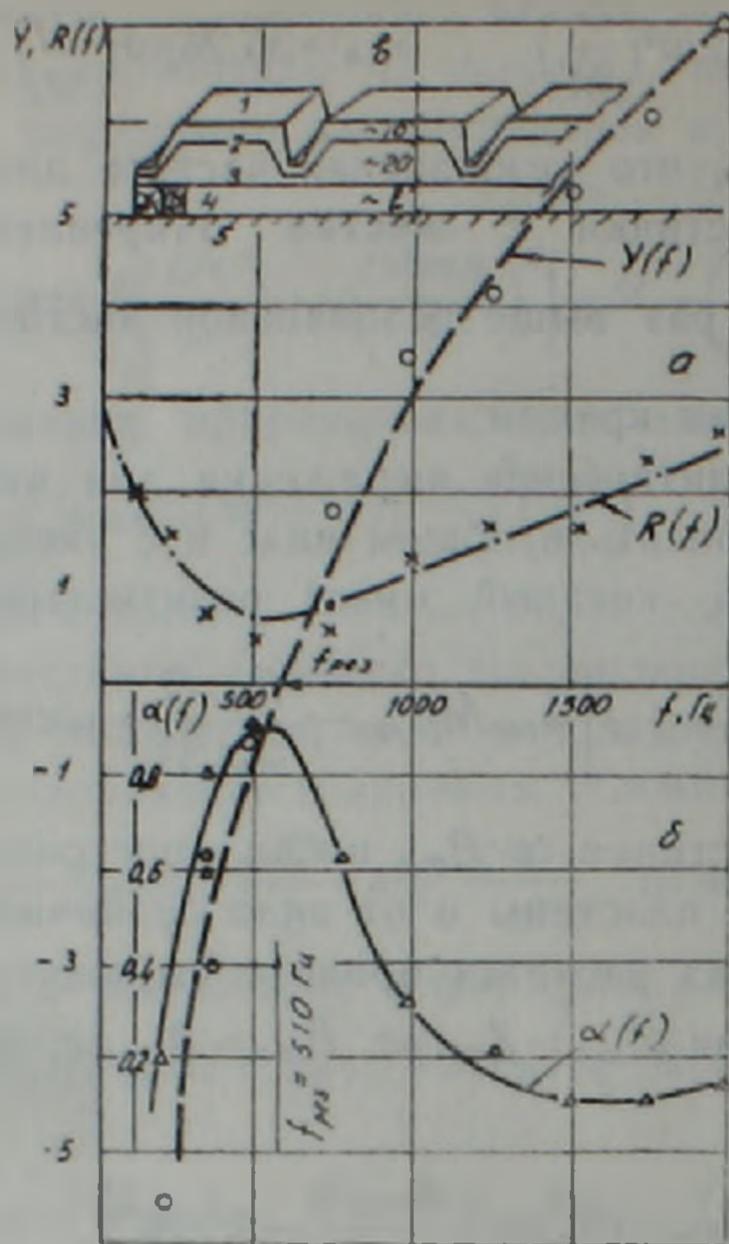
При небольших отношениях нетрудно получить аналитическое выражение для резонансной частоты пластины на основе профилированной пленки:

$$\omega_{mn}^{\text{рез}} = \frac{D}{M S^2} \frac{\bar{B}_{mn}}{C_{mn}} + \frac{c}{M C_{mn}}; \quad \bar{C}_{m,n} = (\pi^2 m n)^2 / 64$$

$$\bar{B}_{mn} = \pi^8 (m n) (m^2 + n^2)^2 / 64 \quad (16)$$

Введенные выше формулы могут быть положены в основу метода расчета акустических характеристик поглотителей из профилированной пленки — импеданса  $Z(f) = R(f) + jY(f)$  и КЗП  $\alpha(f)$ .

В качестве примера на рисунке показаны полученные расчетом по формулам (13) и (14) составляющие импеданса  $R(f)$ ,  $Y(f)$  и резонансная частота звукопоглощающей конструкции на основе профилированной пленки ПВХ толщиной  $4,2 \cdot 10^{-2}$  см, поверхностной массы  $5,35 \cdot 10^{-3}$  г/см<sup>2</sup>, расположенной на отnose от жесткой стенки в 3 см.



Импедансная (а) и частотная (б) характеристика звукопоглощающей конструкции (в) на основе профилированной пленки из ПВХ: 1 и 2—штамповочная пленка высотой 10 и 20 см; 3—гладкое пленочное покрытие на расстоянии  $l$  от жесткой стены; 4—деревянный брусок, 5—жесткая стенка

Линиями показаны результаты расчета, точками—результаты эксперимента, выполненного на акустическом интерферометре. При этом получено удовлетворительное совпадение рассчитанных и измеренных значений резонансных частот пленочных поглотителей звука.

Ереванский политехнический институт  
 им. К. Маркса  
 НИИ стройфизики  
 Госстроя СССР

Լ. Ա. ՌՈՐԻՍՈՎ, ՅՈՒ. Մ. ՉՈՒԴԻՆՈՎ, ՅՁԻ. Ա. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ

Պրոֆիլավորված թերթերով ձայնակլանիչ կոնստրուկցիայի  
 իմպեդանսի հաշվարկը

Վարիացիայի մեթոդի հիման վրա, առաջարկված է պոլիմերային պրոֆիլավորված թերթերով ձայնակլանիչ կոնստրուկցիայի հիմնական ակուստիկ պարամետրերի հաշվարկը:

Ռիտցի մեթոդի օգնությամբ ստացվել է բառակուսի թիթեղիկի տար-

բիւր եզրային սլաշմաններում իմպիդանսի անալիտիկ արտահայտութիւնը:  
Առաջարկված մեթոդը կարող է հիմք ծառայել ինժեներային հաշիւարկ-  
ների համար և նախադժեռու տարրեր պոլիմերային թերթերով ձայնակլանիչ  
էոնսորուկցիաներ:

#### ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1 Ю. М. Чудинов, Т. П. Борисова, Труды НИИ СФ «Защита от шума в зданиях и на территории застройки». М., с 27—30, 1987. 2 Снижение шума в зданиях и жилых районах. Под ред. Г. М. Осипова, Стройиздат, М., 1987. 3 N. Klesewetter Acustica, v. 61, p 213—217 (1986). 4 F. Michel, N Klesewetter, Acustica, v. 47, p 83—88 (1981).

УДК 541.128+546.57+546.174

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. А. Мурадян, Т. А. Гарибян, Р. С. Асатрян

Вытеснение свободными аллильными радикалами фрагмента  $\text{NO}_2$  с поверхности нанесенного на пемзу  $\text{AgNO}_3$

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР И. А. Варданян 26/X 1988)

Вопрос о стабилизации комплексов ионов металла с радикалом может быть решен, если такая стабилизация сопровождается выбросом парамагнитного продукта при замещении лиганда. В данной работе это явление обнаружено при взаимодействии свободных аллильных радикалов с нанесенным на пемзу нитратом серебра.

Эксперименты проводили в потоке при  $P=0,05$  торр с использованием кинетического метода вымораживания радикалов с ЭПР (<sup>1</sup>). Катализатор 40%-ный  $\text{AgNO}_3$ /пемза (предшественник промышленного катализатора  $\text{Ag}$ /пемза) прокачивали в реакторе при  $500^\circ\text{C}$  под вакуумом до тех пор, пока не переставал регистрироваться в узле вымораживания при  $-196^\circ\text{C}$  радикал  $\text{NO}_2$  в матрице  $\text{H}_2\text{O}$  (<sup>2</sup>), десорбирующийся с поверхности катализатора в ходе термообработки.

