ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ

XXVI, № 4

1958

Խմբագրական կոլեգիա

Դ. Ս. ԴԱՎԹՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս. Ա. Լ. ՄՆԱՑԱԿՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ. Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՁՈՒՄՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագիր). Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ. Ա. Լ. ՄՆՋՈՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս. Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ. Մ. Մ. ՋՐԲԱՇՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագրի տեղակալ):

Редакционная коллегия

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик АН АрмССР (отв. редактор). Г. С. ДАВТЯН, академик АН АрмССР. М. М. ДЖРБАШЯН, академик АН АрмССР. (зам. отв. редактора). В. О. КАЗАРЯН, А. Л. МНДЖОЯН, академик АН АрмССР. А. Г. НАЗАРОВ, чл.-корресп. АН АрмССР. А. Л. ТАХТАДЖЯН, чл.-корресп. АН АрмССР.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԵՎԱՆ

ЕРЕВАН

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Էջ

Մաթեմատիկա

Ն. Գ. Գոլշտեյն—*Մի քանի փոփոխականների հարմոնիկ բազմանդամների ածանցյալների գնահատականները* 193

Ի. Ս. Սարգսյան—*Ըստ* $-\Delta + q(x, y)$ *օպերատորի սեփական ֆունկցիաների վերլուծությունների դիֆերենցման մասին* 201

Գրունտների մեխանիկա

Ս. Ռ. Մեսչյան—*Կապակցված գրունտների կմախքի սողքի դեֆորմացիայի էքսպերիմենտալ հետազոտության մեթոդիկայի մասին* 207

Աստղաֆիզիկա

Ա. Տ. Քալլօղլյան—*Ձողիկավոր գալակտիկաների գունաչափություն: Հաղորդում I* 217

Գեոֆիզիկա

Ց. Գ. Հակոբյան—*Արարատյան հովտի մագնիսական և գրավիտացիոն դաշտերի միջև գոյություն ունեցող մի քանի օրինաչափական հարաբերությունների մասին* 223

Լ. Կ. Թադևոսյան—*Մանրակրկիտ գրավիմետրիական նկարահանման օգտագործումը Հայաստանում երկրի կեղևի խորքային կառուցվածքի ուսումնասիրության համար* 229

Օրգանական քիմիա

Ա. Թ. Բաբայան, *ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից-անդամ*, Մ. Հ. Ինջիկյան և Ս. Ա. Սուրմանյան—*Ալիլ և բենզիլ ռադիկալների ու ազոտի միջև քիմիական կապի համեմատական ամրության մասին* 235

Ագրոքիմիա

Վ. Լ. Անանյան—*Բույսի կողմից ֆոսֆորի յուրացման վրա հողի կարբոնատության ազդեցության հարցի շուրջը: Հաղորդում I* 241

Դեղագործական քիմիա

Ա. Լ. Մնջոյան *ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս*, և Հ. Լ. Մնջոյան—*Հետազոտություն փոխարկված քացախաթթուների ածանցյալների բնագավառում: Հաղորդում XI* . . 245

Միկրոբիոլոգիա

Է. Գ. Աֆրիկյան, Վ. Գ. Թումանյան և Ռ. Հ. Բոբիկյան—*Թափանցող ճառագայթների ազդեցությունը ազոտոբակտերի կուլտուրաների ազոտասիմիլյացիոն ակտիվության վրա* 253

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Математика

Е. Г. Гольштейн—Оценки производных гармонических многочленов нескольких переменных 193

И. С. Саргсян—О дифференцировании разложений по собственным функциям оператора $-\Delta + q(x, y)$ 201

Механика грунтов

С. Р. Месчян—О методике экспериментального исследования ползучести скелета связных грунтов 207

Астрофизика

А. Т. Каллоглян—Колориметрия галактик с перемычкой. Сообщение I. . 217

Геофизика

Ц. Г. Акопян—О некоторых закономерных соотношениях между магнитным и гравитационным полями в Араратской котловине Армянской ССР . . . 223

Л. К. Татевосян—Использование детальной гравиметрической съемки при изучении глубинного строения земной коры в Армении 229

Органическая химия

А. Т. Бабаян, чл-корр. АН АрмССР, *М. Г. Инджикян* и *С. А. Сурманян*—О сравнительной прочности связей радикалов аллил и бензил с азотом . 235

Агрохимия

В. Л. Ананян—К вопросу о влиянии карбонатности почвы на усвоение фосфора растением. Сообщение I. 241

Фармацевтическая химия

А. Л. Мнджоян, академик АН АрмССР, и *О. Л. Мнджонн*—Исследование в области производных замещенных уксусных кислот. Сообщение XI . . 245

Микробиология

Э. Г. Африкян, В. Г. Туманян и *Р. А. Бобикян*—Действие проникающих излучений на азотфиксирующую активность культуры азотобактера 253

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXVI 1958 4

МАТЕМАТИКА

Е. Г. Гольштейн

Оценки производных гармонических многочленов нескольких переменных

708

(Представлено С. Н. Мергеляном 19.XII.1957)

В настоящей заметке даются оценки производных гармонических многочленов для различных классов областей, подобные известным оценкам Маркова и Бернштейна. Далее формулируются вытекающие из этих оценок обратные теоремы теории наилучших приближений гармоническими многочленами.

Как и для многочленов в комплексной области, получение оценок для производных гармонических многочленов сводится к изучению роста многочленов вне исследуемого множества при условии ограниченности их на самом множестве.

Теорема 1. Пусть $P_n(q)$ — гармонический многочлен p переменных степени n.

Если $\max\limits_{q\in K_\alpha^{(p)}} |P_n(q)| \leqslant M$, *где* $K_\alpha^{(p)}$ *— область, определяемая неравенствами*

$$\left(0<\alpha<\frac{\pi}{2}\right)\ x_1^2+\ldots+x_{p-1}^2\leqslant tg^2\alpha\cdot(1-x_p)^2,\quad \frac{1}{2}\leqslant x\leqslant 1,$$

то для любого $\varepsilon>0$

$$\max_{x_1^2+\ldots+x_{p-1}^2(1-x_p)^2\leqslant\rho^2}|P_n(q)|\leqslant C(\varepsilon)\ln n\cdot[1+C_1\rho^\mu]^n\cdot M,\left(\rho\leqslant\frac{1}{4}\right), \tag{1}$$

где $C(\varepsilon)$ *и* C_1 *не зависят от* n *и* ρ, *а* $\mu=\dfrac{1}{2\left(1-\dfrac{\alpha}{\pi}\right)}-\varepsilon$.

Прежде чем приводить доказательство теоремы 1, сформулируем и докажем вспомогательную лемму, представляющую также и самостоятельный интерес.

Лемма. Пусть $P_n(x, y)$ *— гармонический многочлен 2-х переменных степени* n.

Если $\max\limits_{(x,\ y)\in K_\alpha^{(2)}} |P_n(x, y)|\leqslant M$, *то для сопряженного гармоническо-*

го многочлена $Q_n(x, y)$, *удовлетворяющего условию* $Q_n\left(0, \frac{3}{4}\right) = 0$, *справедлива оценка*

$$\max_{(x, y) \in K_\alpha^{(2)}} |Q_n(x, y)| \leqslant C_2 \ln n \cdot M, \tag{2}$$

где C_2 *не зависит от* n.

Доказательство леммы. Из соотношения $\frac{\partial Q_n}{\partial y} = \frac{\partial P_n}{\partial x}$ следует, что $Q_n(0,1) = \int_{y_0}^{1} \frac{\partial P_n(0, y)}{\partial x} dy$. Следовательно,

$$\left|Q_n(0,1)\right| \leqslant \int_{s/4}^{1} \left|\frac{\partial P_n}{\partial x}\right| dy = \int_{s/4}^{s} \left|\frac{\partial P_n}{\partial x}\right| dy + \int_{s}^{1} \left|\frac{\partial P_n}{\partial x}\right| dy. \tag{3}$$

Для оценки 1-го интеграла правой части (3) воспользуемся тем, что если $u(q)$ — гармоническая в шаре $x_1^2 + \ldots + x_p^2 \leqslant \rho^2$ функция, ограниченная в нем числом M, то

$$\left|\frac{\partial u(0, \ldots 0)}{\partial l}\right| \leqslant \frac{c^* M}{\rho}, \text{ где } c^* \text{ не зависит от } \rho. \tag{4}$$

Для оценки 2-го интеграла используем легко проверяемое неравенство

$$\max_{(x, y) \in K_\alpha^{(2)}} \left|\frac{\partial P_n}{\partial x}\right| \leqslant c_3 n^2 M,$$

где c_3 не зависит от n.

Имеем $|Q_n(0,1)| \leqslant M\left[\frac{c_4}{\sin\alpha} + \frac{c^*}{\sin\alpha} \ln\frac{1}{1-s} + c_3 n^2 (1-s)\right]$.

Полагая теперь $s = 1 - \frac{1}{n^3}$, получаем $Q_n(0,1) \leqslant c(\alpha) \ln n \cdot M$.

Аналогичным образом можно оценить $|Q_n|$ в любой граничной точке $K_\alpha^{(2)}$. Тем самым справедливость оценки (2) установлена.

Для доказательства теоремы 1 нам понадобятся некоторые факты из теории гармонических многочленов в p-мерном пространстве ([1]). Если ввести сферические координаты $r, \theta_1, \ldots \theta_{p-2}, \varphi$, то произвольный гармонический многочлен $P_n(x_1, \ldots x_p) = P(r, \theta_1, \ldots \theta_{p-2}, \varphi)$ можно записать в виде

$$P_n(r, \theta_1, \ldots \theta_{p-2}, \varphi) = \sum_{k=1}^{n} r^k Y_k^{(p)}(\theta_1, \ldots \theta_{p-2}, \varphi), \tag{5}$$

где $Y_n^{(p)}(\theta_1, \ldots \theta_{p-2}, \varphi)$ — сферическая функция степени n, соответствующая p-мерному пространству. Через $c_n^{(k)}(x)$ обозначим многочлены,

ортогональные на $|-1, 1|$ по весу $(1-x^2)^{k-\frac{1}{2}}$, $\left(c_n^{(k)}(1)=\frac{(n+p-1)!}{n!\,(p-1)!}\right)$, так называемые многочлены Гегенбауэра. Любая сферическая функция $Y_n^{(m)}(\theta_1,\ldots\theta_{m-2},\varphi)$ может быть выражена через некоторые сферические функции
$Y_n^{(m-1)}(\theta_2,\ldots,\theta_{m-2},\varphi)$ по формуле

$$Y_n^{(m)}=a_n c_n^{\frac{m-2}{2}}(\cos\theta_1)+\sum_{l=1}^{n} c_{n-l}^{\frac{m-2}{2}+l}(\cos\theta_1)\sin^l\theta_1 Y_l^{m-1}(\theta_2,\ldots\theta_{p-2},\varphi),\ m\geqslant 3. \tag{6}$$

Заметим, что $c_n^{\left(\frac{1}{2}\right)}(x)$ — многочлены Лежандра,

$c_n^{(1)}(x)$ — многочлены Чебышева 2-го рода.

Доказательство теоремы 1. Установим в начале справедливость (1) для $p=2$. Положим $R_n(z)=P_n(x_1, x_2)+iQ_n(x_1, x_2)$, где $Q_n(x_1, x_2)$ — сопряженный с $P_n(x_1, x_2)$ многочлен, а $z=x_1+ix_2$. Из леммы вытекает, что $\max_{z\in K_\alpha^{(2)}}|R_n(z)|\leqslant c_5\ln n\cdot M$.

Воспользовавшись известной оценкой роста многочлена комплексного переменного в окрестности угловой точки ([2]), имеем

$$\max_{|z-1|<\rho}|P_n(x_1, x_2)|\leqslant\max_{|z-1|<\rho}|R_n(z)|\leqslant c_6\ln n\left[1+c_7\rho^{\frac{1}{2\left(1-\frac{\pi}{\alpha}\right)}}\right]^n\cdot M.$$

Перейдем к случаю $p=4$.

Введем сферические координаты r, θ_1, θ_2, φ.

Рассмотрим

$$\widehat{P}_n(r,\theta_1)=\frac{1}{4\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\overline{P}_n(r,\theta_1,\theta_2,\varphi)\sin\theta_2 d\theta_2 d\varphi.$$

Из (5), (6) и ортогональности на единичной сфере $Y_l^{(3)}$ и $Y_0^{(3)}(l>1)$ следует, что

$$\widehat{P}_n(r,\theta_1)=\sum_{k=0}^{n}a_k r^k c_k^{(1)}(\cos\theta_1)=\sum_{k=1}^{n}a_k r^k\cdot\frac{\sin(k+1)\theta_1}{\sin\theta_1}. \tag{7}$$

Из (6) вытекает, что на оси x_1 $(\theta_1=0)$ многочлены P_n и $\widehat{P}_n$ совпадают.

Кроме того, из определения $\widehat{P}_n(r, \theta_1)$ следует, что в $K_\alpha^{(4)}$

$$|\widehat{P}_n|\leqslant M. \tag{8}$$

Следовательно, если мы хотим оценить рост $P_n(x_1, x_2, x_3, x_4)$ вдоль оси x_4, достаточно сделать эту оценку для $\widehat{P}_n(r, \theta_1)$. Если считать r, θ_1 полярными координатами в плоскости xoy, то из (7) и (8) следует, что

$N_n(r, \theta_1)=r\widehat{P}_n(r, \theta_1)\sin\theta_1$ — гармонический многочлен переменных

x, y степени $n+1$, причем в $\bar{K}_\alpha\left(|y| \leqslant \operatorname{tg}\alpha\,(1-x),\ \frac{1}{2} \leqslant x \leqslant 1\right)$

$$|N_n(r, \theta_1)| \leqslant c_8 \sin\theta_1 M. \tag{9}$$

Оценим, пользуясь (9), $\left|\frac{\partial N_n}{\partial y}\right|$ в $\bar{K}_{\alpha-\varepsilon}(|y|) \leqslant \operatorname{tg}(\alpha-\varepsilon)(1-x), \frac{1}{2}+\varepsilon \leqslant x \leqslant 1)$ при любом $\varepsilon > 0$.

Очевидно, для любого $\varepsilon > 0$ найдется такое $c(\varepsilon)$, что расстояние любой точки $\bar{K}_{\alpha-\varepsilon}$ с координатами (r, θ_1) до границы $\bar{K}_\alpha$ не меньше $c(\varepsilon)\sin\theta_1$. Следовательно, используя (4) в $\bar{K}_{\alpha-\varepsilon}$ имеем

$$\left|\frac{\partial N_n}{\partial y}\right| \leqslant \frac{c_8 \sin\theta_1 M}{c(\varepsilon)\sin\theta_1} = c_9 M. \tag{10}$$

Но $\frac{\partial N_n}{\partial y}$ — гармонический многочлен 2-х переменных степени не выше, чем n.

Поэтому для него оценка (1) справедлива. Так как $N_n(r, 0) = 0$.

$$\frac{\partial N_n(r, 0)}{\partial y} = \lim_{\theta \to 0} \frac{N_n(r, \theta)}{r\sin\theta}.$$

Следовательно,

$$\bar{P}_n(r, 0) = \lim_{\theta \to 0} \frac{N_n(r, \theta)}{r\sin\theta} = \frac{\partial N(r, 0)}{\partial y}.$$

Отсюда $\max\limits_{|1-r|<\rho} |P_n(r, 0)| \leqslant c_1(\varepsilon)\, ln\, n \cdot |1 + c_4\rho^{\alpha}|^n\ M.$

Аналогичным образом можно оценить рост $P_n(x_1, x_2, x_3, x_4)$ вдоль любой прямой, параллельной оси x_4 и отстоящей от нее на расстоянии $\leqslant \rho$. Для этого достаточно заметить, что область, определяемая неравенствами:

$$(x_1-\rho_1)^2 + (x_2-\rho_2)^2 + (x_3-\rho_3)^2 \leqslant \operatorname{tg}^2\alpha\left(1 - \frac{\rho_0}{\operatorname{tg}\alpha} - x_4\right)^2,$$

$$\frac{1}{2} \leqslant x_4 \leqslant 1 - \frac{\rho_0}{\operatorname{tg}\alpha}, \quad \text{где } \rho_0^2 = \rho_1^2 + \rho_2^2 + \rho_3^2, \quad (\rho_0 \leqslant \rho)$$

содержится в $K_\alpha^{(4)}$. Тем самым теорема 1 для $p = 4$ доказана.