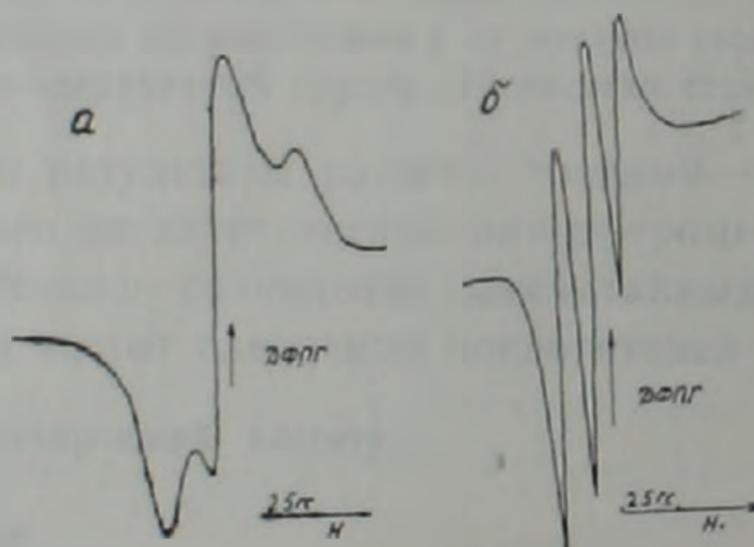


Рис. 1. Спектры ЭПР радикалов  $\text{NO}_2$ , полученных при взаимодействии аллильных радикалов с поверхностью 40%  $\text{AgNO}_3$ /пемзе, при  $P=0,05$  торр и  $T=83^\circ\text{C}$ : а—записанный при  $-196^\circ\text{C}$  в узле вымораживания; б—при  $-173^\circ\text{C}$

Катализатор частично восстанавливался. Затем температуру реактора снижали до  $83^\circ\text{C}$  и изучали взаимодействие аллильных радикалов и непрореагировавшего диаллила, поступающих из пиролизера, где поддерживалась температура  $620^\circ\text{C}$ , с катализатором. Диаллил предварительно глубоко очищали от кислорода (<sup>3</sup>). Все аллильные радикалы захватывались катализатором при  $83^\circ\text{C}$ , а в узле вымораживания снова регистрировался спектр ЭПР радикалов  $\text{NO}_2$  (рис. 1, а) ромбическую

анизотропию которого удалось разрешить повышением температуры в узле вымораживания до  $T = -173^{\circ}\text{C}$ . При этом был записан спектр ЭПР с характерной константой СТС на  $\text{N}^{14}$ ,  $a = 14,5$  Гс (рис. 1,б). Количество обнаруженных  $\text{NO}_2$  соизмеримо с количеством поступающих из пиролизера радикалов. Снижение температуры реактора с катализатором до комнатной приводило к отсутствию взаимодействия аллильных радикалов с восстановленным катализатором. В узле вымораживания записывался спектр ЭПР аллильных радикалов, поступающих из пиролизера.

При увеличении температуры катализатора до  $300^{\circ}\text{C}$  без подачи аллильных радикалов и диаллила десорбции  $\text{NO}_2$  не наблюдалось. Последние сразу обнаруживались в узле вымораживания при взаимодействии аллильных радикалов и диаллила с катализатором. При температуре  $300^{\circ}\text{C}$  количество накопленных радикалов  $\text{NO}_2$ , вытесненных аллильными радикалами, через некоторое время накопления достигало постоянного значения, после чего в узле вымораживания начинали регистрироваться аллильные радикалы.

Реокисление катализатора при  $T = 400^{\circ}\text{C}$  кислородом, с откачкой при  $T = 150^{\circ}\text{C}$ , приводило к захвату аллильных радикалов катализатором при этой температуре. По мере восстановления катализатора при  $T = 150^{\circ}\text{C}$  в токе аллильных радикалов захват радикалов прекращался и в узле вымораживания регистрировался их спектр ЭПР. Повторно реокисленный катализатор при  $T = 400^{\circ}\text{C}$  при отключенном пиролизере, начиная с 30-ой минуты взаимодействия катализатора с диаллилом, сам генерировал аллильные радикалы при этой температуре (рис. 2). Подобное явление было обнаружено при взаимодействии аллильных радикалов и диаллила с восстановленными  $\text{ZnO}$  и  $\text{V}_2\text{O}_3$  (4).

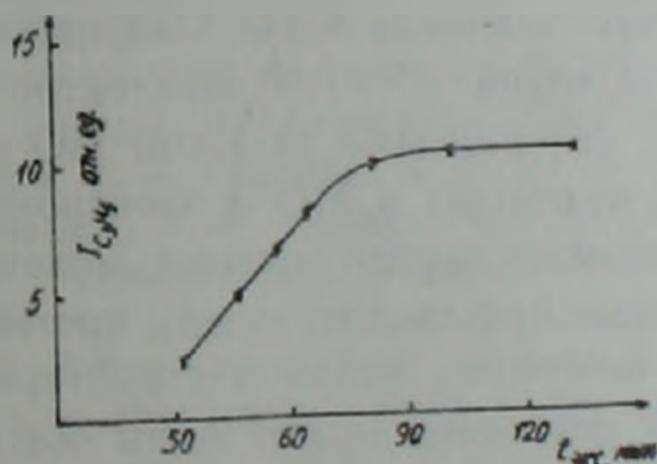


Рис. 2. Изменение количества радикалов при распаде диаллила при  $400^{\circ}\text{C}$  со временем эксперимента. Каждая точка кривой—количество радикалов за 10 мин накопления в узле вымораживания

Факт, что при  $500^{\circ}\text{C}$ , когда происходит активное термическое разложение  $\text{AgNO}_3$ , дополнительное введение в систему радикалов  $\text{C}_3\text{H}_5$  сильно ускоряет процесс, позволяет предположить, что промежуточная хемосорбция  $\text{NO}_2$  на других центрах подложки и их дальнейшее вытеснение не является доминирующей стадией реакции.

Соизмеримость количества обнаруженных  $\text{NO}_2$  и поступающих ал-

лильных радикалов при более низких температурах также свидетельствует о синхронности процесса замещения. По-видимому, при термообработке увеличивается доступность связанного  $\text{NO}_2$  и (или) формируется его определенное электронное и энергетическое состояние, способствующее вытеснению. С другой стороны, осуществление процесса замещения требует преодоления определенного активационного барьера или пороговой энергии реагентов (нагрев системы до  $83^\circ\text{C}$ ). Первоначальное формирование адсорбированного радикального комплекса типа  $\text{C}_3\text{H}_5\cdots[\text{S}]\cdots\text{NO}_2$ , где  $[\text{S}]$ —активный центр поверхности, может благоприятствовать (наряду с одноактным процессом) орбитальному резонансу с другим радикалом  $\text{C}_3\text{H}_5$ . Последнее вытекает по аналогии с молекулярным адсорбционным замещением молекулы воды алифатическими спиртами (<sup>5-7</sup>).

Для проверки некоторых из этих предположений проведены предварительные модельные расчеты в рамках неограниченного метода Хартри—Фока в базисе STO—3G. Анализ орбитального состава показал, что, как и следовало ожидать, при переходе от радикала  $\text{C}_3\text{H}_5$  к  $\text{NO}_2$  вследствие увеличения кулоновских интегралов скелетных атомов уменьшаются энергии молекулярных орбиталей (МО). С другой стороны, оказалось, что группа из четырех орбиталей радикала  $\text{C}_3\text{H}_5$  имеет близкое значение энергии с четверкой орбиталей  $\text{MeNO}_2$ . Хотя и атом  $\text{Ag}^0$  имеет d-электронный уровень, но за связывание практически отвечают  $s^1$ -электроны (см., например, (<sup>8</sup>)). Исходя из этого, на первом этапе центр  $[\text{S}]$  смоделирован радикалом  $\text{LiO}$ . Характерно, что именно последний отвечает за связывание разрывающейся в процессе вытеснения  $\text{MeO—NO}_2$ .

Обращает на себя внимание топологическое сходство вытесняемого  $\text{NO}_2$  и налетающего радикала  $\text{C}_3\text{H}_5$ . Они изосимметричны (оба принадлежат к точечной группе  $\text{C}_{2v}$ ) и изоэлектронны. При мысленном слиянии атомов Н с углеродными атомами МО и электронные состояния радикала  $\text{C}_3\text{H}_5$  переходят в МО и электронные состояния  $\text{NO}_2$ . С другой стороны, вышеупомянутый процесс молекулярного адсорбционного замещения также происходит между системами (во всяком случае реакционными центрами) угловой структуры. Следовательно, наличие орбитального резонанса может быть общим явлением как для систем с закрытой оболочкой (<sup>7</sup>), так и для парамагнитных частиц.

Из детальных теоретических расчетов поверхности потенциальной энергии модельных радикальных реакций известно (см., например, обзор (<sup>10</sup>)), что в газовой фазе вытеснение функциональных групп может протекать лишь при больших трансляционных энергиях реагентов. В то же время из данных настоящей работы следует, что оно может легко протекать и в конденсированной фазе. Наряду с резонансным механизмом процессу может содействовать дополнительная поляризация нитрата подложкой\* (в частности поверхностными кислородными и ОН-центром) с переносом электронной плотности на фрагмент  $\text{NO}_2$  с образованием биполярного активного центра. Атака радикалом, по

\* Возмущение МО субстрата может уменьшить дефект резонанса и увеличить сечение реакции. Численную оценку такого явления предстоит провести.

аналогии с процессами радикального дезаминирования и декарбоксилирования цвиттерионного субстрата (<sup>11</sup>), может приводить к переносу электрона на НВМО радикала и денитрированию поверхности.

Авторы благодарят А. Я. Розовского и Р. Ф. Ануфриенко за полезные обсуждения.

Институт химической физики  
Академии наук Армянской ССР

Ա. Ա. ՄՈՒՐԱԴՅԱՆ, Թ. Ա. ԳԱՐԻԲՅԱՆ, Ռ. Ս. ԱՍԱՏՐՅԱՆ

Արժաթի նիտրատով ներծծված պեմզայի մակերևույթից  $\text{NO}_2$  ֆրագմենտների դուրս մղումը ազատ ալիլային ռադիկալներով

Ռադիկալների և մետաղների իոնների առաջացրած կոմպլեքսային միացությունների կայունացման հարցը կարելի է լուծել, եթե լիգանդի փոխանակումը ուղեկցվում է պարամագնետիկ վերջնանյութի արտանետումով: Ներկայացված աշխատանքում այդ երևույթը նկատվել է մակերեսի վրա նստեցրած արժաթի նիտրատի և ալիլային ռադիկալների փոխազդեցության ժամանակ: Մոդելային քվանտա-քիմիական հաշվարկների միջոցով առաջարկվել է օրրիտալային ռեզոնանսի մեխանիզմը: Հետևություններ է արվել նման պրոցեսներում փոխազդող  $\text{C}_3\text{H}_5$  և դուրս մղվող  $\text{NO}_2$  ռադիկալների տոպոլոգիական նմանության կարևորության մասին:

#### ЛИТЕРАТУРА—ԴՐԱՇԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

<sup>1</sup> А. Б. Налбандян, А. А. Мантошян. Элементарные процессы в медленных газо-фазных реакциях, Изд-во АН АрмССР, Ереван, 1975. <sup>2</sup> А. А. Muradyan, К. Г. Gagaryan, Т. А. Garibyan е. а., Oxid. comm., v. 5, № 3, 4, p. 463 (1983). <sup>3</sup> П. Эткинс, М. Саймонс, Спектры ЭПР и строение неорганических радикалов, Мир, М., 1970. <sup>4</sup> А. А. Мурадян, Т. А. Гарибян, А. Б. Налбандян, Кинетика и катализ № 5, 1988. <sup>5</sup> В. В. Садовников, А. М. Гефтер, Изв. АН СССР. Сер. хим., № 6, с. 1220—1227 (1976). <sup>6</sup> А. Я. Розовский, Л. А. Витнова, В. Ф. Третьякова и др., Кин. и кат. т. 23, № 6, с. 1407—1412 (1982). <sup>7</sup> Ю. А. Колбановский, С. Г. Гагарин, ДАН СССР, т. 278, № 3, с. 669—672 (1984). <sup>8</sup> G. A. Oxlin, H. Huber, D. Mintosh е. а., J. Amer. Chem. Soc., v. 101, p. 3504 (1979). <sup>9</sup> Ю. А. Колбановский, С. Г. Гагарин, Кин. и кат., т. 29, вып. 1, с. 88—93 (1988). <sup>10</sup> Р. С. Асатрян, Реакционные способности органических соединений, Тарту, 1987. <sup>11</sup> Р. С. Асатрян, Тезисы докл. IX Всесоюзн. совещ. по квантовой химии, Ивано, ч. 2, с. 121—122, 1985.

УДК 551.7

ГЕОЛОГИЯ

М. А. Сатнан, А. В. Варданян, И. В. Кванталиани

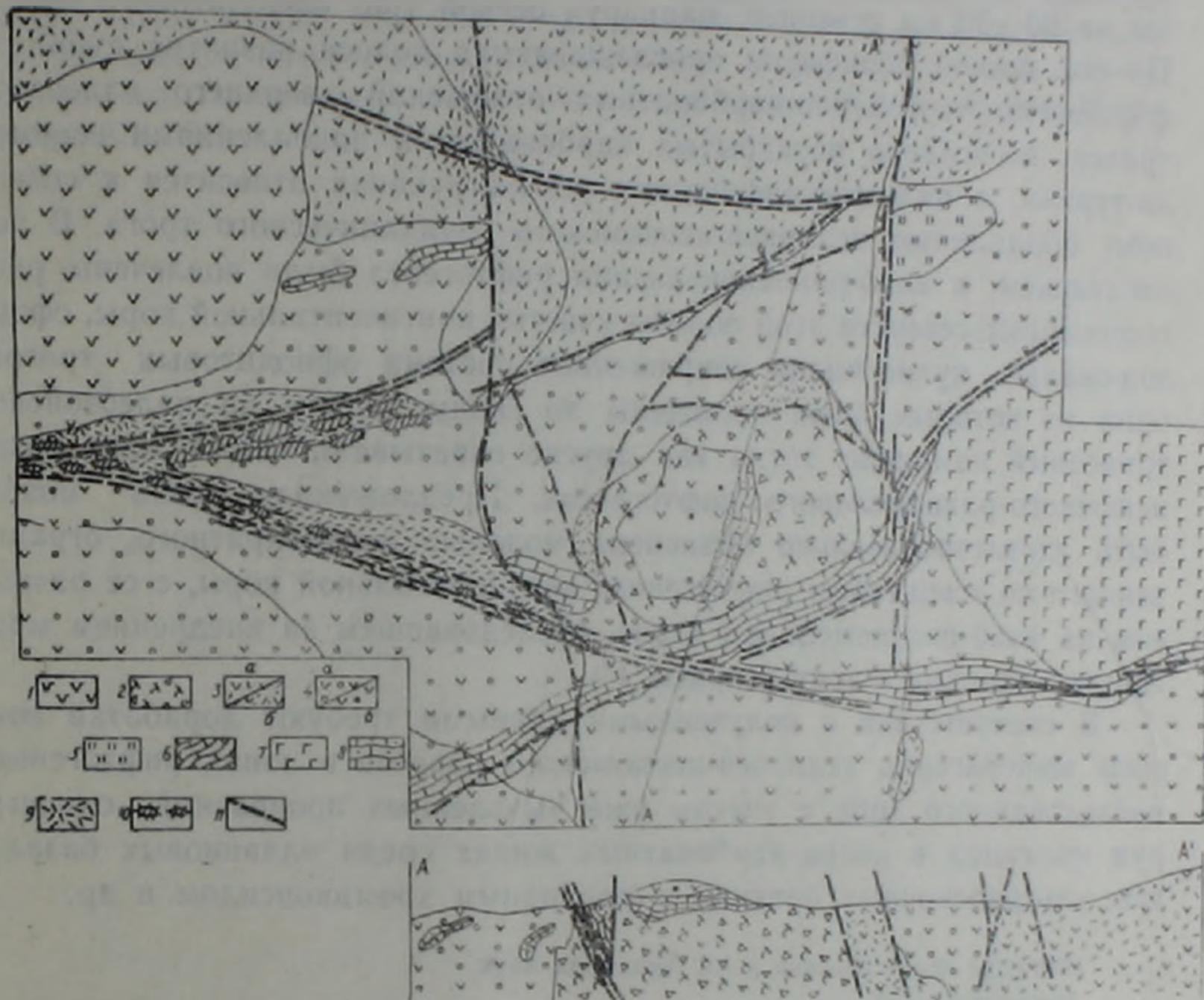
### Открытие отложений берриаса в Вединской офиолитовой зоне Малого Кавказа