Рассмотрим случай произвольного четномерного пространства: $p = 2k$.

Покажем, что, если теорема 1 для $p = 2(k-1)$ верна, то она верна и для $p = 2k$.

С помощью проведенных ранее рассуждений оценка роста многочлена $P_n(x_1, \ldots x_{2k})$ вдоль оси x_{2k} сводится к аналогичной оценке для многочлена вида $P_n(r, \theta_1) = \sum\limits_{i=0}^{n} a_i r^i c_i^{k-1}(\cos\theta_1)$.

Из формулы (6) следует, что

$$r^i c_i^{k-1}(\cos\theta_1)\sin\theta_1\cos\theta_2, \quad (k \geqslant 3)$$

— гармонический многочлен $2(k-1)$ переменных степени i.

Значит $N_n(r, \theta_1, \theta_2) = r^n P(r, \theta_1)\sin\theta_1\cos\theta_2$ — гармонический многочлен в $2(k-1)$ — мерном пространстве степени $n+1$.

Если $r, \theta_1, \ldots \theta_{2k-4}, \varphi$ считать сферическими координатами в $2(k-1)$ — мерном пространстве, то $|N_n(r, \theta_1, \theta_2)|$ в $k_2^{2(k-1)}$ удовлетворяет неравенству

$$|N_n(r, \theta_1, \theta_2)| \leqslant C_9 \sin\theta_1 M. \tag{11}$$

Если ввести в рассмотрение $\frac{\partial N_n}{\partial x_{2k-3}}$, учесть (11) и справедливость (1) для $p = 2(k-1)$, то рассуждения, полностью совпадающие с аналогичными рассуждениями для $p = 4$, позволят установить (1) для $p = 2k$.

Остается рассмотреть случай $p = 2k-1$. Легко заметить, что из справедливости оценки (1) для $p = m$ следует, что она имеет место и для $p = m-1$. Теорема 1 полностью доказана.

Введем 2 определения.

1. Будем говорить, что область p-мерного пространства D принадлежит классу $H_p(\alpha, \nu)$, если до любой граничной точки q области D можно так дотронуться вершиной p-мерного конуса раствора 2α, что часть этого конуса, попадающая в ν-окрестность точки q, содержится в D.

2. Пусть D — Жорданова область p-мерного пространства с гладкой границей.

Через $e(q)$ обозначим единичный вектор внешней нормали границы D в точке q.

Положим $\omega_D(\delta) = \sup |e(q_1) - e(q_2)|$ по всем точкам $q_1, q_2 \in \bar{D} - D$ и отстоящим друг от друга на расстоянии $\leqslant \delta$.

Будем говорить, что $D \in H_p(\varphi)$, если $\omega_D(\delta) \leqslant \varphi(\delta)$, $(\delta \leqslant \delta_0)$. Из теоремы 1 с помощью несложных рассуждений можно извлечь следующие утверждения.

Теорема 2. Пусть $D \in H_p(\alpha, \nu)$. *Если* $\max_{q \in D} |P_n(q)| \leqslant M$, где $P_n(q)$ — *гармонический многочлен* p-*переменных степени* n, *то для любого* $\varepsilon > 0$

$$\max_{q \in D} \left| \frac{\partial^k P_n(q)}{\partial x_1^{k_1} \ldots \partial x_p^{k_p}} \right| \leqslant c_1(k, \varepsilon)\, n^{2\left(1 - \frac{\alpha}{\pi}\right)k + \varepsilon} M, \quad (k = k_1 + \ldots + k_p) \tag{12}$$

где $c_1(k, \varepsilon)$ *не зависит от* n.

Теорема 3. Пусть D — *Жорданова область* p-*мерного пространства с гладкой границей. Если* $\max_{q \in D} |P_n(q)| \leqslant M$,

где $P_n(q)$ — *гармонический многочлен* p-*переменных степени* n, *то для любого* $\varepsilon > 0$

$$\max_{q \in D} \left| \frac{\partial^k P_n(q)}{\partial x^{k_1}, \ldots \partial x_p^{k_p}} \right| \leqslant c_2(n_k, \varepsilon)\, n^{k+\varepsilon} M, \quad (k_1 + \ldots + k_p = k), \tag{13}$$

где $c_2(k, \varepsilon)$ *не зависит от* n.

Теорема 3 дает оценку производных гармонического многочлена, ограниченного в произвольной области с гладкой границей. Если потребовать, чтобы граница D кроме условия гладкости удовлетворяла еще некоторым дополнительным условиям, то рассуждения, аналогичные приведенным в доказательстве теоремы 1, позволяют улучшить оценку (13). Именно, справедливы следующие утверждения.

Теорема 4. Пусть $\max\limits_{q \in D} |P_n(q)| \leqslant M$, *где* $P_n(q)$ — *гармонический многочлен* p-*переменных степени* n, *а* $D \in H_p(\varphi)$.

а) *Если функция* $\varphi(\delta)$ *такова, что*

$$\int_0^{\delta_0} \frac{\varphi(x)}{x}\, dx < \infty,$$

то

$$\max_{q \in D} \left| \frac{\partial^k P_n(q)}{\partial x^{k2}, \ldots \partial x_p^{kp}} \right| \leqslant c_{10} n^k \ln \cdot n M. \quad (k = k_1 + \ldots + k_p) \tag{14}$$

где c_{10} *не зависит от* n.

б) *Если* $\varphi(\delta) = c_{11}\delta$, *то*

$$\max_{q \in D} \left| \frac{\partial^k P(q)}{\partial x^{k1}, \ldots \partial x_p^{kn}} \right| \leqslant c_{12} n^k M, \tag{15}$$

где c_{12} *не зависит от* n.

Замечание. Оценка (15) для $p = 2$, 3 методом, отличным от предлагаемого в настоящей заметке, была установлена А. Л. Шагиняном [8].

В работе [3] была получена оценка для производной гармонического многочлена, ограниченного в шаре $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 \leqslant 1$, вдоль r.

Аналогичные оценки имеют место и в p-мерном случае. Приводимые ниже утверждения уточняют эти оценки для $p = 2k$. Пусть $P_n(q)$ — гармонический многочлен $2k$ переменных степени n,

$$\max_{x_1^2 + \ldots x_{2k}^2 = 1} |P_n(q)| = M.$$

Можно доказать, что

$$\max_{x_1^2 + \ldots x_{2k}^2 = 1} \left| \frac{\partial P_n}{\partial r} \right| \leqslant \frac{(2k-2)!!}{(2k-3)!!}\, n \left[1 + 0\left(\frac{1}{n} \right) \right] \quad (k \geqslant 2). \tag{16}$$

С другой стороны, если через $T_n^{(2k)}(r, \vartheta_1)$ обозначить гармониче-

ский многочлен $2k$-переменных, совпадающий на единичной сфере с $\cos n\theta_1$, то можно показать, что

$$\frac{\partial T_n^{(2k)}(1,0)}{\partial r} = \frac{(2k-2)!!}{(2k-3)!!} n - (2k-3) \qquad (17)$$

при $n \geqslant 2k-3 \quad k \geqslant 2$.

Для $p = 4$ оценку (16) можно уточнить:

$$\max_{x_1^2+x_2^2+x_3^2+x_4^2=r^2} \left|\frac{\partial P_e}{\partial r}\right| \leqslant (2n-1)M. \qquad (18)$$

Для $p = 4$ можно также дать точную оценку роста гармонического многочлена вне шара:

$$\max_{x_1^2+x_2^2+x_3^2+x_4^2=r^2} |P_n(q)| \leqslant \frac{1}{2} r^{n-2}[(r^2-1)(n+1)+2]. \qquad (19)$$

Заметим, что для $T_n^{(4)}(r, \theta_1)$ неравенства (18) и (19) переходят в равенства.

Из полученных оценок (12), (13), (14) известным приемом можно извлечь несколько результатов теории наилучших приближений гармоническими многочленами. Сформулируем эти результаты.

Теорема 5. Пусть наилучшие приближения $E_n(f, D$ —D функция $f(q)$, определенной на границе D, удовлетворяют условию

$$E_n(f, \bar{D}-D) \leqslant \frac{c_0}{n^{k+\lambda}} \quad (k - \text{целое}, \ 0<\lambda<1)$$

а) *Если $D \in H_p(\alpha, \nu)$, то гармоническая функция $U(q)$, совпадающая на границе D с $f(q)$, обладает в $\bar{D}$ всевозможными частными производными до порядка $r = E\left[\frac{k+\lambda}{2\left(1-\frac{\alpha}{\pi}\right)} - \varepsilon\right]$ включительно, причем все производные $r^{го}$ порядка удовлетворяют условию Липшица порядка $\left(\frac{k+\lambda}{2\left(1-\frac{\alpha}{\pi}\right)} - \varepsilon - r\right)$. ($\varepsilon$ — произвольное число > 0).*

б) *Если граница D гладкая, то и (q) обладает в $\bar{D}$ производными до порядка k включительно, причем все производные $k^{го}$ порядка удовлетворяют условию Липшица порядка $\lambda - \varepsilon$, где ε произвольное число > 0.*

в) *Если $D \in H_p(\Phi)\left(\int_0^{\delta_0} \frac{\omega(x)\,dx}{x} < \infty\right)$, то и (q) обладает в $\bar{D}$ производными до порядка k включительно, причем модули непрерыв-*

ности $k^{\text{тых}}$ производных мажорируются функцией $c \cdot \delta^{\alpha} \ln \frac{1}{\delta}$, где c не зависит от δ.

В заключение приношу глубокую благодарность С. Н. Мергеляну, под руководством которого получены изложенные в настоящей работе результаты.

Ե. Գ. ԳՈԼՇՏԵՅՆ

Մի քանի փոփոխականների հարմոնիկ բազմանդամների ածանցյալների գնահատականները

Ստույգ հոդվածում տրվում են հարմոնիկ բազմանդամների ածանցյալների գնահատականները տիրույթների տարբեր դասերի համար՝ նման Մարկովի և Բերնշտեյնի հայտնի գնահատականներին: Ցույց է տրվում ձևակերպվում են այդ գնահատականներից բխող հարմոնիկ բազմանդամներով լավագույն մոտավորությունների տեսության հակադարձ թեորեմները:

Ինչպես կոմպլեքս տիրույթում բազմանդամների համար, այնպես էլ հարմոնիկ բազմանդամների ածանցյալների գնահատականների ստացումը բերվում է այդ բազմանդամների աճի ուսումնասիրությանը ընտարկվող բազմությունից դուրս, նրանց սահմանափակության պայմանների առկայությանը այդ բազմության վրա:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Erdelyi, Magnus*, Higher transcendental function, т. 2, New York. 1953, [2] *С. Н. Мергелян*, Некоторые вопросы конструктивной теории функций. Труды мат. инст. им. Стеклова, т. XXXVII. (1951). [3] *А. Л. Шагинян*, ДАН СССР, XC, № 2 (1953).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXVI 1958 4

МАТЕМАТИКА

И. С. Саргсян

О дифференцировании разложений по собственным функциям оператора $-\triangle + q(x, y)$.

(Представлено М. М. Джрбашяном 3. I. 1958)

Обозначим через $q(x, y)$ действительную непрерывную функцую, определенную в некоторой односвязной конечной области D двухмерного эвклидова пространства E_2. Через Г обозначим границу области D.

Рассмотрим следующую задачу на собственные значения:

$$\triangle u + \{\lambda - q(x, y)\} u = 0, \tag{1}$$

$$\left.\frac{\partial u}{\partial n}\right|_{\Gamma} = 0. \tag{2}$$

Так как по предположению функция $q(x, y)$ в области $D + \Gamma$ непрерывна, то она ограничена, поэтому не нарушая общности рассуждений, мы можем предполагать, что спектр задачи (1)—(2) не отрицателен. В самом деле, как известно, если функция $q(x, y)$ ограничена, то отрицательный спектр задачи (1)—(2) ограничен снизу. Поэтому, как легко видеть, число η можно подобрать так, чтобы спектр задачи

$$\triangle u + \{(\lambda + \eta) - q(x, y)\} u = 0,$$

$$\left.\frac{\partial u}{\partial n}\right|_{\Gamma} = 0$$

оказался неотрицательным.

Обозначим через $\mu_1^2, \mu_2^2, \cdots, \mu_n^2, \cdots$ собственные значения задачи (1)—(2), а через $\varphi_1(x, y), \varphi_2(x, y), \cdots \varphi_n(x, y), \cdots$—соответствующие ортонормированные собственные функции задачи (1)—(2).

Пусть $f(x, y) \subset L_2(D)$. Положим

$$c_n = \iint_{(D)} f(x, y)\, \varphi_n(x, y)\, dxdy$$

и рассмотрим ряд

$$f(x, y) \sim \sum_{n=1}^{\infty} c_n \varphi_n(x, y), \tag{3}$$

вопрос о дифференцировании которого изучается в настоящей работе. Аналогичный вопрос для уравнения (1) в одномерном случае исследован нами ([1]), в трехмерном случае рассмотрен Б. М. Левитаном ([2]). Им исследован аналогичный вопрос и для оператора Лапласа в пространствах любого измерения ([3]). Основной результат во всех перечисленных случаях один и тот же и заключается в том, что каждое дифференцирование повышает порядок суммирования по М. Риссу на единицу. Кроме того, при повышении размерности пространства на единицу порядок суммирования по М. Риссу соответствующих производных ряда (3) повышается наполовину. Так, например, если первая производная ряда (3) в одномерном случае суммируется к первой производной разлагаемой функции по М. Риссу первого порядка ([1]), то в трехмерном случае приходится суммировать средними второго порядка ([2]), в двухмерном же случае, как доказано в настоящей работе, порядок суммирования оказывается равным $^3/_2$.

Положим

$$\Theta(x, y, u, v; \mu) = \sum_{\mu_n < \mu} \varphi_n(x, y)\, \varphi_n(u, v), \quad \mu > 0$$

и продолжим функцию $\Theta(x, y, u, v; \mu)$ для отрицательных μ нечетно. Используя результаты работы ([4]), где получены асимптотические оценки для производных спектральной функции $\Theta(x, y, u, v; \mu)$ при больших μ, в настоящей заметке установлены следующие результаты.

Введем обозначения:

$$S_s(x, y; \mu) = \frac{1}{\Gamma(s+1)} \sum_{\mu_n < \mu} \left(1 - \frac{\mu_n^2}{\mu^2}\right)^s c_n \varphi_n(x, y). \tag{4}$$

$$S_s^*(x, y; \mu) = \int_0^\mu \left(1 - \frac{\nu^2}{\mu^2}\right)^s d_\nu S^*(x, y; \nu), \tag{5}$$

где

$$S^*(x, y; \mu) = \iint_{(D)} f(u, v)\, \Theta^*(x, y, u, v; \mu)\, du dv,$$

причем $\Theta^*(x, y, u, v; \mu)$—спектральная функция уравнения (1) для всего пространства E_2 при $q(x, y) \equiv 0$ и определяется формулой ([3]):

$$\Theta^*(x, y, u, v; \mu) = \frac{1}{2\pi} \mu\, \frac{J_1(\mu r)}{r},$$

где $J_p(x)$—функция Бесселя первого рода порядка p, а r—расстояние точек (x, y) и (u, v).