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Т. Асланяном 26/II 1989)

В юго-восточной части ядра Ерахской антиклинали в поле развития миндалекаменных базальтов выявлена линза известняков, содержащих остатки аммонитов берриаса. От соседних выходов базальтов, датированных К/Аг в 90—95 млн. лет, данный выход обособляется системой близширотных и меридиональных разломов (рисунок). Помимо шаровидных оливиновых высокотитанистых и низкокальциевых базальтов, здесь картируются внедрившиеся в базальты брекчии сильно метасоматизированных хромдиоксидсодержащих ультраосновных пород. Известняки несогласно залегают на размывтой поверхности брекчий и несогласно на известняках залегают вулканосреднеобломочные породы. Мощность известняков до 2 м, а видимая протяженность достигает 7 м, порода тонкослоистая, розовато-серая, под микроскопом обнаруживает биоморфную структуру: обилие кальцитизированных раковин радиолярий в мелкозернистом карбонатном материале, а также обрывки, а иногда и целые мелкие раковины аммонитов, обрывки мшанок и водорослей, редкие раковины фораминифер сем. *Lagenidae*, *Textulariidae*.

В верхней части пачки известняки зеленовато-серые, более комковатые, под микроскопом в них определяется обильная витрокластическая примесь пузыристого, слабо хлоритизированного основного стекла, изредка с кристаллами клинопироксена, оливина. В этих слоях выявлено наибольшее скопление остатков аммонитов, среди которых были определены: *Berriasella* cf. *Jacobi* Maz., *Berriasella* cf. *lorloli* (Zit.), *Lytoceras* cf. *honnurati* (d'Orb.), *Haploceras* *carachtheis* Zensch., *Himalayites* sp., *Ptychophylloceras* sp., датирующие возраст известняков берриасом (определение И. В. Кванталиани). Плохой сохранности фаунистические остатки определяются и в карбонатных промежутках между шарами базальтов—сильно кальцитизированные остатки раковин радиолярий, в несогласно залегающих над известняками вулканосреднеобломочных отложениях в составе цемента обнаруживаются фрагменты мшанок. Таким образом, ассоциация вулканических пород и известняков, как видно, сформировалась в единой фацальной зоне бассейна, в поле карбонатной седиментации. О сравнительно малой глубокководности бассейна свидетельствуют и обнаруженные обрывки

водорослей, привнесенные с расположенного вблизи мелководья. Эта ассоциация пород, взаимно связанная по времени и месту формирования, не может быть отнесена к олистограмово-олистоликовым накоплениям. Сходство пирокластической примеси в известняках с породообразующим компонентом прорывающих базальты вулканокластических образований, литовитрокластических по составу, дает повод ду-



Схематическая геологическая карта участка развития отложений берриаса. Ерахская антиклиналь. 1—пикробазальты щелочные (К/Аг 90 млн. лет). 2—брекчии ультрабазитов с хромдиопсидом; 3, а—туфы литовитрокластические высокомагнезиальные и высококальциевые (К/Аг 95 млн. лет), б—туфы литокристалло-витрокластические высокомагнезиальные, низкокальциевые; 4, а—базальты миндалекаменные магнезиальные, низкокальциевые и пикробазальты, б—вулканобломочные отложения; 5—силициты с глобулярной структурой; 6—известняки микрокристаллические и перекристаллизованные с пропластками радиоляритов; 7—габбро; 8—известняки биоморфные с аммонитами берриаса; 9—участки гидротермального изменения пород; 10—кварц-карбонатные жилы с марганцевым оруденением; 11—разломы

мать, что карбонатонакопление было прервано этими взрывами. Пока нет данных о полной мощности карбонатно-вулканогенной толщи, включающих отложения берриаса, и о ее возрастных границах. По К/Аг датировкам возраст обнаруженных в туфах (1) офиолитовой ассоциации обломков щелочных базальтов, щелочных габбро определяется келловеем (2). Соответственно, возрастной интервал накопления карбонатно-вулканогенной толщи может быть от келловея до берриаса и, видимо, до неокома включительно, учитывая также К/Аг датировки

резургентных обломков базальтов в 120 млн. лет <sup>(2)</sup>. Время фрагментации толщи, вероятно, приурочено к австрийской фазе. Последующий этап рифтогенеза более надежно датируется альб-раннеконьякским временем—этапом формирования офиолитовой ассоциации <sup>(3)</sup>. Результаты картирования показывают, что выявленный фрагмент карбонатно-вулканогенной толщи— берриаса сонаходится с краевыми разрезами известняково-кремнисто-вулканогенной формации офиолитовой ассоциации, между тем как наиболее глубоководные и мощные ее разрезы расположены на 20—30 км севернее, маркируя осевой трог офиолитового трога. По его южной периферии прослеживаемая полоса развития субплатформенных терригенно-карбонатных отложений верхнего палеозой-триаса, несогласно перекрытых карбонатными накоплениями сеноман-турона, в палеогеографических реконструкциях относится к северному обрамлению келловей-неокомского вулканического трога. В последующем, в альб-раннеконьякский рифтогенез были вовлечены расположенные севернее этой полосы участки континентальной коры, сформировалась кулисовидно сопряженная система офиолитовых трогов, одни из которых были наложены по своим краям на палеозойско-триасовый комплекс, тогда как другие охватывали также зоны позднеюрского-раннемелового рифтогенеза. Предложенная схема может быть удовлетворительно объяснена моделью неоднократного, ограниченного по масштабам рифтогенеза континентальной коры, с ее разрывом на альб-позднемеловом этапе, последовавшем за внедрением магматического диапира в зону разрыва <sup>(4)</sup>.

В соответствии с полученными данными требуют доработки вопросы минерализации келловей-неокомского разреза в зонах рифтогенеза наследованного типа с учетом уже выявленных проявлений окисных руд марганца в кварц-карбонатных жилах среди оливиновых базальтов, ультраосновных брекчий с ювелирным хромдиопсидом и др.