Функция $S_s(x, y; \mu)$—это среднее по М. Риссу порядка s разложения по собственным функциям оператора Шредингера, заданного в конечной части двухмерного пространства E_2, а функция $S_s^*(x, y; \mu)$—среднее по М. Риссу порядка s разложения в обычный двухкратный

интеграл Фурье функции, равной $f(x, y)$ для $(x, y) \in \overline{D}$ и равной нулю для остальных (x, y).

Через D^{α}_{xy} обозначим следующий оператор лифференцирования:

$$D^{\alpha}_{xy} \equiv \frac{\partial^{\alpha}}{\partial x^{\alpha_1} \partial y^{\alpha_2}}, \qquad (\alpha_1 + \alpha_2 = \alpha).$$

Теорема 1. Пусть функция $f(x, y) \subset L_2(D)$. Если функция $q(x, y)$ в области D имеет ограниченные частные производные до порядка α включительно, то равномерно в каждой области, целиком содержащейся внутри D, имеет место равенство

$$\lim_{\mu \to \infty} \{D^{\alpha}_{xy} S_{\alpha+1/2}(x, y; \mu) + D^{\alpha}_{xy} S^{*}_{\alpha+1/2}(x, y; \mu)\} = 0,$$

т. е. разность между средними по М. Риссу порядка $\alpha + 1/2$ производных порядка α разложения функции $f(x, y)$ по собственным функциям оператора Шредингера и разложения в обычный двухкратный интеграл Фурье функции, равной $f(x, y)$ для $(x, y) \in \overline{D}$ и равной нулю для остальных (x, y), стремится к нулю равномерно в каждой области, целиком содержащейся внутри области D.

Из предыдущей теоремы о равной суммируемости дифференцированных разложений по собственным функциям оператора Шредингера и разложения в обычный двухкратный интеграл Фурье функции с интегрируемым квадратом, можно получить теорему о суммировании дифференцированных разложений по собственным функциям оператора Шредингера к соответствующим производным, если имеется соответствующая теорема для дифференцированных разложений в обычный двухкратный интеграл Фурье.

Теорема 2. Пусть функция $f(x, y) \subset L_2(D)$ и в окрестности точки (x_0, y_0) имеет непрерывные частные производные первого порядка и пусть функция $q(x, y)$ в окрестности точки (x_0, y_0) имеет ограниченные частные производные первого порядка. Тогда

$$\lim_{\mu \to \infty} \frac{\partial}{\partial x} S_{\mu}(x_0, y_0; \mu) = \frac{\partial}{\partial x} f(x_0, y_0), \tag{6}$$

т. е. первая производная разложения функции $f(x, y)$ по собственным функциям оператора Шредингера в точке (x_0, y_0) суммируема по методу М. Рисса порядка $3/2$ к значению $\frac{\partial}{\partial x} f(x_0, y_0)$.

Если условия дифференцируемости, наложенные на $f(x, y)$ и $q(x, y)$, выполнены в некоторой замкнутой области d, целиком содержащейся внутри области D, то равенство (6) имеет место равномерно в d.

Если разлагаемая функция удовлетворяет некоторым дополнительным условиям, то имеет место сходимость дифференцированного разложения по собственным функциям оператора Шредингера. А именно, справедлива

Теорема 3. Пусть функция $f(x, y)$ в области D имеет вторые частные производные, причем $\triangle f - q(x, y) f \subset L_2(D)$ и пусть $f(x, y)$ удовлетворяет условию (2). Предположим, что в окрестности внутренней (по отношению к области D) точки (x_0, y_0) функция $q(x, y)$ имеет ограниченные частные производные первого порядка, а функция $f(x, y)$ — ограниченные частные производные второго порядка. Тогда

$$\lim_{\mu \to \infty} \sum_{\mu_n < \mu} c_n \frac{\partial \varphi_n(x_0, y_0)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} f(x_0, y_0), \tag{7}$$

т. е. первая производная разложения функции $f(x, y)$ по собственным функциям оператора Шредингера в точке (x_0, y_0) сходится к значению $\frac{\partial}{\partial x} f(x_0, y_0)$.

Если условия дифференцируемости, наложенные на $f(x, y)$ и $q(x, y)$, выполнены в некоторой замкнутой области d, целиком содержащейся внутри D, то равенство (7) имеет место равномерно в d.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Ի. Ս. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

Ընտ $-\Delta + q(x, y)$ օպերատորի սեփական ֆունկցիաների վերլուծությունների զուգահեռացման մասին

Դիցուք $q(x, y)$-ն անընդհատ իրական ֆունկցիա է, որոշված հարթության վերջավոր D միակապ տիրույթում: Γ-ով նշանակենք D տիրույթի եղրագիծը: Դիտարկենք հետևյալ խնդիրը՝

$$\Delta u + \{\lambda - q(x, y)\} u = 0, \tag{1}$$

$$\left.\frac{\partial u}{\partial n}\right|_{\Gamma} = 0: \tag{2}$$

Քանի որ ըստ ենթադրության $q(x, y)$ ֆունկցիան անհամասեռակ է D-ում, ապա առանց ընդհանրություն խախտելու կարելի է ենթադրել, որ (1)—(2) խնդրի սպեկտրը բացասական չէ: Դիցուք $\mu_1^2, \mu_2^2, \cdots, \mu_n^2 \cdots$-ով նշանակված են (1)—(2) խնդրի սեփական արժեքները, իսկ $\varphi_1(x, y), \varphi_2(x, y), \cdots, \varphi_n(x, y) \cdots$-ով՝ համապատասխան օրթոնորմավորված սեփական ֆունկցիաները:

Դիցուք $f(x, y) \subset L_2(D)$: Նշանակենք

$$c_n = \iint_{(D)} f(x, y) \varphi_n(x, y)\, dxdy$$

և դիտարկենք հետևյալ շարքը

$$f(x, y) \sim \sum_{n=1}^{\infty} c_n \varphi_n(x, y): \tag{3}$$

Ներկա հոդվածում ուսումնասիրվում է (3) շարքի զուգահեռելիության հարցը: Նույն հարցը (1) հավասարման համար միաչափ տարածության մեջ հետազոտվել է մեր կողմից (1), իսկ հոաչափ տարածության մեջ՝ Ի. Մ. Լևիտանի կողմից (2): Ի. Մ. Լևիտանի կող-

մեր նույն հարցը ուսումնասիրվել է նաև Լապլասի օպերատորի համար ցանկացած չափ տարածության մեջ ([3]): Հիմնական արդյունքը բոլոր վերևում նշված դեպքերում նույնն է և կայանում է նրանում, որ (3) շարքի ամեն մի անդամում բարձրացնում է մ. Ռիսի միջինների դումարման կարգը մեկ միավորով: Բացի այդ, երբ տարածության չափը մեկ միավորով մեծացնում ենք, ապա համապատասխան անդամների մ. Ռիսի միջինների դումարման կարգը մեծանում է կեսով: Այսպես, օրինակ, եթե միաչափ տարածության մեջ վերլուծության առաջին կարգի անդամները դումարվում են մ. Ռիսի առաջին կարգի միջիններով ([1]), եռաչափ տարածության մեջ՝ երկրորդ կարգի միջիններով [3], ապա, ինչպես երևում է ներկա հոդվածի թեորեմ 2-ից, երկչափ տարածության մեջ դումարման միջինների կարգը հավասար է $^3/_2$-ի:

Ինչպես $S_s(x, y; \mu)$, $S_s^\alpha(x, y; \mu)$ և D_{xy}^2-ը սահմանված են այնպես, ինչպես 202 էջում:

Թեորեմ 1. Եթե $f(x, y) \subset L_2(D)$ և $q(x, y)$ ֆունկցիան D տիրույթում ունի α-րդ կարգի սահմանափակ մասնական անդամներ, ապա ամբողջովին D-ին պատկանող ցանկացած փակ տիրույթում հավասարաչափ տեղի ունի հետևյալ հավասարությունը՝

$$\lim_{\mu \to \infty} \left\{ D_{xy}^2 S_{\alpha+1/2}(x, y; \mu) - D_{xy}^2 S_{\alpha+1/2}^\alpha(x, y; \mu) \right\} = 0,$$

այսինքն՝ $f(x, y)$ ֆունկցիայի, քան Շրեդինգերի օպերատորի սեփական ֆունկցիաների վերլուծության և քան Ֆուրյեի սովորական կրկնակի ինտեգրալների վերլուծության α-րդ կարգի անդամների մ. Ռիսի $\alpha+^1/_2$-րդ կարգի միջինների տարբերությունը ձգտում է 0-ի հավասարաչափ ամբողջովին D-ին պատկանող ցանկացած փակ տիրույթում:

Թեորեմ 2. Ենթադրենք $f(x, y) \subset L_2(D)$ և $(x_0\ y_0)$ կետի շրջակայքում ունի α-րդ կարգի անընդհատ մասնական անդամներ, իսկ $q(x, y)$ ֆունկցիան (x_0, y_0) կետի շրջակայքում ունի α-րդ կարգի սահմանափակ մասնական անդամներ. Այդ դեպքում

$$\lim_{\mu \to \infty} D_{xy}^2 S_{\alpha+1/2}(x_0, y_0) = D_{xy}^2 f(x_0, y_0). \qquad (4)$$

այսինքն՝ $f(x, y)$ ֆունկցիայի քան Շրեդինգերի օպերատորի սեփական ֆունկցիաների վերլուծության α-րդ կարգի անդամների մ. Ռիսի $\alpha+^1/_2$-րդ կարգի միջինները (x_0, y_0) կետում ձգտում են $D_{xy}^\alpha f(x_0, y_0)$ արժեքին:

Թեորեմ 3. Ենթադրենք $f(x, y)$ ֆունկցիան D տիրույթում ունի երկրորդ կարգի մասնական անդամներ, քան որում $\Delta f - q(x, y) f \subset L_2(D)$ և բավարարում է (2) պայմանին: Ենթադրենք D տիրույթի ներքին (x_0, y_0) կետի շրջակայքում $q(x, y)$ ֆունկցիան ունի առաջին կարգի սահմանափակ մասնական անդամներ, իսկ $f(x, y)$-ը երկրորդ կարգի սահմանափակ մասնական անդամներ: Այդ դեպքում՝

$$\lim_{\mu \to \infty} \sum_{\mu_n < \mu}' c_n \frac{\partial \varphi_n(x_0, y_0)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} f(x_0, y_0): \qquad (5)$$

Եթե $f(x, y)$ և $q(x, y)$ ֆունկցիաների վրա դրված դիֆերենցելիության պայմանները տեղի ունեն ամբողջովին D-ին պատկանող d փակ տիրույթում, ապա (4) և (5) հավասարությունները տեղի ունեն d-ում հավասարաչափ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *И. С. Саргсян*, Известия АН СССР, серия матем., т. 21, 263 (1957). [2] *Б. М. Левитан*, Математический сборник. (в печати). [3] *Б. М. Левитан*, Математический сборник, т. 39 (81):1, 37 (1956). [4] *И. С. Саргсян*, ДАН АрмССР, т. XXVI, 3 (1958).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXVI 1958 4

МЕХАНИКА ГРУНТОВ

С. Р. Месчян

О методике экспериментального исследования ползучести скелета связных грунтов

(Представлено Н. Х. Арутюняном 13.I.1958)

Согласно теории фильтрационной консолидации, продолжительность сжатия слоев водонасыщенного связного грунта различной толщины прямо пропорциональна квадрату толщины этих слоев ([1]). Однако, как показывают эксперименты, указанный вывод теории фильтрационной консолидации не совсем точен, так как в ряде случаев имеет место существенное отклонение от него ([2]).

Несоответствие указанного выше вывода теории фильтрационной консолидации результатам экспериментов объясняется тем, что до последнего времени (1953 г.) теория базировалась на таких предпосылках, которые не полностью учитывали факторы, влияющие на длительность деформирования грунтов. В частности, не учитывался фактор вязкого перемещения структурных элементов и частиц грунта друг относительно друга.

Для учета указанного выше фактора В. А. Флориным ([3]) впервые было введено понятие о ползучести скелета грунта и была использована теория упруго-ползучего тела Г. Н. Маслова—Н. Х. Арутюняна ([4,5]).

Для учета ползучести скелета грунта, при решении задач уплотнения по теории Г. Н. Маслова—Н. Х. Арутюняна ([4,5]), необходимо путем экспериментирования определить применимость к связным грунтам указанной теории ползучести и разработать методику определения деформаций ползучести их скелета.

Известно ([6]), что продолжительность деформирования слоев связного грунта различной толщины при сжатии в зависимости от их консистенции может идти как в соответствии с теорией фильтрационной консолидации, так и в соответствии с деформированием твердых тел во времени, когда фильтрационные явления не оказывают никакого влияния на продолжительность деформирования, когда этот процесс во времени протекает только за счет ползучести скелета грунта. А это в свою очередь значит, что длительность деформирования грунта не зависит от его толщины ([6]), т. е.

$$T_\omega = t_\omega \left(\frac{H}{h}\right)^\circ$$

или

$$T_\omega = t_\omega, \qquad (1)$$

где H — мощность слоя, для которого ведется определение;

T_ω — время, необходимое для уплотнения данного слоя под нагрузкой P до состояния влажности ω;

h — мощность меньшего слоя, время уплотнения которого неизвестно;

t_ω — время уплотнения меньшего слоя под той же нагрузкой P до той же влажности ω.

Следовательно, критерием, определяющим роль ползучести скелета грунта и явления выжимания воды из его пор в процессе деформирования, должна служить продолжительность деформирования образцов разной толщины при их испытании одинаковыми нагрузками. Следует тут же добавить, что чем меньше толщина испытываемых образцов, тем больше роль ползучести скелета и меньше роль явления выжимания воды из пор грунта в процессе деформирования.

При проверке основных предпосылок теории упруго-ползучего тела для деформации ползучести скелета связного грунта нарушенной структуры, при его сжатии в условиях невозможности бокового расширения, нами ([7–9]) были испытаны образцы, полностью насыщенные водой, но влияние выжимания свободной воды из пор не было исключено. При определении характеристик ползучести скелета связных грунтов, мы считали, что ввиду малой толщины испытываемых образцов (10—20 *мм*) влиянием фильтрационных явлений можно пренебречь, что процесс уплотнения в основном протекает за счет ползучести скелета грунта.

Чтобы показать правильность примененной нами методики определения характеристик ползучести скелета грунта на водонасыщенных образцах небольшой толщины, необходимо определить влияние высоты образца на его деформацию ползучести.

Если длительность деформирования испытанных нами образцов толщиною 10—20 *мм* окажется равной длительности деформирования образцов, толщина (высота) которых несколько больше этой толщины, то это будет значить, что действительно влияние выжимания воды из пор незначительное и полученные результаты экспериментов можно отнести к скелету грунта.

В связи с вышеизложенным, в целях выявления влияния высоты образца на деформацию ползучести грунта, нами были исследованы образцы-близнецы высотою 20 и 60 *мм*.

Учитывая то обстоятельство, что при испытании образцов грунта на сжатие в условиях невозможности бокового расширения боковое трение о стенки грунтового кольца может повлиять на их дефор-

мацию, нами были поставлены специальные опыты для выявления роли бокового трения при испытании образцов разной толщины.

Были испытаны образцы-близнецы следующих размеров: 1) высотой 20 *мм*, диаметром 70 *мм*; 2) высотой 60 *мм*, диаметром 70 *мм* и 3) высотой 60 *мм*, диаметром 210 *мм*. Для испытания образцов диаметром 70 *мм* были использованы компрессионные приборы нашей конструкции ([9]) с грунтовыми кольцами высотой 20 и 60 *мм*, а также большие компрессионные приборы аналогичной конструкции с диаметром грунтовых колец 210 *мм*, высотой 60 *мм*. Испытание проводилось при одностороннем движении отражаемой воды (снизу вверх).

Общий вид испытательного стенда приведен на рис. 1.

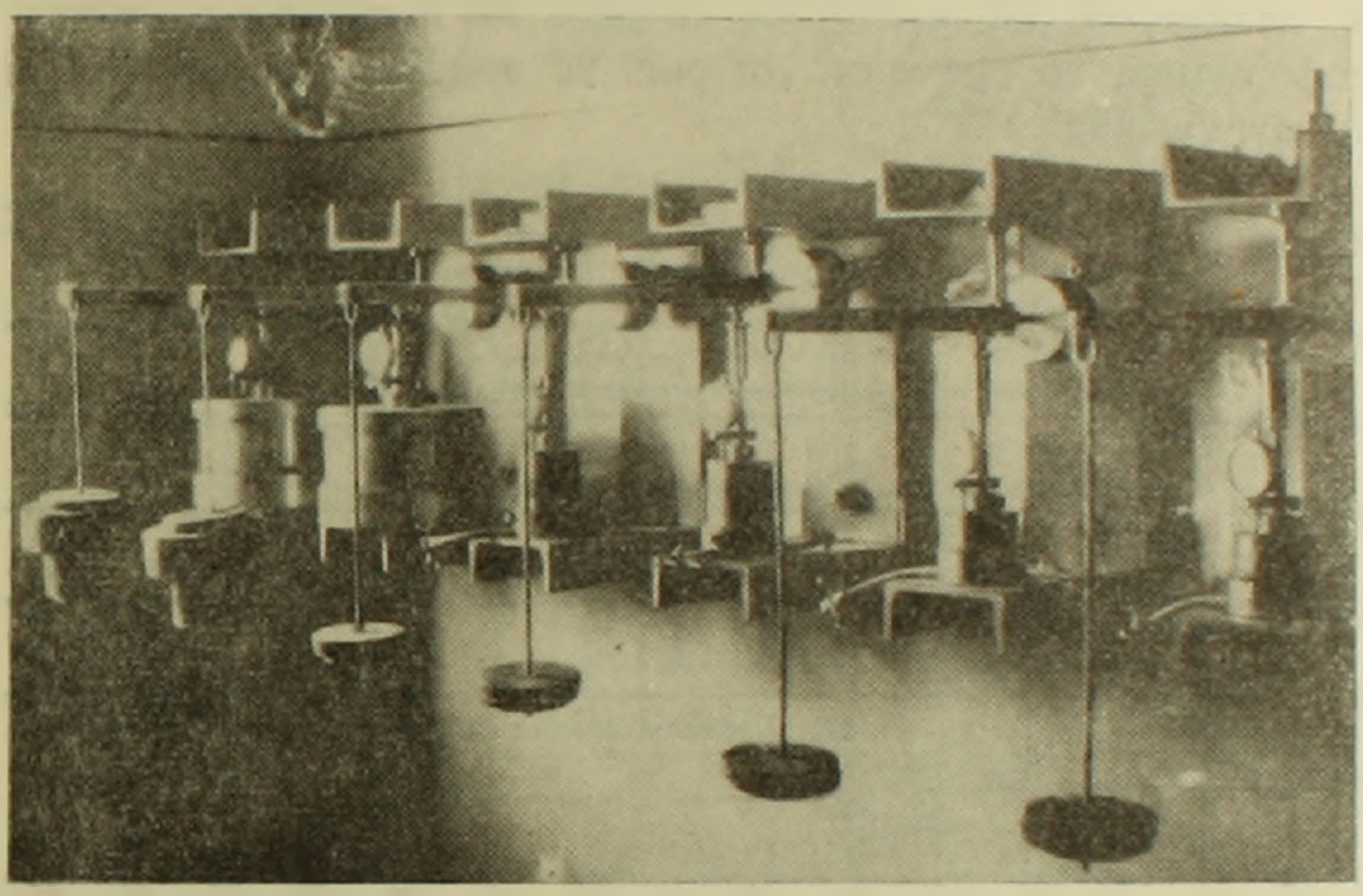


Рис. 1.

Здесь в качестве примера приводим результаты испытания ахтинского суглинка (Армянская ССР) нарушенной структуры, основные данные о физических свойствах которого сведены в табл. 1.

Таблица 1

Лаб. № грунта	Мех. состав фракций в мм в % >0,05	0,05 0,005	<0,005	Удельный вес в г/см³	Пределы пластичности: граница текучести	граница пластичности	число пластичности
2—57	21,8	67,4	10,8	2,66	31,3	18,6	12,7

Образцы-близнецы грунта вышеуказанных размеров попарно испытывались нагрузками 0,125 и 0,250 *кг/см²* с выдерживанием их под этими нагрузками от 9 до 44 дней при четырех „возрастах" ([9]).

В табл. 2 приведены основные данные о физических свойствах образцов, испытанных при влажности, близкой к пределу текучести, нагрузками 0,125 *кг/см²*.

Таблица 2

№ опытов	Размеры образца		Удельный вес в $г/см^3$	Объемный вес в $г/см^3$	Влажность в %	Коэффиц. пористости
	высота в *мм*	диаметр в *мм*				
2/57—57	20	70	2,66	1,83	34,4	0,96
2/58—57	20	70	2,66	1,82	34,4	0,97
2/55—57	60	70	2,66	1,81	34,4	0,98
2/56—57	60	70	2,66	1,80	34,4	0,99
2/59—57	60	210	2,66	1,80	34,4	0,99
2/60—57	60	210	2,66	1,79	34,4	1,00

В целях сравнения результатов испытания образцов толщиной 60 *мм*. диаметром 70 и 210 *мм* на рис. 2*а* приведены кривые полных деформаций во времени. На рис. 2*б* показан порядок их ступенчатого нагружения.

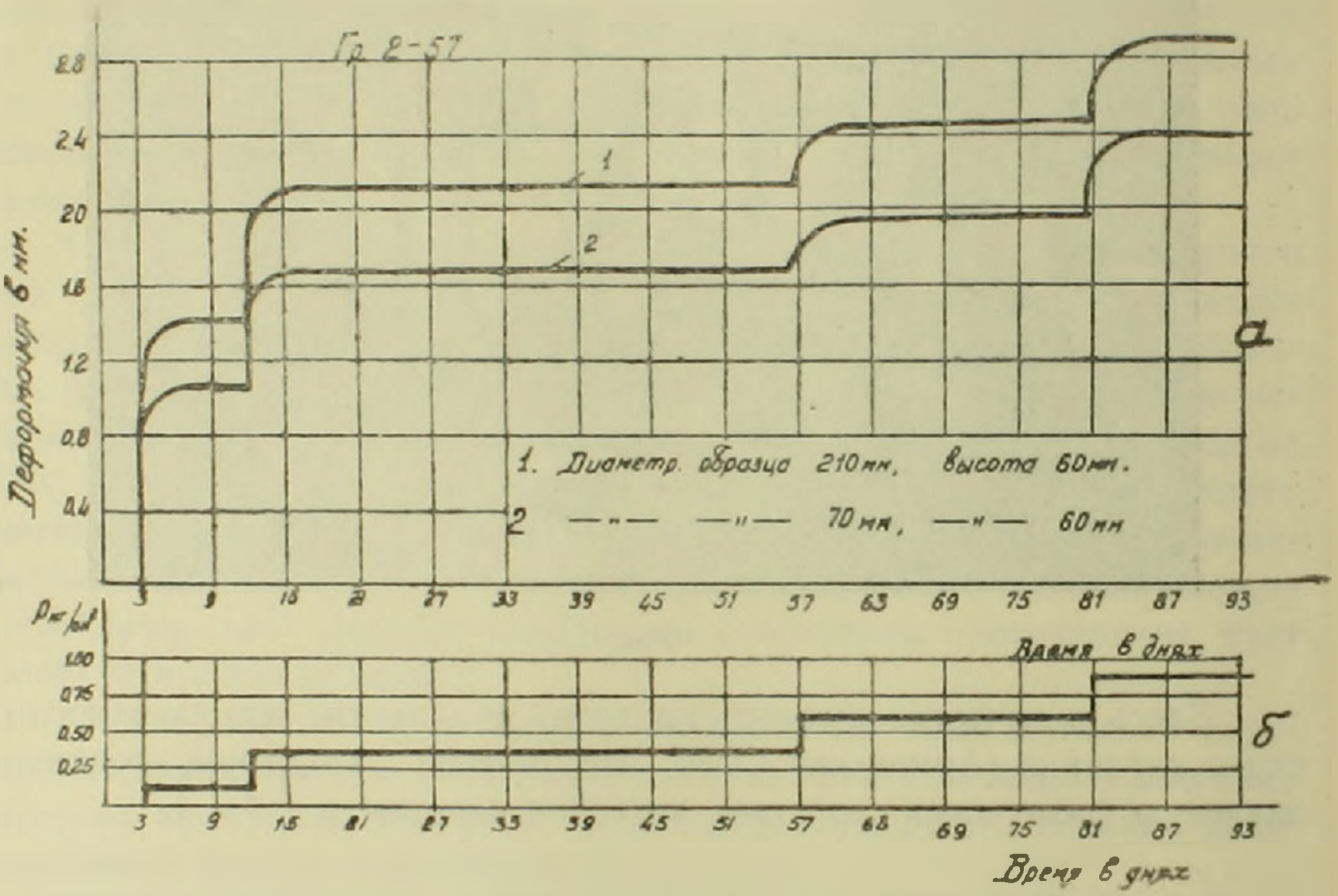


Рис. 2.

Из приведенного графика следует, что, несмотря на одинаковые значения высоты образцов, ввиду влияния бокового трения, при их сжатии имеет место существенное расхождение между величинами деформации, достигающее для самого молодого „возраста" до 30% полной деформации.

Для получения представления о влиянии „возраста" грунта на значение бокового трения на рис. 3 приведены кривые полных деформаций во времени, соответствующие разным ступеням нагрузок. На графиках кривые деформации во времени, определенные испытанием образцов диаметром 210 *мм*, показаны сплошными

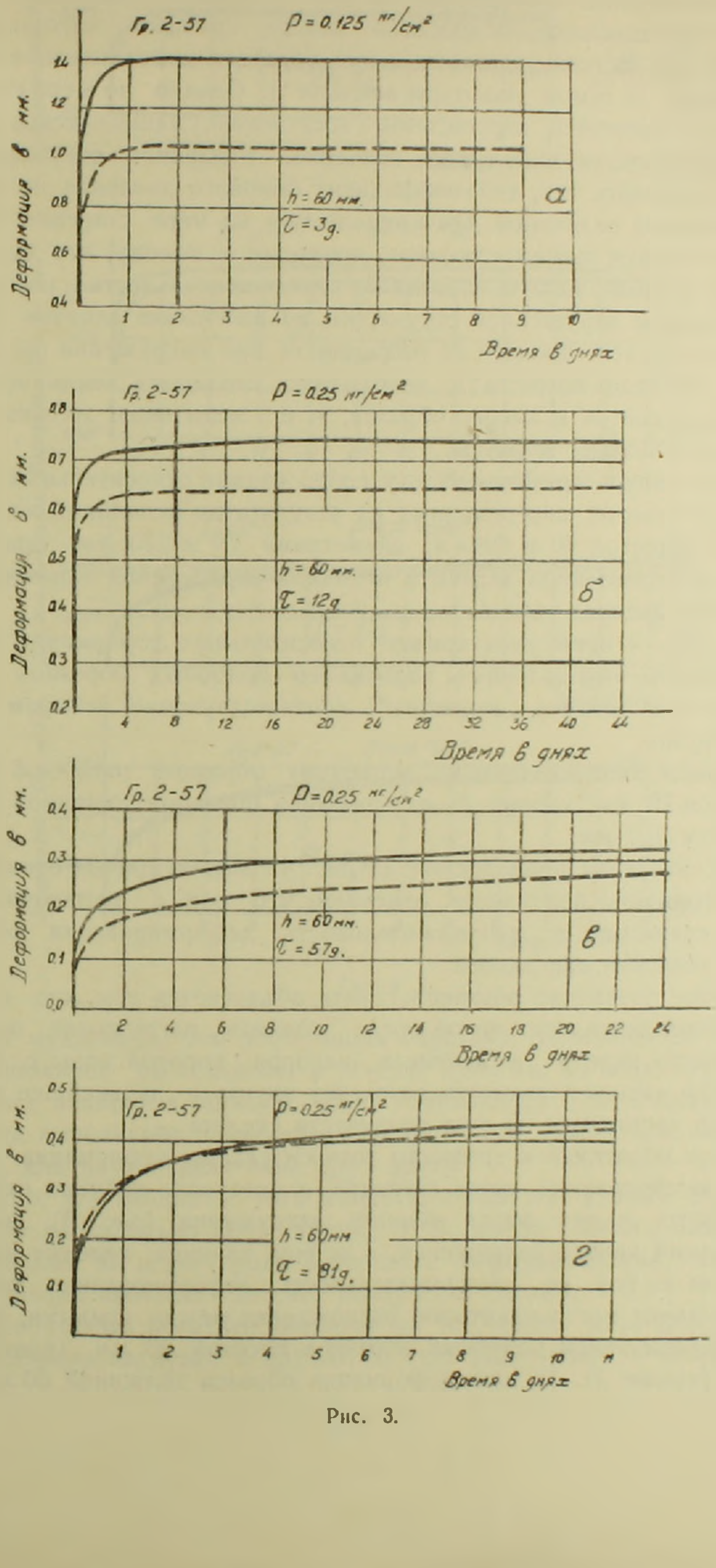

Гр. 2-57
P = 0.125 кг/см²
Деформация δ мм.
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
h = 60 мм.
τ = 3g.
а
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Время в днях
Гр. 2-57
P = 0.25 кг/см²
Деформация δ мм.
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
h = 60 мм.
τ = 12g
б
4 8 12 16 20 24 28 32 36 40 44
Время в днях
Гр. 2-57
P = 0.25 кг/см²
Деформация δ мм.
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
h = 60 мм.
τ = 57g.
в
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
Время в днях
Гр. 2-57
P = 0.25 кг/см²
Деформация δ мм.
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
h = 60мм
τ = 81g.
г
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Время в днях

Рис. 3.

линиями, а результаты испытания образцов диаметром 70 *мм* показаны пунктирными линиями.

Рассматривая приведенные на фиг. 3 графики, приходим к выводу, что максимальное расхождение между кривыми деформации во времени при сжатии указанных выше образцов имеет место в начале нагружения (в самом „молодом возрасте"). Однако по мере старения грунта (⁹) указанное расхождение постепенно уменьшается и принимает сравнительно небольшое значение. Указанное обстоятельство можно объяснить тем, что коэффициент бокового давления не является постоянной величиной. Он уменьшается по мере старения грунта.

Резюмируя вышеизложенное, приходим к выводу, что для определения влияния высоты образца на продолжительность деформирования грунтов нарушенной структуры, во избежание влияния бокового трения на этот процесс (в особенности при нагружении образцов в более „молодом возрасте"), необходимо соблюдать постоянство отношения диаметра к высоте образца, т. е. испытанию должны подвергаться подобные образцы.

Если теперь сравнить между собой кривые относительных деформаций ползучести, определенных из результатов испытаний подобных образцов высотой 20 и 60 *мм*, диаметрами 70 и 210 *мм*, придем к решению поставленной задачи о методике определения характеристик ползучести скелета грунта.

На рис. 4 приведены кривые относительных деформаций ползучести грунта, определенные испытанием подобных образцов разной толщины при четырех „возрастах", соответствующие четырем ступеням нагрузок.

Кривые *1* определены из испытания образцов толщиной 20 *мм*, диаметром 70 *мм*, кривые *2* — из испытания образцов толщиной 60 *мм*, диаметром 210 *мм*.

Рассматривая приведенные на рис. 4 графики кривых относительных деформации ползучести, замечаем, что они с достаточной точностью совпадают и продолжительность деформирования образцов разной толщины одинаковая.

Такое поведение образцов грунта объясняется тем, что в течение первых нескольких часов после момента нагружения образцов имеет место падение избыточных напоров поровой воды с полной передачей внешней нагрузки на скелет грунта и дальнейшее их уплотнение происходит за счет ползучести скелета.