Институт геологических наук Академии наук

Армянской ССР

Геологический институт Академии наук Грузинской ССР

Մ. Ա. ՍԱԲՅԱՆ, Ա. Վ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Ի. Վ. ԿՎԱՆՏԱԼԻԱՆԻ

Բերիասի նստվածքների հայտնաբերումը Փոբր կովկասի Վեդու  
օֆիոլիտային զոնայում

Երախի անտիկլինալի միջուկում հայտնաբերված բերիասի հասակի նստվածքները (ըստ հավաքված ամոնիտային ֆաունայի) հնարավորություն է ընձեռնում վերանայել Վեդու օֆիոլիտային զոնայի տեկտոնական զարգացման պատմությունը:

Ս. Ռաջարկվում է հիշյալ զոնայի զարգացման բազմացիկլայնության սխեմա հետևյալ բաղադրիչներով. սկզբնական (կելովեյ-նեոկոմ) մայրցամաքա-

յին ռիֆտագոյացման զոնա, և հետագա (ալթ-վաղկոնյակ) ռիֆտագոյացում, որոնց հետ սերտորեն կապված են օֆիոլիտագոյացումները: Ռիֆտառաջացման նշված երկու փուլերի միջև ենթադրվում է ծալքառաջացման ավստրիական ֆազան:

#### ЛИТЕРАТУРА.—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

<sup>1</sup> М. А. Сатиан, Г. А. Ханзадян, Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. 40, № 5, с. 64—66 (1987). <sup>2</sup> Г. П. Багдасарян, А. В. Барданян, М. А. Сатиан, Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. 41, № 6, с. 18—30 (1988). <sup>3</sup> А. Т. Асланян, М. А. Сатиан, Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. 30, № 4—5, с. 13—26 (1977). <sup>4</sup> А. Т. Асланян, М. А. Сатиан, Тектонические условия становления офiolитовых зон, Ереван, Изд-во АН АрмССР, 1987

Ր Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն 88-րդ հատորի

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

42

Ի. Վ. Հակոբյան—Ինքնահամալուծ և ունիտար օպերատորների համար հետքերի  
բանաձևի մի նոր ապացույցի մասին . . . . . 3

Վ. Մ. Մալոտիցոսյան—Ֆուրյեի ձևալուծությունը կշռային  $L_2(R)$  տարածություն-  
ներում . . . . . 8

Վ. Մ. Մալոտիցոսյան—Հիլբերտի օպերատորին նման օպերատորների մասին. վերու-  
ծության թեորեմներ . . . . . 51

Ի. Վ. Հովհաննիսյան—Մ. Մ. Ջրբաշյանի  $N_\alpha(-1 \quad \alpha < 0)$  դասի ֆունկցիաների մի  
ներկայացման մասին . . . . . 55

Բ. Ե. Բաբոսյան—Վերջավոր բազմությունների  $\{F\}$ -անջատելի ենթաբազմությունների  
բանակի մասին . . . . . 61

Գ. Ա. Սուխասյան—Ֆունկցիաների դեֆեկտների մասին, որոնց զրոները և քննոները  
պարզ են, իրար հաջորդում են և ընկած են ճառագայթների համակարգի վրա . . . . . 65

Գ. Գ. Էմին—Միջոցադիկալները բոլոր օղակների վրա մոդուլների կատեգորիայում . . . . . 71

Ի. Տ. Բաղդասարյան, Ա. Գ. Հունանյան—Մ. Մ. Ջրբաշյանի  $B_n(z, z_k)$  ար-  
տադրյալների մոդուլի գնահատական ներքևից . . . . . 99

Ա. Հ. Սարգսյան—Պարզ ծրագրերի մի դասի համար օրինակելի լրիվ համակարգ  
կառուցելու պրոբլեմը . . . . . 108

Ա. Է. Ջրբաշյան—Ինտեգրալ ներկայացումներ միավոր գնդում հարմոնիկ վեկտո-  
րական ֆունկցիաների դասերի համար . . . . . 112

Ս. Ա. Կրիզոբյան—Մերոմորֆ ֆունկցիաների ընդհանրացում . . . . . 147

Կ. Վ. Գալսյաբյան—Էքսպոնենցիալ մարտինգալների հավասարաչափ ինտեգրելիու-  
թյան բավարար պայմանները . . . . . 150

Ս. Գ. Ղաբազիբակյան—Սուբկոնստրուկտիվ տրամաբանության որոշ հանրահա-  
վական և դեդուկտիվ հատկություններ . . . . . 195

ԿՒՐԱՌԱԿԱՆ ՄՍԹԵՄԱՏԻԿԱ

Ի. Ս. Մինասյան—Դյուրին խառնվող հեղուկով լցված սնամեջ գնդում ջերմության  
պարբերական հոսքը . . . . . 155

ՄԵՆԱՆԻԿԱ

Ա. Գ. Իրոզդով—Առաձգական մարմինների իրարից անջատման տեսության մեջ  
Գիբսի մեթոդը . . . . . 117

ԱՌԱՉԴԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Ս. Մ. Մյսիբաբյան—Կամայական թվով ճաթեր կամ բարակ ներդրակներ պարունա-  
կող աստիճանային որենքով անհամասեռ հարթության լարվածային վիճակի մասին խըն-  
դիրների շուրջը . . . . . 12

Վ. Ն. Հակոբյան—Կոշտ ներդրակով ուժեղացված առաձգական սեպի համար մի կոն-  
տակտային խնդրի մասին . . . . . 77

Բ. Լ. Աբրահամյան—Առաձգականության տեսության խնդիրներում հանդիպող Սես-  
սելի ֆունկցիաներով որոշ գույգ ինտեգրալ հավասարումների վերաբերյալ . . . . . 121

Ա. Ա. Լաբլոյան, Լ. Մ. Վաբդանյան—Հատած սեպի ջերմային խնդիր . . . . . 125

Ս. Գ. Սանակյան—Անհամասեռ առաձգական միջավայրի վեկտորական ալիքային  
հավասարումը ընդհանրացված պոտենցիալների միջոցով . . . . . 163

Լ. Ա. Աղալովյան, Կ. Գ. Խաչատրյան—Ոչ զասական տիրույթների համար առանձնազանության տեսության եզրային խնդիրների լուծման ասիմպտոտիկ մեթոդի մասին 198

**ՅԻՋԵԿԱ**

Կ. Ռ. Ալավերդյան, Յու. Լ. Վարդանյան—Պիկոնդենսատային կորիզով շերտավոր կոնֆիգուրացիայի նեյտրոնային աստղի կոլապսի մասին 18

Ժ. Ռ. Խաչատրյան—50—90 կմ բարձրությունների վրա փոքր գազային բաղադրիչների որոշման արբանյակային ռադիոլոկացիոն ղուպլերյան մեթոդը 82

Կ. Լ. Հովհաննիսյան, Ա. Գ. Պետրոսյան, Գ. Հ. Շիրինյան—Բարիումի մետաբորատի  $\alpha$ - և  $\beta$ -ֆազերի հալույթից առաջանալու առանձնահատկությունները 130

Ս. Կ. Ավետիսյան, Ս. Ս. Գանազույան, Հ. Խ. Մինասյան—Ինֆրակարմիր ճառագայթման միջոցնային բազմաֆոտոն կլանումը Ge-ում 168

**ԿՆՈՅԻՋԻԿԱ**

Վ. Ռ. Գամոյան—Դաշտի աղբյուրի առանձնահատկությունների հաշվառումը թափառող հոսանքների մեթոդով աշխատելիս 22

Ա. Ն. Կազով, Գ. Մ. Հովհաննիսյան, Յու. Պ. Սկովորոդկին—Լեռնային ապարների չրահագեցած և չոր նմուշներում էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի առաջացումը ձևական ազդեցության տակ 135