Если обратимся к графикам относительных деформации ползучести рассмотренных выше ступеней, в интервале времени от одного до четырех часов после момента нагружения (рис. 5), заметим, что в самом начале нагружения, в период влияния явления выжимания воды из пор на продолжительность деформирования образцов грунта, имеет место некоторое расхождение между кривыми, определенных испытанием подобных образцов высотой 20 *мм* (кривая *1*) и 60 *мм* (кривая *2*). То есть деформация образца толщиной 60 *мм* про-

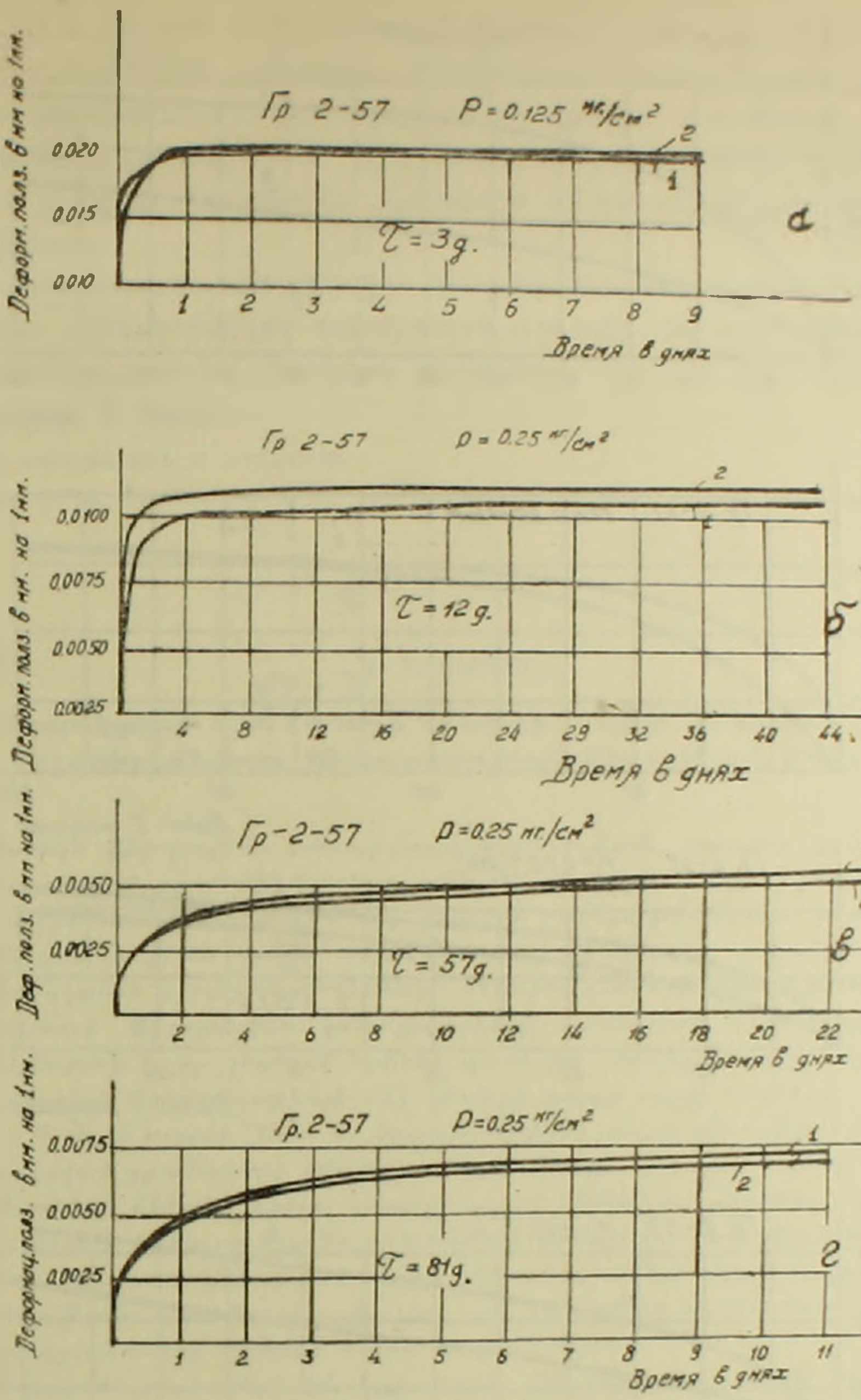


Рис. 4.

исходит медленнее, чем деформация образцов толщиной 20 *мм*. Однако указанное расхождение в течение времени, по мере падения избыточных напоров в поровой воде уменьшается и, в зависимости от точности выполнения параллельных опытов, эти кривые или сливаются в одну, или идут параллельно друг другу.

Ясно, что начиная с того момента, когда эти кривые сливаются или идут параллельно друг другу, т. е., когда явление выжимания воды больше не играет роли в процессе деформирования, деформация образцов протекает за счет ползучести скелета.

Необходимо обратить внимание на то, что по мере перехода от одной ступени нагрузки к другой, за счет уплотнения и повышения

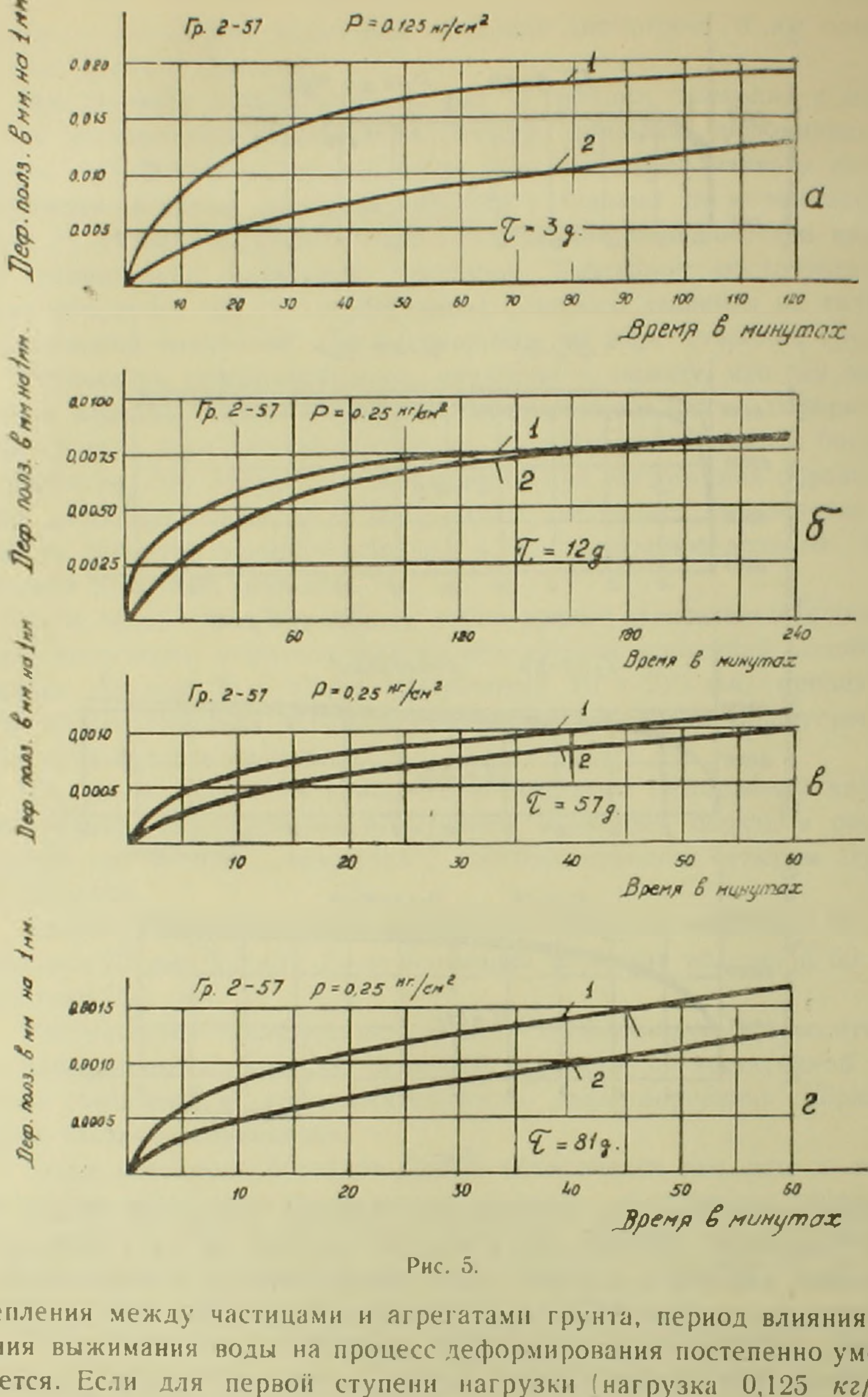


Рис. 5.

сцепления между частицами и агрегатами грунта, период влияния явления выжимания воды на процесс деформирования постепенно уменьшается. Если для первой ступени нагрузки (нагрузка 0,125 *кг/см²*) продолжительность влияния выжимания свободной воды из пор грунта равна 10—12 часам (рис. 4), для второй ступени нагрузки она равна 3—4 часам (рис. 5б), для третьей и четвертой ступеней 30 минутам (рис. 5*в* и 5*г*).

Учитывая то обстоятельство, что при исследовании основных характеристик ползучести скелета грунта ([7—9]) испытывались образцы

высотою 10 и 20 *мм*, нагрузками 0,25 *кг/см*² и более, притом в условиях двухстороннего движения отжимаемой воды, то при испытании таких же водонасыщенных образцов на сжатие в условиях невозможности бокового расширения, при влажности, близкой к влажности грунта на пределе текучести, влиянием выжимания воды из пор можно пренебречь.

Следовательно, полученные результаты экспериментального исследования характеристик ползучести грунта, определенных испытанием водонасыщенных образцов толщиной 10—20 *мм*, можно отнести к их скелету.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Ս. Ռ. ՄԵՍՉՅԱՆ

Կապակցված գրունտների կմախքի սողքի դեֆորմացիայի էքսպերիմենտալ հետազոտության մեթոդիկայի մասին

Համաձայն ֆիլտրացիոն կոնսոլիդացիայի տեսության, տարբեր բարձրություններ ունեցող կապակցված գրունտի շերտերի դեֆորմացիաների տևողությունները սեղմելու ժամանակ ուղիղ համեմատական են այդ շերտերի բարձրությունների քառակուսուն (1): Ոակայն, ինչպես ցույց են տալիս փորձերը, որոշ դեպքերում տարբեր բարձրություն ունեցող կապակցված գրունտների շերտերի դեֆորմացիաների տևողությունները չեն համապատասխանում ֆիլտրացիոն կոնսոլիդացիայի տեսության վերոհիշյալ եզրակացությանը (2): Հայտնի է, որ վերևում նշվածի պատճառը կմախքի սողքը հաշվի չառնելն է:

Ֆիլտրացիոն կոնսոլիդացիայի մեջ կմախքի սողքը հաշվի առնելու համար օգտագործվում է Դ. Ն. Մասլովի և Ն. Խ. Հարությունյանի սողքի տեսությունը (4,5):

Կապակցված գրունտների կմախքի սողքը հաշվի առնելու համար անհրաժեշտ է էքսպերիմենտների միջոցով որոշել կմախքի սողքի հիմնական բնութագիրը: Հաշվի առնելով վերոհիշյալի կարևորությունը գրունտների խտացման տեսության խնդիրները լուծելու համար, հոդվածում բերված է սողքի դեֆորմացիաների վրա նմուշների բարձրության ազդեցության ուսումնասիրությունը, որն իր հերթին անմիջականորեն կապված է կապակցված գրունտների կմախքի սողքի որոշման հետ:

Կապակցված գրունտների կմախքի սողքի որոշման մեթոդիկան մշակելու համար օգտագործված է այն փաստը, որ երբ տարբեր բարձրություններ ունեցող նմուշների դեֆորմացիաների տևողությունները հավասար են իրար, նմուշների դեֆորմացիաները հիմնականում ընթանում են ի հաշիվ կմախքի սողքի և ծակոտկենային ջրի հեռացումը կամ բոլորովին ազդեցություն չունի դեֆորմացիայի տևողության վրա կամ էլ այդ ազդեցությունը շատ փոքր է:

Նախքան տարբեր բարձրություններ ունեցող նմուշների փորձարկման անցնելը, մշակված է տարբեր բարձրություններ ունեցող նմուշների փորձարկման մեթոդիկան և ցույց է տրված, որ կողային շփման ազդեցությունը վերացնելու համար անհրաժեշտ է փորձարկել նման նմուշներ, որոնց բարձրության հարաբերությունը տրամագծին միևնույնն է:

Հոդվածում ցույց է տրված, որ երբ փորձարկվող շերտերի բարձրությունները փոքր են (10—20 մմ), ապա այդ դեպքում ծակոտկենային ջրի հեռացման ազդեցությունը նմուշի դեֆորմացիայի տևողության վրա շատ փոքր է: Իսկ այդ նշանակում է, որ կապակցված գրունտների կմախքի սողքի բնութագիրը որոշելու համար անհրաժեշտ է օգտվել 10—20 մմ բարձրություն ունեցող նմուշների փորձարկումից:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Н. М. Герсеванов*, Основы динамики грунтовой массы, Стройиздат, М., 1937. [2] *Г. И. Покровский*, Материалы Всесоюзного совещания по основаниям и фундаментам 1938 г., Госстройиздат, М.—Л., 1939. [3] *В. А. Флорин*, Изв. АН СССР, ОТН, № 6 (1953). [4] *Г. Н. Маслов*, Изв. ВНИИГ, т. 28 (1941). [5] *Н. Х. Арутюнян*, Некоторые вопросы теории ползучести, Гостехиздат, М., 1952. [6] *Н. Н. Маслов*, Условия устойчивости склонов и откосов в гидротехническом строительстве, Госэнергоиздат, М.—Л., 1955. [7] *С. Р. Месчян*, ДАН АрмССР, т. XXIII, № 3 (1956). [8] *С. Р. Месчян*, ДАН АрмССР, т. XXIV, № 2 (1957). [9] *С. Р. Месчян*, ДАН АрмССР, т. XXV, № 4 (1957).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXVI 1958 4

АСТРОФИЗИКА

А. Т. Каллоглян

Колориметрия галактик с перемычкой

Сообщение I

(Представлено В. А. Амбарцумяном 3.II.1958)

Спиральные галактики с перемычкой до сих пор не подвергались детальному фотометрическому изучению. В разных каталогах и списках даются только интегральные звездные величины и цвета этих объектов. Между тем, представляет большой интерес исследование распределения яркости и цвета в этих галактиках с целью выяснения их связи с нормальными спиралями и природы перемычек.

Ряд наблюдателей ([1], [2], [3]) изучал относительное распределение интенсивности в некоторых галактиках с перемычкой. Ван Утэн, Оорт Хильтнер ([4]) наблюдали фотоэлектрическим методом распределение интенсивности, наряду с другими галактиками, в NGC 1023 (типа SBO) с двумя фильтрами. Насколько нам известно, это единственная галактика с перемычкой, в которой исследовано распределение цвета.

Помимо того, что спиральные галактики с перемычкой плохо изучены, их детальное исследование представляет интерес и потому, что в некоторых с виду нормальных спиралях предполагается также наличие перемычки. Так, Линдблад ([5]) указывает на наличие такой структуры в центральной части M31. По Джонсону ([6]), некоторые факты говорят о том, что нельзя отрицать наличие перемычки и в нашей Галактике.

Из всего вышесказанного вытекает необходимость изучения спиралей с перемычками.

В настоящей статье приведены результаты колориметрического исследования двух галактик NGC 1023 и 7479. Мы ставили своей задачей изучение распределения цвета вдоль всего изображения каждой из этих галактик.

Материал наблюденый был получен на 18—21″ телескопе системы Шмидта Бюраканской астрофизической обсерватории. Свободное отверстие телескопа 530 *мм*, фокусное расстояние 1800 *мм* (масштаб 114″ на 1 *мм*).