Մ. Ս. Բաղայան, Կ. Ս. Վաթեղյան, Հ. Մ. Խուրշուդյան, Ն. Մ. Յակոբի—Ջերմության մերձակերևութային աղբյուրները Հայաստանի նորագույն հրաբխականության գոտում 202

Ա. Մ. Ավետիսյան, Ա. Գ. Մանուկյան—Երկրաշարժի կոորդինատների օջախի ժամանակի և սեյսմիկ ալիքների արագությունների որոշման մեթոդ 208

Ի. Ա. Նեբեսով, Լ. Ա. Հախվերդյան, Վ. Ի. Ժուրավյով, Խ. Վ. Կիրակոսյան, Ա. Յա. Սիլյուրյան—«Գառնի» երկրաֆիզիկական դիտարանի թունելայնաբանում այլաձևափոխությունների և տեղումնային դաշտերի սինթրոն դիտարկումների արդյունքները 212

**ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ԿՈՆՍՏՐՈՒԿՑԻԱՆԵՐ**

Լ. Ա. Բորիսով, Յու. Մ. Զուդինով, Յու. Ա. Կասպարյան—Պրոֆիլավորված թերթերով ձայնակլանիչ կոնստրուկցիայի իմպեդանսի հաշվարկը 218

**ՅԻՋԻԿԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ**

Ա. Ա. Մուրադյան, Բ. Ա. Ղարիբյան, Ռ. Ս. Ասատրյան—Արծաթի նիտրատով ներծրծված պեմզայի մակերևույթից NO<sub>2</sub> ֆրագմենտների դուրս մղումը ազատ ալիլային ռադիկալներով 224

**ՍՐԳԱՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ**

Հ. Վ. Ազատյան, Փ. Ս. Կինոյան, Յու. Ի. Գուդիմենկո, Վ. Ն. Զապլիշնի, Գ. Մ. Գոդոսյան—Սայրային ացետիլենային կապ պարունակող սիմ.-տրիազինային օլիգակիմերների սինթեզը, հատկությունները և պոլիմերումը 87

**ԵՐԿՐԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ**

Մ. Ա. Ուարյան, Ա. Վ. Վարդանյան, Ի. Վ. Կվանտալիանի—Բերիասի նստվածքների հայտնաբերումը Փոքր Կովկասի Վեդու օֆիոլիտային զոնայում 228

**ՄԻԿՐՈԲԻՈԼՈԳԻԱ**

Ժ. Ա. Կոնյան, Ն. Ն. Սարգսյան, Վ. Ի. Զեբնով, Ա. Ս. Մինասյան—S. derby-ի բջիչների մորֆոլոգիական հետազոտությունները 26

**ՍՈՒԿՈՒԼՅԱՐ ԿԵՆՈՒԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ**

Ա. Ս. Աղաբալյան, Ս. Յ. Գավրյան, Է. Վ. Մանուկյան, Վ. Ա. Մաբտիբաջյան, Լ. Ա. Լուսինյան, Ռ. Ա. Զախարյան—ՌևՔ-ի կայցիումային ձևերի ազդեցությունը ուռուցքային պրոցեսի զարգացման վրա 31

Ա. Ս. Աղաբալյան, Լ. Ա. Լուսինյան, Ռ. Ա. Զախարյան—ԱսԼՎ ռետրովիրուսի բազմաճյուղի ճնշումը Ca-երկթել ՌՆՔ-ի և դրոմներից ստացված Ca-ցածրամոլեկուլյար ՌՆՔ պրեպարատներով 93

ԲԻՈՔԵՄԻԱ

Ի. Թ. Աղունց, Հ. Կ. Փարսազանյան, Ի. Ի. Աղունց—Հիմնային և թթվային ֆոսֆատազների ակտիվության կախվածությունը վանադատի տարրեր խտություններից . 35

Ա. Ա. Վարդանյան, Ի. Վ. Ապրիկյան—Մեմբրանային սպիտակուցների մեթիլացման և ցԱՄՖ-ի համակարգի փոխկապակցվածությունը սպիտակ առնետի ուղեղի նյարդային վերջույթներում . . . . . 39

Ռ. Ա. Զախարյան, Հ. Գ. Գալստյան, Մ. Կ. Վարդանյան, Ն. Տ. Գասպարյան—Ոսկրուղեղի բջիջներում վերակառուցված նուկլեոսոմների կազմում HSV-1 տիմիդինկինազայի գենի էքսպրեսիան . . . . . 173

ՄԻՋԱՏԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ր. Մ. Մաման, Լ. Ս. Միրումյան—Մերկ մատատուկը (*Glycyrrhiza glabra* L.) վնասող զալամյակի նոր տեսակ *Sophoromyia armenica* Namäev et Mirumian sp. n. (Diptera, Cecidomyiidae) . . . . . 43

Ա. Պ. Կարապետյան—Ընդակեր բզեզների նոր տեսակ Հայկական ԽՍՀ-ից (Coleoptera, Bruchidae) . . . . . 178

ԴՆՂԱԴՈՐԾՈՒԹՅՈՒՆ

Ս. Է. Հակոբով, Մ. Ա. Սարգսյան—Նիֆեդիպինի ֆարմակոդինամիկայի և ֆարմակակինետիկայի ուսումնասիրումներ ուղեղի արյան շրջանառության խանգարման ժամանակ 140

ԲԺՇԿԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ա. Մ. Խզարչյան, Ս. Ս. Գամբաբով, Թ. Վ. Աղասարյան, Լ. Գ. Մխեյան, Կ. Մ. Մարկոսյան, Ա. Ժ. Խանդանյան, Վ. Մ. Շեկոյան—Բ-ակտիվների կողմից S-սուպրեսորների էֆեկտի շեղումը ճեղքած ճարձի շուրջը . . . . . 46

Խ. Ս. Սայադյան, Ա. Վ. Զիլֆյան—Կալցիումի հոմեոստազը ասպահովող մեխանիզմների ձևաշրջումը: Բջջի կալցիում-ոնգոլյատոր համակարգի ձևաշրջումը . . . . . 181

Վ. Մ. Հաբուրյունյան, Գ. Ա. Գրիգորյան—Կալցիումի փոխանակության հորմոնալ կանոնավորման վիճակը պարբերական հիվանդության ժամանակ . . . . . 185

ՅԻՋԻՈՂՈԳԻԱ

Ի. Ո. Գրիգորյան, Ա. Մ. Ստոլբերգ, Ս. Ն. Հայրապետյան—Խ/սունջների կառավարող նյարդային բջիջների ֆարմակոլոգիական բնութագիրը: . . . . . 189

## СОДЕРЖАНИЕ 88-го ТОМА

### МАТЕМАТИКА

Р. В. Аколян—Об одном новом выводе формулы следов для самосопряженных и унитарных операторов . . . . .	3
В. М. Мартиросян—Преобразование Фурье в $L_2(\mathbb{R})$ с весом . . . . .	8
В. М. Мартиросян—Об операторах, подобных оператору Гильберта; теоремы разложения . . . . .	51
И. В. Оганисян—Об одном представлении функций класса $N_\alpha$ ( $-1 < \alpha < 0$ ) . . . . .	55
М. М. Джрбашяна . . . . .	55
Б. Е. Торосян—О числе $\{F\}$ -отделимых подмножеств в конечных множествах . . . . .	61
Г. А. Сукиасян—Дефекты функций с простыми нулями и полюсами, чередующимися на системе лучей . . . . .	65
Г. Г. Эмин—Предрадикалы в категории модулей над всеми кольцами . . . . .	71
Д. Г. Багдасарян, А. Г. Унанян—Оценка снизу модуля произведений $V_\alpha(z, z_k)$ . . . . .	99
М. М. Джрбашяна . . . . .	99
А. А. Саркисян—О проблеме построения полной системы примеров для одного класса простых программ . . . . .	108
А. Э. Джрбашян—Интегральные представления для классов гармонических векторных функций в единичном шаре . . . . .	112
С. А. Григорян—Обобщенные мероморфные функции . . . . .	147
К. В. Гаспарян—Достаточные условия равномерной интегрируемости экспоненциальных мартингалов . . . . .	150
С. Г. Карагебабян—Некоторые алгебраические и дедуктивные свойства субконструктивной логики . . . . .	195

### ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Р. С. Минасян—Периодическое течение тепла в полом шаре, заполненном хорошо перемешиваемой жидкостью . . . . .	155
---	-----

### МЕХАНИКА

А. Д. Дроздов—Метод Гиббса в теории отрыва упругих тел . . . . .	117
--	-----

### ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

С. М. Мхитарян—К задачам о напряженном состоянии неоднородной по степенному закону плоскости, содержащей произвольное число щелей или тонких включений . . . . .	12
В. Н. Аколян—Об одной контактной задаче для упругого клина, усиленного жестким включением . . . . .	77
Б. Л. Абрамян—О некоторых интегральных уравнениях с функциями Бесселя, встречающихся в задачах теории упругости . . . . .	121
А. А. Баблоян, Л. М. Варданян—Температурная задача для усеченного клина . . . . .	125
С. Г. Саакян—Векторное волновое уравнение для неоднородной упругой среды через обобщенные потенциалы . . . . .	163
Л. А. Агаловян, Г. Г. Хачатрян—Об асимптотическом методе решения краевых задач теории упругости для неклассических областей . . . . .	198

## ФИЗИКА

- Г. Б. Алавердян, Ю. Л. Вартанян—О коллапсе нейтронной звезды к слоистой конфигурации с конденсатным ядром . . . . . 18
- Ж. Б. Хачатрян—Спутниковый радиолокационно-доплеровский метод определения малых газовых компонент на высотах 50–90 км . . . . . 82
- К. Л. Ованесян, А. Г. Петросян, Г. О. Ширинян—Особенности образования  $\alpha$ - и  $\beta$ -фаз метабората бария из расплава . . . . . 130
- С. К. Аветисян, С. С. Данагулян, Г. Р. Минасян—Межзонное многофотонное поглощение инфракрасного излучения в Ge . . . . . 168

## ГЕОФИЗИКА

- В. Б. Гамоян—Учет особенностей источника поля при работе методом блуждающих токов . . . . . 22
- А. Н. Козлов, Г. М. Оганесян, Ю. П. Сквородкин—Возникновение электрических и магнитных полей во влагонасыщенных и сухих образцах горных пород под действием давления . . . . . 135
- М. С. Бадилян, К. С. Вартанян, А. М. Хуршудян, Н. М. Якоби—Приповерхностные источники тепла в неовулканической области Армении . . . . . 202
- А. М. Аветисян, А. Г. Манукян—Метод одновременного определения координат гипоцентров землетрясений, времени в очаге и скорости сейсмических волн . . . . . 208
- И. Л. Нерсесов, Л. А. Ахвердян, В. И. Журавлев, Х. В. Киракосян, А. Я. Сидорин—Результаты синхронных деформографических и электротеллурических наблюдений в штольне обсерватории «Гарни» . . . . . 212

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

- Л. А. Борисов, Ю. М. Чудинцов, Ю. А. Гаспарян—Расчет импеданса звукопоглощающей конструкции на основе профилированной пленки . . . . . 218

## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. А. Мурадян, Т. А. Гарибян, Р. С. Асатрян—Вытеснение свободными аллильными радикалами фрагмента  $\text{NO}_2$  с поверхности нанесенного на пемзу  $\text{AgNO}_3$  . . . . . 224

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. В. Азатян, Ф. С. Киноян, Ю. И. Гудименко, В. И. Заллишный, Г. М. Погосян—Синтез, свойства и полимеризация сим-триазинсодержащих олигоэфиров с терминальной ацетиленовой связью . . . . . 87

## ГЕОЛОГИЯ

- М. А. Ситян, А. В. Варданян, Н. В. Кванталиани—Открытие отложений берриаса в Вединской офиолитовой зоне Малого Кавказа . . . . . 228

## МИКРОБИОЛОГИЯ

- Ж. А. Кцоян, Н. И. Саркисян, В. И. Чернов, А. С. Минасян—Морфологическая гетерогенность клеток *Salmonella derby* . . . . . 26

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

- А. С. Агабалян, О. Я. Дивчян, А. А. Багдасарян, Э. В. Манукян, В. С. Мартиросян, Л. А. Рухкян, Р. А. Захарян—Влияние кальциевых форм РНК на развитие опухолевого процесса . . . . . 31
- А. С. Агабалян, Л. А. Рухкян, Р. А. Захарян—Подавление размножения ретровируса MuLV препаратами Са-ди РНК и Са низкомоллекулярной РНК из дрожжей . . . . . 93

## БИОХИМИЯ

- Г. Т. Адунц, Г. К. Парсаданян, Г. Г. Адунц—Зависимость активности щелочной и кислой фосфатаз от различных концентраций ванадата . . . . . 35

- А. А. Вартанян, Г. В. Априкян—О взаимосвязи метилирования мембранных белков нервных окончаний мозга белых крыс с системой цАМФ . . . . . 39
- Р. А. Захарян, Г. Г. Галстян, М. К. Варданян, Н. Т. Гаспарян—Экспрессия гена тимидинкиназы HSV—1 в составе реконструированных нуклеосом в клетках костного мозга . . . . . 173

## ЭНТОМОЛОГИЯ

- Б. М. Мамаяев, Л. С. Мирумян—Новая галлица *Sophoromyia armenica* Mamaev et Mirumian sp. n. (Diptera, Cecidomyiidae), повреждающая солодку голую (*Glycyrrhiza glabra* L.) . . . . . 43
- А. П. Карапетян—Новый вид жуков зерновок из Армянской ССР (Coleoptera, Bruchidae) . . . . . 178

## ФАРМАКОЛОГИЯ

- С. Э. Акопян, М. А. Саркисян—Исследование фармакодинамики и фармакокинетики инфедипина при нарушениях мозгового кровообращения . . . . . 140

## МЕДИЦИНА

- А. М. Хзарджян, С. С. Гамбаров, Т. В. Асисян, Л. Д. Мхечян, К. М. Миркосян, А. Ж. Ханданян, В. А. Шекоян—К вопросу о механизме блокирующего действия В-активина на эффекты Т-супрессии . . . . . 46
- Х. С. Саядян, А. В. Зильфян—Эволюция механизмов, обеспечивающих кальцевый гомеостаз. Эволюция кальцийрегулирующей системы клетки . . . . . 131
- В. М. Арутюнян, Г. А. Григорян—Состояние гормональной регуляции кальцевого обмена при периодической болезни . . . . . 185

## ФИЗИОЛОГИЯ

- Г. Е. Григорян, А. М. Стольберг, С. Н. Абрапетян—К фармакологической характеристике командных нейронов оборонительного поведения виноградной улитки . . . . . 189