Наблюдения велись в фотографических лучах без фильтра на пластинках „Агфа астро платтен", и в визуальных лучах через желтый светофильтр типа GG—11 на пластинках „Кодак Оа—Е".

Для наблюдений галактик мы пользовались методом двухэтажной кассеты А. В. Маркова и Н. Н. Сытинской (7). Как известно, сущность этого метода заключается в том, что одновременно со снимком галактики на куске той же пластинки снимаются внефокальные изображения близлежащих звезд-стандартов. В результате влияние атмосферного поглощения и фона неба как для галактики, так и для стандартных звезд получается одинаковым. В нашем случае пластинка внефокальных изображений отстоит примерно на 4.5 *мм* от фокуса, что уже обеспечивает равномерное почернение изображения звезды.

Звездные величины стандартов определялись путем сопоставления их с Северным Полярным Рядом. Измерения производились на шнельфотометре Цейсса. Средняя квадратичная ошибка одного измерения звездных величин не превышает $\pm 0^m.05$.

Необходимые при определении цвета эффективные яркости внефокальных изображений звезд определялись по формуле:

$$m = m_0 + 2.5 \log\left(\frac{\pi D^2}{4} - a^2\right),$$

где m_0 — величина звезды, D — диаметр изображения объектива, a — сторона изображения тени от кассетной части.

Характеристические кривые для определения яркостей в галактиках строились по пропусканиям и эффективным яркостям стандартов.

Вся поверхность галактики была измерена с помощью квадратной диафрагмы $11''.4 \times 11''.4$. Измеряемые площадки были расположены вплотную друг к другу, так что расстояние между центрами двух соседних площадок равнялось тоже $11''.4$.

Средняя квадратичная ошибка одного измерения яркости оказалась равной $\pm 0^m.06$; показатели цвета измерялись с ошибкой $\pm 0^m.08$.

Связь нашей цветовой системы с международной для показателя цвета выражается следующим уравнением:

$$CI_{\text{инт.}} = 0.837\ (C + 0.029).$$

Отметим, что наша система фотографических звездных величин совпадает с международной.

Результаты I.—NGC 7479 ($\alpha_{1950} = 23^h\ 2'.4$ $\delta_{1950} = +12°3'$). Спиральная галактика с перемычкой в созвездии Пегаса. В каталоге Шепли-Эймс галактика отнесена к типу SBc; по классификации Хаббла она причисляется к типу SBb. Эта галактика имеет хорошо выраженные ветви без ярких сгущений и является типичной галактикой с перемычкой. Длина перемычки примерно $2'$, а ширина около $15''$. Размеры галактики на наших пластинках $2'.7 \times 2'.7$.

Интегральная фотографическая звездная величина по нашим измерениям равна $12^m.03$. Интегральный цвет галактики в международной системе $0^m.80$. По Петиту (8) интегральная фотографическая

звездная величина при круглой диафрагме с диаметром 4′.07 равна $11^m.72$, а интегральный цвет при той же диафрагме $0^m.63$. Можно считать, что эти данные удовлетворительно согласуются друг с другом.

На рис. 1 дано распределение цвета в галактике NGC 7479 в нашей цветовой системе. Из рисунка следует:

1) перемычка имеет цвет, близкий к цвету ядра;

2) замечается изменение цвета вдоль перемычки (около ядра она

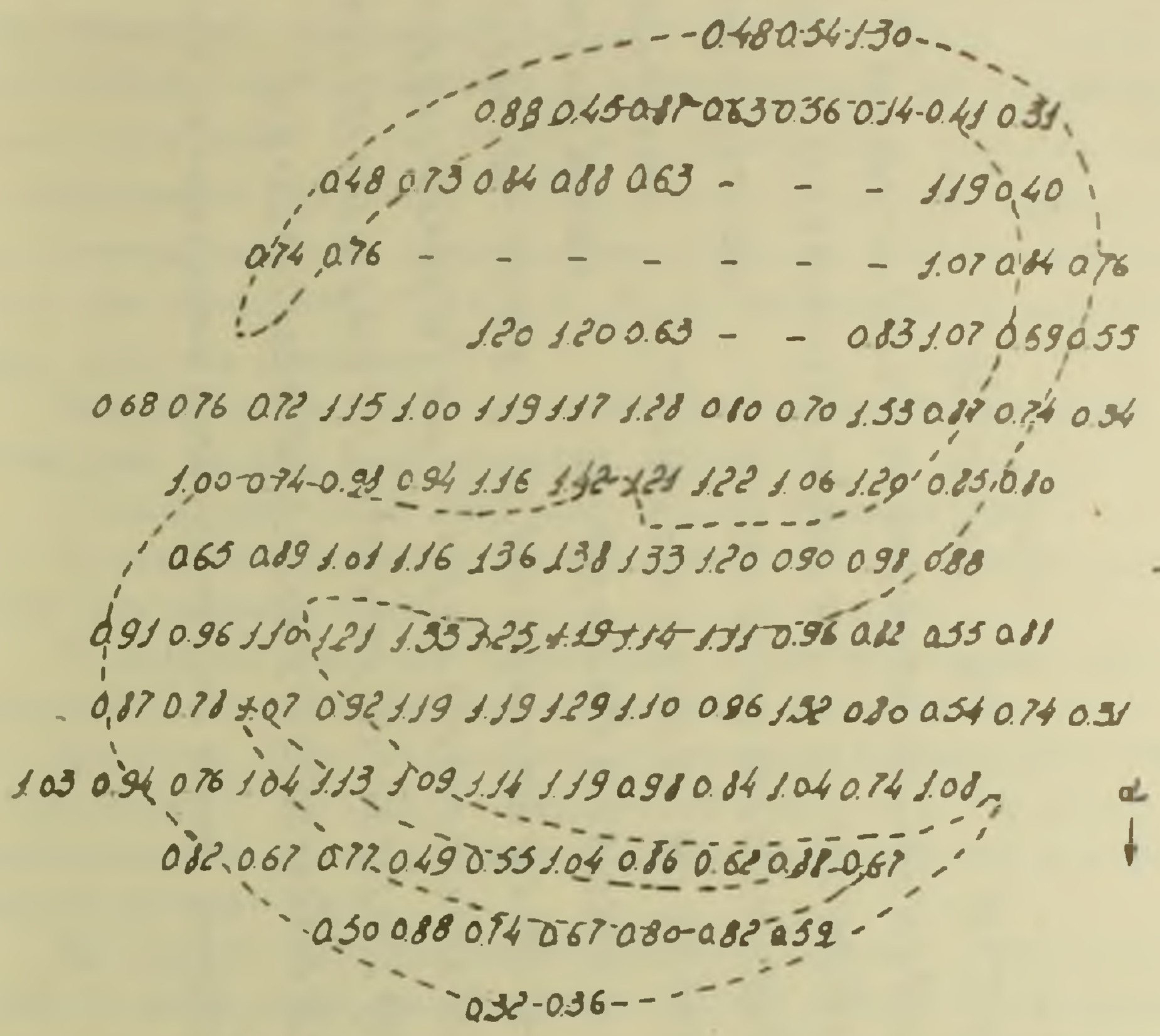


Рис. 1. Распределение цвета в галактике NGC 7479 (пунктирными линиями схематически показан контур галактики. Масштаб 1′.61 на 1 *мм*)

имеет более красный цвет); это можно объяснить тем, что ветви с двух сторон вторгаются в перемычку, вследствие чего последняя на краях имеет более голубой цвет, чем около ядра; это влияние ветвей усиливается ввиду малой длины перемычки; но вполне возможно, что такое „посинение" при удалении от ядра присуще и самой перемычке;

3) ветви намного голубее перемычки; показатель цвета в ветвях доходит в одном месте до $0^m.1$ в международной системе; области между ветвями и перемычкой имеют промежуточный цвет.

II. NGC 1023 ($\alpha_{1950} = 2^h\ 37^m.2$, $\delta_{1950} = +38^0\ 52'$). Яркая галактика в созвездии Персея. По новой классификации Хаббла она относится к типу SBO. Основную часть галактики составляет перемычка, напоминающая по форме эллиптическую галактику.

В каждом цвете были измерены по три пластинки. В фотографических лучах предел яркости $24^m.5$ с кв. секунды при экспозиции 90 минут. В визуальных лучах на пластинках „Кодак Оа-Е" предел

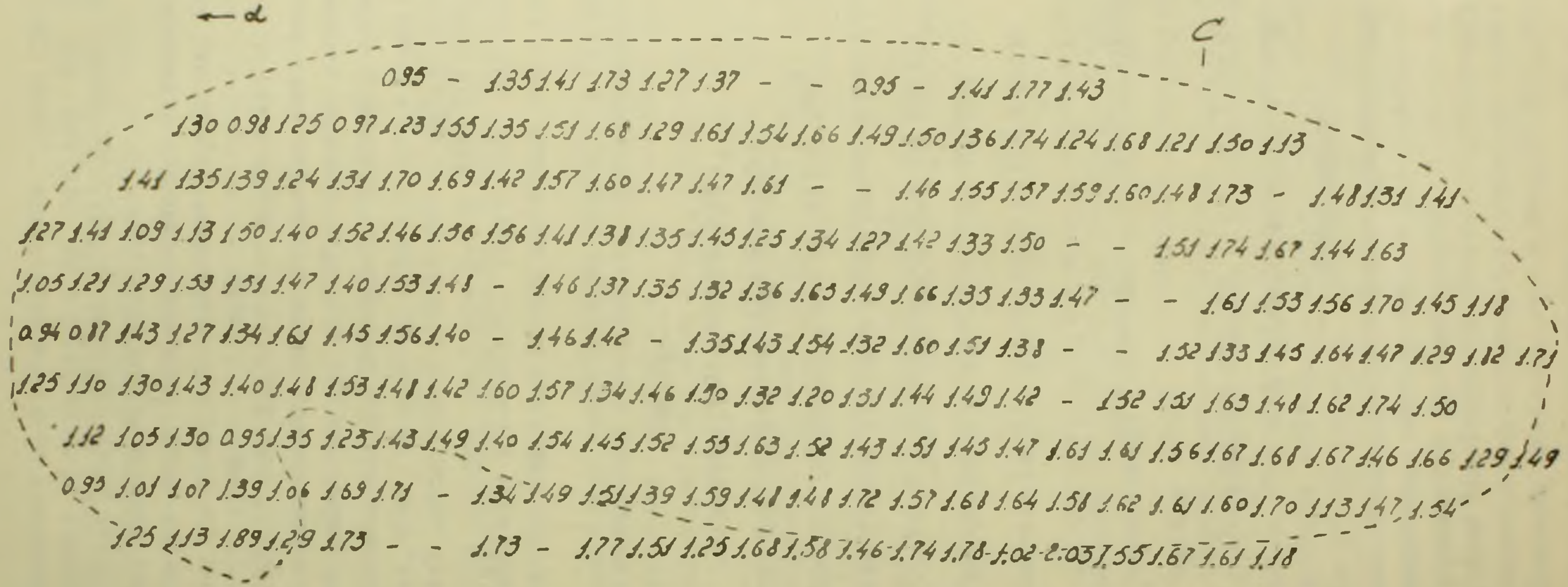


Рис. 2. Распределение цвета в галактике NGC 1023 (пунктирными линиями схематически показан контур галактики. Масштаб 1'.61 на 1 *мм*).

яркости не превышает $22^m.2$. с кв. секунды. Для получения более слабых частей галактики один снимок с экспозицией 90 минут получен на пластинках „Истмэн 103а—E“, где предел яркости в визуальных лучах равен $23^m.0$ с кв. секунды.

Размеры галактики на наших пластинках $5'.7 \times 2'$. Интегральная фотографическая звездная величина, вычисленная по методу сложения интенсивностей отдельных ее участков, получилась равной $11^m.09$. Интегральный цвет галактики в международной системе звездных величин получился $1^m.24$. В каталоге Шепли-Эймс галактика имеет фотографическую величину $11^m.2$. Петит ([8]) получил значение $10^m.59$ для фотографической интегральной величины и $0^m.97$—для показателя цвета при диафрагме $1'.8 \times 4'.1$. М. А. Вашакидзе ([9]) для показателя цвета получил значение $1^m.11$.

Распределение цвета по галактике в нашей цветовой системе приведено на рис. 2. Из рисунка следует:

1) галактика NGC 1023 имет весьма красный цвет;

2) перемычка краснее ветвей и имеет почти тот же цвет, что и самая центральная часть;

3) заметны большие флуктуации в распределении цвета вдоль перемычки, но в общем цвет ее остается постоянным.

Ван Утэн, Оорт и Хильтнер ([4]) проследили галактику NGC 1023 до примерно 2′ от ядра в направлении малой оси. По этому же направлению нам удалось измерить цвета до расстояния меньше одной минуты дуги от ядра.

Из данных вышеуказанных авторов вытекает, что по мере удаления от ядра вдоль малой оси галактика синеет. Если ограничиться областью, исследованной нами, то этот эффект становится мало заметным. На расстоянии 50″ от ядра показатель цвета меньше показателя цвета ядра примерно на $0^m.2$. Ввиду того, что в распределении цвета имеются флуктуации, достигающие того же значения, то обнаружение такого эффекта представляется трудным.

В заключение автор выражает признательность академику В. А. Амбарцумяну за руководство настоящей работой.

Бюраканская астрофизическая обсерватория
Академии наук Армянской ССР.

Ա. Տ. ՔԱԼԼՕՂԼՅԱՆ

Ձողիկավոր գալակտիկաների գունաչափություն

Հաղորդում I

Աշխատանքում բերվում են NGC 1023 և 7479 ձողիկավոր գալակտիկաների գունաչափական հետազոտության արդյունքները։ Դիտողական նյութն ստացվել է Բյուրականի Աստղադիտարանի 18—21″ Շմիդտի սիստեմի դիտակի վրա երկհարկանի կասետայի մեթոդով։ Գալակտիկաները չափվել են համատարած՝ 11″.4×11″.4 չափեր ունեցող դիաֆրագմայի միջոցով։

I. NGC 7479 (SBb): *Տիպիկ ձողիկավոր գալակտիկա: Ինտեգրալ գույնը հավասար է $0^m.80$ միջազգային սիստեմում: Ձողի գույնը մոտ է միջուկի գույնին և կապտում է դեպի ծայրերը շարժվելիս (Նկ. 1): Այս երևույթը կարելի է բացատրել թևերի ներխուժմամբ ձողի մեջ՝ նրա երկու կողմերից: Բայց այն կարող է նաև հատուկ լինել իրեն՝ ձողին:*

Գալակտիկայի թևերն զգալիորեն կապույտ են ձողից: Մեկ տեղում թևի գույնը հասնում է $0^m.1$:

II. NGC 1023 (SB0): *Գույնի բաշխումն այս գալակտիկայում (Նկ. 2) ցույց է տալիս, որ ձողի երկարությամբ գույնը մնում է հաստատուն՝ չնայած առանձին զգալի ֆլուկտուացիաների: Միգամածության գույնը կարմիր է և միջազգային սիստեմում հավասար է՝ $1^m.24$:*

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Д. Эванс*, M. N. 111, 526 (1951). [2] *Г. дэ Вокулэр*, Occasional Notes, vol. 3, No 18 (1956). [3] *Е. Дениссон*, A. J. 59, 320, 1954. [4] *С. Ван Утэн, Дж. Оорт* и *В. Хильтнер*, Ap. J., 120, 439 (1954). [5] *Б. Линдблад*, Stockholms Obs. Annaler, 19. No 2 (1956). [6] *У. Джонсон*, A. J. 62, 19 (1957). [7] *А. В. Марков* и *Н. Н. Сытинская*, ДАН СССР, 73, 77 (1933). [8] *Е. Петит*, Ap. J., 120, 413 (1954). [9] *М. А. Вашакидзе*, Бюлл. Абаст. обс. 13 (1953).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXVI 1958 4

ГЕОФИЗИКА

Ц. Г. Акопян

О некоторых закономерных соотношениях между магнитным и гравитационным полями в Араратской котловине Армянской ССР

(Представлено А. А. Габриеляном 25. XII. 1957)

Накопившиеся к настоящему времени новые данные геофизических исследований позволяют произвести сопоставление между магнитным и гравитационным полями и наметить некоторые закономерности, характеризующие конкретные геологические условия Араратской котловины. Это сопоставление мы вынуждены в большинстве случаев вести не на графиках Z_a и Δg, а на картах гравитационных и магнитных аномалий, так как пункты магнитных наблюдений не всегда совпадают с гравиметровыми пунктами, почему и построить графики Δg по магнитным профилям иногда не представляется возможным. Впрочем отметим, что для выявления пространственного соотношения между ними этот вопрос не имеет решающего значения.