## CONTENTS of 98th VOLUME

### MATHEMATICS

	P.
<i>R. V. Hakopian</i> —On new proof of traceformulae for self-adjoint and unitary operators . . . . .	3
<i>V. M. Martirosian</i> —Fourier transform in weighted $L_2$ -spaces . . . . .	8
<i>V. M. Martirosian</i> —On the operators, similar to Hilbert operator; decomposition theorems . . . . .	51
<i>I. V. Hovhannisian</i> —On a representation of functions of the class $N_\alpha(-1 < \alpha \leq 0)$ of M. M. Džrbashian . . . . .	55
<i>B. E. Torossian</i> —On the number of $\{F\}$ -separable subsets of finite sets.	61
<i>G. A. Suklasián</i> —On the defects of the functions with simple zeros and poles alternating on the system of rays . . . . .	65
<i>G. G. Emin</i> —Preradicals in the category of modules over all rings . . . . .	71
<i>D. T. Bagdasarjan, A. G. Hununjan</i> —The estimate from below of $B_2(z; z_k)$ modulus of M. M. Džrbashian products . . . . .	99
<i>A. A. Sarkissian</i> —On problem of construction complete sample system for one class of simple programmes . . . . .	108
<i>A. E. Džrbashian</i> —Integral representations for classes of harmonic vector-functions in the unit ball . . . . .	112
<i>S. A. Grigorjan</i> —Generalized meromorphic functions . . . . .	147
<i>K. V. Gasparian</i> —Sufficient conditions for uniform integrability of exponential semimartingales . . . . .	150
<i>S. G. Gharagebakian</i> —Some algebraic and deductive properties of subconstructive logic. . . . .	195

### APPLIED MATHEMATICS

<i>R. S. Minasian</i> —Periodic heat flow in a hollow ball, filled by good mixed liquid . . . . .	155
---	-----

### MECHANICS

<i>A. D. Drozdov</i> —Gibbs method in the theory of fracture of elastic bodies	117
--	-----

### THEORY OF ELASTICITY

<i>S. M. Mchitarian</i> —To the problems on stressed state of power-law nonhomogeneous plane, involving arbitrary number of cracks or thin inclusions . . . . .	12
<i>V. N. Hakopian</i> —On a contact problem for an elastic wedge stiffened by a rigid inclusion . . . . .	77
<i>B. L. Abramjan</i> —On certain dual integral equations with Bessel functions occurring in problems of elasticity theory . . . . .	121
<i>A. A. Babloyan, L. M. Vardanian</i> —Thermal problem for truncation wedge . . . . .	125
<i>S. G. Sahakian</i> —Vector wave equation for the nonhomogeneous elastic medium by generalized potentials . . . . .	163
<i>L. A. Agalovian, G. G. Khachatryan</i> —On an asymptotic method of edge problems solution of theory of elasticity for nonclassical domains. . . . .	198

### PHYSICS

<i>G. B. Alaverdian, Yu. L. Vartanjan</i> —On the collapse of a neutron star to the configuration with pion-condensed core . . . . .	18
--	----

<i>J. B. Khachatryan</i> —Satellite radiolocation-Doppler method of small determination gas component 50–70 km height. . . . .	82
<i>K. L. Movhannessian, A. G. Petrossian, G. H. Shirinian</i> —Peculiarities of forming of barium metaborate $\alpha$ - and $\beta$ -phases from alloy . . . . .	150
<i>S. K. Avetisyan, S. S. Danagullian, H. R. Minasian</i> —Interband multiphoton absorption of infrared radiation in Ge. . . . .	168

## GEOPHYSICS

<i>W. B. Gamoyan</i> —Peculiarities of calculation of field sources during the work by the method of room currents . . . . .	22
<i>A. N. Kozlov, G. M. Hovhannisian, Yu. P. Skovorodkin</i> —Electrical and magnetic field originating in water-saturated and dry rock samples under the influence of pressure. . . . .	135
<i>M. S. Badalian, K. S. Vartanian, H. M. Khurshudian, N. M. Yakoble</i> —Surfacial sources of the heat flow in the armenian neovolcanic zone . . . . .	202
<i>A. M. Avetissian, A. G. Manukian</i> —The method of synchronous definition of the earthquake centre, time in the focus and speed of seismic waves. . . . .	204
<i>I. L. Nersesov, L. A. Akhverdian, V. I. Juravljov, Kh. V. Kirakosian, A. Ja. Sydorin</i> —The results of synchronic deformographical and electrotelluric observations in the mine of observatory „Garny“ . . . . .	212

## BUILDING CONSTRUCTION

<i>L. A. Borisov, Yu. M. Chudinov, Yu. A. Gasparian</i> Design equation impedance sound-absorbing systems for profiled panel . . . . .	218
--	-----

## PHYSICAL CHEMISTRY

<i>A. A. Muradlian, T. A. Garibian, R. S. Asutrian</i> —Displacement of $\text{NO}_2$ fragment from the surface of supported $\text{AgNO}_3$ . . . . .	224
--	-----

## ORGANIC CHEMISTRY

<i>H. V. Azatian, F. S. Kinoyan, Ju. I. Gudimenco, V. N. Zaplitshni, G. M. Pogossian</i> —Cytotoxic properties and polymerisation of s-triazinic oligoethers with terminal acetylenic bond . . . . .	87
--	----

## GEOLOGY

<i>M. A. Sattian, A. V. Vardanian, I. V. Kvantaliani</i> —The Berrias deposit discovery in Vedi ofiolite zone of the Minor Caucasus. . . . .	228
--	-----

## MICROBIOLOGY

<i>J. A. Ktsoyan, N. N. Sarkissian, V. I. Tchernov, A. S. Minasian</i> —Morphology heterogenation of <i>Salmonella derby</i> cell . . . . .	26
---	----

## MOLECULAR BIOLOGY

<i>A. S. Agaballan, O. Y. Davtian, A. A. Bagdasarjan, E. V. Manukian, V. S. Martirosian, L. A. Ruchkian, R. A. Zakarian</i> —Influence of Ca-RNA on tumor growth . . . . .	31
<i>A. S. Agaballan, L. A. Ruchkian, R. A. Zakarian</i> —Inhibition of magnification of Mufvon the action of ols RNA and low molecular weight RNA from yeast . . . . .	93

## BIOCHEMISTRY

<i>G. T. Aduntz, H. K. Parsadanjan, G. G. Aduntz</i> —Dependence of alkaline and acid phosphatase activity on various concentrations of vanadate. . . . .	35
<i>A. A. Vartanian, G. V. Aprtkian</i> —On the correlation of cAMP system and membrane protein methylation in rat brain synaptosomes . . . . .	39
<i>R. A. Zakharjan, H. G. Galstian, M. K. Vardanian, N. T. Gasparian</i> —	

Expression of HSV-1 tk gene reconstructed in nucleosomes into bone marrow cells . . . . . 173

ENTOMOLOGY

*B. M. Mamaev, L. S. Mirumian*—New gall midges *Scolomyia armenica* Mamaev et Mirumian sp. n. (Diptera, Cecidomyiidae) damaging *Glycyrrhiza glabra* L. . . . . 43

*A. P. Karapetian*—A new species of Bruchidae from the Armenian SSR (Coleoptera, Bruchidae) . . . . . 178

PHARMACOLOGY

*S. E. Akopov, M. A. Sarkisian*—Measurements of pharmacokinetics and pharmacodynamics of nifedipine in cerebrovascular disease . . . . . 110

MEDICINE

*A. M. Khazardjian, S. S. Gambarov, T. V. Agasarian, L. D. Mkheyan, K. M. Markosian, A. J. Khandanian, V. A. Shekoyan*—About mechanism of blocking B-activin effect on T-suppression . . . . . 43

*Kh. S. Sayadian, A. V. Zilfian*—The evolution of mechanisms, security of calcium homeostasis. The evolution of cell Ca-regulatory system . . . . . 181

*V. M. Haroutyunian, G. A. Grigorian*—The state of calcium exchange hormonal regulation in periodic disease . . . . . 185

PHYSIOLOGY

*G. E. Grigorian, A. M. Stolberg, S. N. Karapetian*—On the pharmacological characteristic of command neurons of defensive behavior of snail . . . . . 189