Из сопоставления карт Z_a и Δg вытекает следующее:

1. Относительному максимуму аномалии силы тяжести (до—61 мгл Буге), расположенному в юго-восточной части Араратской котловины, в районе горы Хор-вираб, совпадающему с северо-западным окончанием обнажений палеозоя, представленных относительно плотными (σ=2,6—2, 65 *г/см³*) и практически немагнитными (x=20.10⁻⁶ *CGSM*) породами, соответствует относительный минимум Z_a (от 0 до—100 гамм). Региональному убыванию аномалий силы тяжести к СЗ, в направлении на Арташат, соответствует плавное возрастание поля Z_a от—100 до+100—200 гамм.

Относительному максимуму Δg (до—145 мгл Буге), расположенному в северо-восточной части Араратской котловины, в районе с. с. Арзакан—Бжни, и пространственно совпадающему с обнажающимися там метаморфическими сланцами и гнейсами кембрия-докембрия, которые трансгрессивно перекрыты здесь известняково-мергелистыми отложениями верхнего мела, представленными относительно плотными (σ=2,6—2,65 г/*см³*) и практически немагнитными (χ=20.10⁻⁶ *CGSM*) породами, соответствует относительный минимум Z_a (от 0 до—200 гамм). Региональному убыванию аномалии силы тяжести к юго-востоку, в направлении Алапарс—Фонтан, соответствует резкое повышение поля Z_a.

Наблюдается также обратное соотношение между магнитным и гравитационным полями в центральной части Араратской котловины в районе Шорагбюрской антиклинали, которая сложена осадочными отложениями третичного возраста. Здесь на общем фоне регионального спада аномалии силы тяжести от с. Тазагюх (на юго-западе) к с. Вохчаберд (на северо-востоке) выявлен локальный максимум Δg, которому соответствует относительный минимум Z_a (от +50 до +100 гамм), тогда как на СЗ и ЮВ от этой линии относительному минимуму Δg соответствует относительный максимум Z_a (от +100 до +200 гамм), совпадающий в общих чертах с контурами выходов пестроцветной толщи среднего миоцена, слагающей СЗ крыло Шорагбюрской антиклинальной складки.

Таким образом, на этих трех, при этом хорошо изученных в геологическом отношении, участках отчетливо наблюдается так называемое обратное соотношение между гравитационным и магнитным полями.

Из дальнейшего сопоставления карт Z_a и Δg следует, что относительному максимуму Δg на общем фоне регионального спада аномалии силы тяжести, от с. Тазагюх к с. Маяковское, на участке Аван—Маяковское, соответствует относительный минимум Z_a. Относительному максимуму Δg на участке с. с. Давидашен—Мгуб соответствует относительный минимум Z_a.

Центры вулканических извержений—Гутан-Сар и Ирак-Сар, расположенные на северо-востоке исследованного района, характеризуются гравитационным относительным минимумом и интенсивным магнитным максимумом; таким образом, здесь также имеет место обратное соотношение между гравитационным и магнитным полями.

2. Относительному минимуму Δg (до—110 мгл Буге), расположенному на юго-западе от Тазагюха, в районе с. Ранчпар, соответствует относительный магнитный минимум (Z_a = от 0 до —150 гамм). Такое соотношение гравитационных и магнитных полей наблюдается также в северо-восточной части Араратской котловины, в районе с. Фонтан, где относительному минимуму силы тяжести Δg (до—160 мгл) соответствует относительный минимум Z_a (до—500 гамм). Далее, относительному минимуму Δg второго порядка на общем фоне регионального спада силы тяжести от с. Тазагюх, на ЮЗ, до с. Птгни, на СВ, на участке Канакер—Мгуб соответствует магнитный относительный минимум Z_a. Такое же соотношение между указанными полями наблюдается и в районе с. Акунк (Башгюх) между с. с. Агадзор—Елгован и в районе с. Кетран.

Теперь рассмотрим случай, когда гравитационному относительному максимуму соответствует магнитный относительный максимум. К таким участкам на исследованной территории, по имеющимся данным, можно отнести районы восточнее с. Двин, с. Верхняя Ахта и у с. Капутан, где значениям силы тяжести (до—90 мгл, —145 мгл, и

—105 мгл Буге соответственно) соответствуют интенсивные положительные магнитные аномалии Z_a (+580 гамм, +5000 гамм и +1000 гамм).

Следовательно, в данном случае наблюдается отчетливо прямое соотношение между магнитным и гравитационным полями.

Кроме этих двух очень важных типов соотношения в пределах Араратской котловины наблюдается еще один тип соотношения между рассматриваемыми полями, играющий немаловажную роль в деле выяснения тектоники района, а именно: гравитационному относительному максимуму или минимуму соответствует относительно резкое изменение магнитного поля. В качестве примера можно привести Приереванский район АрмССР.

Буровыми работами доказано, что в аналогичных случаях наличие вулканических пород на некоторой глубине от поверхности в районах гравитационных аномалий бесспорно.

Таким образом, применительно к конкретным геологическим условиям Араратской котловины можно выделить четыре типа соотношений между гравитационным и магнитным полями.

1 тип. Гравитационному максимуму соответствует магнитный минимум.

2 тип. Гравитационному максимуму соответствует магнитный максимум.

3 тип. Гравитационному минимуму соответствует магнитный минимум.

4 тип. Гравитационному минимуму соответствует магнитный максимум.

В настоящее время можно считать установленным, что природа гравитационных и магнитных аномалий для первого типа их соотношений обусловлена приближением к дневной поверхности плотных и практически немагнитных пород третичного или более древних возрастов, при полном отсутствии изверженных пород, или наличие в осадочных отложениях антиклинальных структур третичного и более древних возрастов.

В случае, когда гравитационному максимуму соответствует и магнитный максимум (тип второй), гравитационные и магнитные аномалии обусловлены наличием на некоторой глубине изверженных (интрузивных) пород.

Природу третьего типа соотношений следует видеть как в увеличении мощностей третичных менее плотных и практически немагнитных осадочных отложений, слагающих в данном районе синклинальную структуру. Наконец, центрам вулканических излияний соответствует четвертый тип соотношения между магнитным и гравитационным полями.

Как видно из вышеизложенного, в условиях Араратской котловины мы имеем дело со сложным соотношением между магнитным и гравитационным полями, которое обусловлено сложным геологическим строением. Тем не менее, в большинстве случаев имеет место так называемое обратное соотношение между указанными полями. Выявлен-

ные закономерности в соотношениях между гравитационным и магнитным полями мы использовали при геологическом истолковании аномального магнитного поля Араратской котловины и сопредельных районов Армянской ССР.

В заключение отметим, что эта закономерная связь между гравитационным и магнитным полями хорошо согласуется с геологическими данными и обусловлена физическими свойствами горных пород. По геологическим данным, общий план дислокации палеозойских (плотных и практически немагнитных) пород юго-восточной части Араратской котловины имеет общекавказское направление, что обусловливает гравитационное поле первого порядка и СЗ—ЮВ простирание магнитных аномалий. В то время как общий план дислокации, в возрастном отношении, более молодых (менее плотных и более магнитных) пород по направлению с ЮВ на СЗ постепенно переходит на широтные (структурные элементы мелового возраста) и затем на антикавказские что обусловливает изменение интенсивности гравитационного поля второго порядка и СВ—ЮЗ простирание магнитных аномалий (структурные элементы Приереванского района, сложенные породами палеогена и неогена).

Наблюдаемые, как правило, обратные соотношения гравитационного и магнитного полей в Приереванском районе связаны с тем, что изменение магнитного поля в данном случае отражает собой, главным образом, структурные особенности (строение и состав пород) третичных отложений, в то время как изменение поля силы тяжести, наоборот, зависит в основном от рельефа и структуры мезозоя и палеозоя, а также при их отсутствии до палеозойского фундамента.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Յ. Գ. ՀԱԿՈԲՅԱՆ

Արարատյան հովտի մագնիսական և գրավիտացիոն դաշտերի միջև գոյություն ունեցող մի քանի օրինաչափական հարաբերությունների մասին

Համեմատելով Արարատյան հովտի մագնիսական և գրավիտացիոն դաշտերն իրար հետ, հեղինակը նկատել է մի քանի օրինաչափություններ այդ դաշտերի միջև, որոնք բնորոշ են տվյալ վայրի երկրաբանական կառուցվածքի համար։

Գրավիտացիոն և մագնիսական դաշտերի համեմատությունից երևում է՝

1. Ծանրության ուժի անոմալիայի հարաբերական մաքսիմում արժեքին, որը դիտվում է Արարատյան հովտի հարավ-արևելյան մասում մերկացող պալեոզոյան հասակի (համեմատաբար խիտ և ոչ մագնիսական) ապարների վրա, համապատասխանում է անոմալ մագնիսական դաշտի ուղղաձիգ բաղադրիչի հարաբերական մինիմում արժեք։

2. Ծանրության ուժի անոմալիայի հարաբերական մաքսիմում արժեքին, որը դիտվում է Արարատյան հովտի հյուսիս-արևելյան մասում մերկացող քեմբրի--մինչքեմբրի հասակի (համեմատաբար խիտ և ոչ մագնիսական) ապարների վրա, համապատասխանում է մագնիսական դաշտի հարաբերական մինիմում արժեք։

3. Նույնպիսի կապակցություն մագնիսական և գրավիտացիոն դաշտերի միջև նկատվում է նաև Արարատյան հովտի կենտրոնական մասում գտնվող Շոռաղբյուրի անտիկլինալի վրա։ Այստեղ անտիկլինալի առանցքային մասը բնորոշվում է գրավիտացիոն հա-

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՈՎԵՏԱԿԱՆ ՀԱՆՐԱԳԻՏԱՐԱՆ

ՀԱՅ ԺՈՂՈՎՐԴԱԿԱՆ ԱՐՎԵՍՏԻ ՊԱՏՄՈՒԹՅԱՆ

ՀԱՏՈՐ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԵՎԱՆ — 1963

Հատորը պատրաստել են Ա. Ա. Ղարիբյանը, Ա. Ա. Մնացականյանը, Ա. Ա. Պետրոսյանը, Ա. Ա. Սարգսյանը, Ա. Ա. Ալեքսանյանը, Ա. Ա. Ղազարյանը, Ա. Ա. Ավետիսյանը, Ա. Ա. Հարությունյանը, Ա. Ա. Գրիգորյանը, Ա. Ա. Մկրտչյանը, Ա. Ա. Ստեփանյանը, Ա. Ա. Հովհաննիսյանը, Ա. Ա. Մարտիրոսյանը, Ա. Ա. Ներսիսյանը, Ա. Ա. Ալավերդյանը, Ա. Ա. Ղուկասյանը, Ա. Ա. Ոսկանյանը, Ա. Ա. Թադևոսյանը, Ա. Ա. Բաղդասարյանը, Ա. Ա. Մելիքյանը, Ա. Ա. Հակոբյանը, Ա. Ա. Սահակյանը, Ա. Ա. Գալստյանը, Ա. Ա. Ներսեսյանը, Ա. Ա. Մանուկյանը, Ա. Ա. Ավագյանը, Ա. Ա. Հարությունյանը, Ա. Ա. Գրիգորյանը, Ա. Ա. Մկրտչյանը, Ա. Ա. Ստեփանյանը, Ա. Ա. Հովհաննիսյանը, Ա. Ա. Մարտիրոսյանը, Ա. Ա. Ներսիսյանը, Ա. Ա. Ալավերդյանը, Ա. Ա. Ղուկասյանը, Ա. Ա. Ոսկանյանը, Ա. Ա. Թադևոսյանը, Ա. Ա. Բաղդասարյանը, Ա. Ա. Մելիքյանը, Ա. Ա. Հակոբյանը, Ա. Ա. Սահակյանը, Ա. Ա. Գալստյանը, Ա. Ա. Ներսեսյանը, Ա. Ա. Մանուկյանը, Ա. Ա. Ավագյանը

Պատասխանատու խմբագիր՝ Ա. Ա. Ղարիբյան

Գրքի ձևավորումը՝ Ա. Ա. Մնացականյանի

Տեխնիկական խմբագիր՝ Ա. Ա. Պետրոսյան

Սրբագրիչ՝ Ա. Ա. Սարգսյան

Հանձնված է արտադրության 1962 թ. հոկտեմբերի 15-ին։ Ստորագրված է տպագրության 1963 թ. հունվարի 10-ին։ Թուղթ 70×108 1/16։ Տպագրական մամուլ 20,5։ Հրատարակչական մամուլ 19,2։ Տպաքանակ 5000։ ՀՍՍՀ 00000։ Պատվեր 000։ Գինը 00 կոպ։

Հայկական ՍՍՀ Գիտությունների ակադեմիայի հրատարակչություն

Երևան, Բարեկամության 24

Հայկական ՍՍՀ Գիտությունների ակադեմիայի տպարան

Երևան, Բարեկամության 24

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXVI 1958 4

ГЕОФИЗИКА

Л. К. Татевосян

Использование детальной гравиметрической съемки при изучении глубинного строения земной коры в Армении

(Представлено А. А. Габриеляном 27.XII. 1957)

При изучении глубинного строения земной коры все шире применяются геофизические методы разведки,—чаще всего сейсмический и и гравиметрический.

В последнее время, благодаря новым методам интерпретации, оказывается возможным, используя данные детальной гравиметрической съемки, сделать выводы общего характера о глубинном строении большого региона.

Одним из таких методов является метод Фишера-Люстиха ([1],[2]), при помощи которого в зонах высоких горизонтальных градиентов аномалии силы тяжести можно определить глубину залегания аномального тела—h (расстояние наивысшей точки аномального тела от поверхности земли) и его мощность или полную высоту—T (расстояние между высшей и низшей точками тела) по следующим формулам:

$$T \geqslant \frac{\Delta g}{2\pi f \Delta\sigma} \quad (1) \text{ и } h \leqslant \frac{\Delta g}{2\pi f \Delta\sigma\left(e^{\frac{g'}{2f\Delta\sigma}}-1\right)} \qquad (2)$$

где:

Δg—алгебраическая разность между min. и max. значениями аномалии силы тяжести на данном расчетном профиле;
g' —первый горизонтальный градиент аномалии силы тяжести:
$\Delta\sigma$—разность плотностей между двумя поверхностями раздела;
f—гравитационная постоянная.

Формулу (2) можно представить также в следующем виде: (А. Г. Салихов, 1956)

$$h \leqslant \frac{\Delta g}{\pi g'\left(1+\frac{g'}{4f\Delta\sigma}\right)} \qquad (2')$$

Для определения $\Delta\sigma$ необходимо рассмотреть плотности пород,

распространенных в исследуемом районе, обнаружить плотносные границы раздела.

Изучением плотностей пород Армении уже много лет занимаются в Институте геологических наук АН Армянской ССР (Э. Б. Аджимамудов, Ш. С. Оганесян). Данные о плотностях кратко сводятся к следующему.

Породы третичного возраста представлены вулканогенной фацией, мергелисто-глинистыми, песчано-глинистыми и известняковыми отложениями со средней плотностью 2,29 *г/см*^{3} (с учетом удельной мощности отдельных стратиграфических возрастов).

Породы мезозойского возраста (юрские вулканогенные туфы, кварцпорфириты, известняки, альбитофиры, меловые порфириты, мраморы, песчаники) обладают средней плотностью 2,62 *г/см*^{3} с учетом удельной мощности и 2,64 *г/см*^{3} без ее учета.

Средняя плотность пород средне-верхнего палеозоя (песчаники, порфириты, сланцы, известняки, кварциты) равна 2,63 *г/см*^{3} и фактически соизмерима со средней плотностью пород мезозойского возраста. Породы нижнего палеозоя и докембрия представлены метаморфическими сланцами, кварцитами, гнейсами и известняками. Средняя плотность пород этого возраста определяется величиной 2,72 *г/см*^{3}.

Таким образом, можно наметить первую плотностную границу раздела между рыхлыми третичными отложениями и мезозойско-верхнепалеозойскими породами с разностью плотностей около 0,35 *г/см*^{3}.

Четвертичные отложения, представленные осадочными и вулканогенными породами и имеющие большое распространение, значительно дифференцированы по плотности, но мощность их так мала (300—400 *м*), что они не могут существенно влиять на региональное гравитационное поле Армении,

На сводной карте аномалии силы тяжести Армении в редукции Буге (составленной И. О. Цимельзоном по данным: 1) Армянских гравимагнитных партий треста Азнефтегеофизразведка, 2) региональной гравиметрической съемки А. Б. Аджимамудова, 3) маятниковой съемки) можно выделить ряд максимумов и минимумов.

Между этими областями расположены зоны высоких горизонтальных градиентов аномалии силы тяжести. Такими зонами являются северный и восточный борта Ленинаканского минимума (являющегося северо-западной оконечностью Центрального минимума Армении), в пределах которых максимальный градиент силы тяжести составляет соответственно 52 и 42 этвеша (*E*); зона сильно сгущенных изоаномал, обрисовывающих Колгат—Памб—Армянский—Спитакский максимум (42*E*); участок интенсивного изменения силы тяжести между Кечик—Веди и Арташатом (40—45*E*)—Арташатская зона больших градиентов по терминологии А. Т. Донабедова (1948 г.). Отмечается интенсивное изменение поля и на зеверо-западе озера Севан. Ввиду отсутствия детальной съемки на востоке Армении здесь нельзя уверенно определить градиенты аномального поля.

Наличие значительных горизонтальных градиентов в этих зонах указывает на резкое погружение или поднятие аномального тела, на уступообразную структуру.

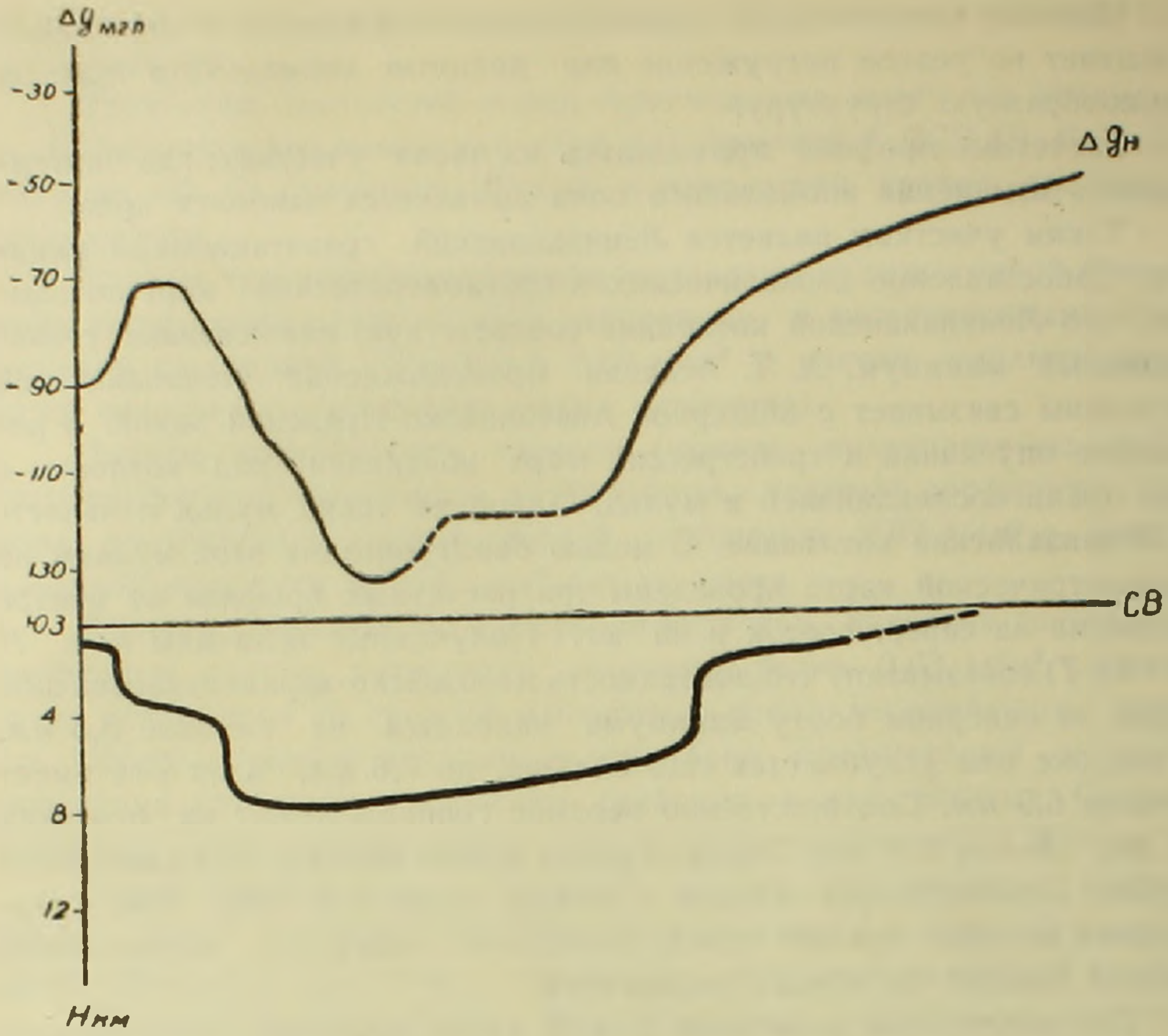
Расчетные профили проводились на таких участках, где интенсивность изменения аномального поля выявляется наиболее ярко.

Таким участком является Ленинаканский гравитационный минимум. Сопоставление геологических и гравиметрических карт показывает, что Ленинаканской котловине соответствует одноименный гравитационный минимум. А. Т. Асланян происхождение Ленинаканской котловины связывает с обширной Анатолийско-Иранской зоной. В результате опусканий и трансгрессий моря возникали ряд котловин в виде брахигеосинклиналей и мульд. Одной из таких мульд и является Ленинаканская котловина. С целью оконтуривания этой мульды на гравиметрической карте проведены три расчетных профиля от центра минимума на север, восток и на юг. Полученные величины h и H ($H=h+T$) показывают, что поверхность мезозойско-верхнепалеозойской толщи на северном борту минимума находится на глубине 5,5 *км*, на востоке она углубляется еще больше, до 7,6 *км*, а на юге имеет глубину 6,9 *км*. Соответственно верхние границы лежат на отметках 2,3 *км*, 3,9 *км*, 3,1 *км*. Таким образом можно оценить приближенную глубину Ленинаканской мульды с севера, востока и юга. Она представляет из себя прогиб кристаллического основания, наполненный мощной толщей третичных отложений.

По полученным величинам h и H вдоль профиля, проходящего через г. Ереван к озеру Севан, построена поверхность раздела рыхлых и более тяжелых пород (рис. 1). Эта поверхность в начале профиля залегает близко к поверхности земли, затем уступообразно углубляется, образуя большой прогиб, дальше к оз. Севан сбросом, амплитудой в 2,6 *км*, опять приближается к поверхности земли. Сравнивая построенную поверхность с известными геологическими данными, можно сделать следующие сопоставления. Наш профиль проходит через Енгиджинский гравитационный максимум. Здесь бурением обнаружен кембрий на глубине 525 *м*. У нас же верхний предел глубины залегания поверхности раздела получается равным 0,8 *км* (по данным Ш. С. Оганисяна 0,6 *км*). В Ереванском бассейне определяемая нами поверхность прогибается до 8 *км*. А. А. Габриелян (1952 г.) мощность третичных отложений Ереванского бассейна насчитывает до 5720 *м* (по данным Оганесяна 5,5 *км*).

Уступообразное поднятие в районе оз. Севан, вероятно, можно приписать к породам юрского возраста, которые выходят на дневную поверхность западнее нашего профиля.

Судя по наблюдённой кривой аномалии силы тяжести ($\Delta g_н$) по профилю, можно предположить, что определяемая поверхность раздела от первого крупного уступа к уступу в районе оз. Севан ведет себя довольно-таки спокойно. Таким образом, можно сказать, что определяемая поверхность, подстилающая третичные отложения, являет-



Масштаб горизонтальный 1 : 1000.000,
вертикальный 1 : 4000.00.
Условные обозначения:
~ — наблюдённая кривая аномалии силы тяжести;
– — подошва третичных отложений.

ся разновозрастной. Соизмеримая плотность пород мезозоя и верхнего палеозоя не дает возможности расчленить эту поверхность, но оконтурить поведение подошвы третичных отложений вполне возможно.

Расчеты показывают некоторое несовпадение между амплитудой наблюдённой Δg по профилю и вычисленной аномалией силы тяжести по определяемой поверхности раздела (примерно 15 *мгл*). Это можно объяснить тем, что помимо первой плотностной границы раздела на наблюдённое гравитационное поле действует, по всей вероятности, и граница раздела между мезозойско-верхнепалеозойскими и нижнепалеозойскими породами. О влиянии более глубоко лежащих слоев на аномальное поле Армении указывает ряд исследователей гравитационного поля Армении (Э. Б. Аджимамудов, Ш. С. Оганесян, Т. И. Яштайкина, П. И. Дунаев и другие). Кроме того, необходимо учитывать то обстоятельство, что формулы (1) и (2) дают предельные значения для h и T.

Можно уверенно сказать, что использование данных детальной гравиметрической съемки позволяет выявить ряд особенностей глубинного строения земной коры для больших районов.

Геологический факультет МГУ

Լ. Կ. ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ

Մանրակրկիտ գրավիմետրիական նկարահանման օգտագործումը Հայաստանում երկրի կեղեվի խորքային կառուցվածքի ուսումնասիրության համար

Երկրի կեղևի խորքային կառուցվածքի ուսումնասիրության ժամանակ լայն կիրառում են ստանում դեոֆիզիկական մեթոդները:

Վերջին ժամանակներս, շնորհիվ ինտերպրետացիայի նոր մեթոդների, հնարավոր է դարձել գրավիմետրիական տվյալների հիման վրա ընդհանուր բնույթի եզրակացություններ անել մեծ ռեգիոնների խորքային կառուցվածքի մասին: Այդպիսի մեթոդներից է հանդիսանում Ֆիշեր-Լյուստիխի մեթոդը, որի օգնությամբ ծանրության ուժի անոմալիաների հորիզոնական մեծ գրադիենտների զոնաներում կարելի է որոշել անոմալիա ստեղծող մարմնի տեղադրման խորությունը h և նրա հզորությունը T հետևյալ բանաձևերով՝

$$T \geqslant \frac{\Delta g}{2\pi f \Delta\sigma} \quad (1) \quad \text{և} \quad h \leqslant \frac{\Delta g}{2\pi f \Delta\sigma \left(e^{\frac{g'}{2f\Delta\sigma}} - 1 \right)}, \qquad (2)$$

որտեղ՝

Δg — հաշվումներում օգտագործված օժանդակ պրոֆիլների ծանրության ուժի անոմալիաների մինիմալ և մաքսիմալ նշանակությունների տարբերությունն է:

g' — Ծանրության ուժի անոմալիայի առաջին հորիզոնական գրադիենտն է:

$\Delta\sigma$ — Բաժանման սահմանների խտությունների տարբերությունն է:

f — Գրավիտացիոն հաստատունն է:

(2) բանաձևը կարելի է ներկայացնել նաև հետևյալ տեսքով (Ա. Գ. Սալխով 1956 թ.):

$$h \leqslant \frac{\Delta\sigma}{\pi g' \left(1 + \frac{g'}{4f\Delta\sigma} \right)}; \qquad (2')$$

Հայաստանում տարածված ապարների խտության մասին տվյալները (Է. Բ. Հայմամուղով, Շ. Ս. Հովհաննիսյան) համառոտակի հանգեցվում են հետևյալին:

Երերդական դարաշրջանի ապարների միջին խտությունը կազմում է 2,29 գ/սմ³ (հաշվի առնելով առանձին ստրատիգրաֆիական հորիզոնների տեսակարար հզորությունները): Մեզոզոյան ապարների միջին խտությունը՝ 2,62 գ/սմ³, միջին և վերին պալեոզոյի՝ 2,63 գ/սմ³, իսկ ստորին պալեոզոյի և մինչքեմբրիի ապարների միջին խտությունը՝ 2,72 գ/սմ³:

Այսպիսով խտություններով պայմանավորված բաժանման առաջին սահմանը կարելի է անցկացնել երերդական և մեզոզոյի-վերին պալեոզոյի ապարների միջև 0,35 գ/սմ³ խտությունների տարբերությամբ:

Հայաստանի ծանրության ուժի անոմալիաների ընդհանրացված քարտեզի վրա (Բուգեի ռեդուկցիա) կարելի է տարբերել մի շարք մաքսիմումներ և մինիմումներ, որոնք անջատվում են իրարից ծանրության ուժի անոմալիաների մեծ գրադիենտների զոնաներով: Այդպիսի զոնաներից են Լենինականի մինիմումի հյուսիսային և արևելյան

մասերը (համապատասխանաբար 32 և 42 էտվեշ) իզոանոմալների խտացված գոնան, որը եզրագծում է Սպիտակի մաքսիմումը (42 էտվեշ) և Վեդի-Ղամարլու տեղամասի ծանրության ուժի ինտենսիվ փոփոխության շրջանը: Գրավիտացիոն դաշտի ինտենսիվ փոփոխություն նշվում է նաև Սևանից հյուսիս-արևմուտք:

Նշված գոնաներում հորիզոնական գրադիենտի առկայությունը խոսում է այն մասին, որ անոմալիա առնգծվող մարմինների մակերևույթները խիստ տատանումներ են կրում:

Լենինականի մուլդայի խորքային կառուցվածքն ուսումնասիրելու նպատակով գրավիմետրիական քարտեզի վրա ընտրված են երեք ուժանդակ պրոֆիլներ, որոնք անցկացված են գրավիմետրիական մինիմումի կենտրոնից դեպի հյուսիս, հարավ և արևելք: h և H ($H = h + T$) ստացված արժեքները ցույց են տալիս, որ մեզոզոյի-վերին պալեոզոյի շերտախմբի մակերեսը մուլդայի հյուսիսային մասում գտնվում է 5,5 կիլոմետր խորության վրա, արևելքում նա խորասուզվում է և հասնում է մինչև 7,6 կմ.-իսկ հարավում նրա խորությունը կազմում է 6,9 կմ.: Վերին սահմանները համապատասխանաբար որոշված են 2,3 կմ., 3,9 կմ և 3,1 կմ: Այսպիսով մոտավորապես կարելի է գնահատել Լենինականի մուլդայի խորությունը հյուսիսից, արևելքից և հարավից: Նա իրենից ներկայացնում է բյուրեղային հիմքի ճկվածք, որը լցված է մեծ հզորություն ունեցող երրորդական հասակի նստվածքային ապարներով:

Երևանով և Սևանով անցնող պրոֆիլի ուղղությամբ ստացված h և H արժեքներով կառուցված է փուխր նստվածքների և ավելի ծանր ապարների բաժանման սահմանը (նկ. 1): Այդ սահմանի մակերևույթը պրոֆիլի սկզբում տեղադրված է երկրի մակերեսին մոտ, այնուհետև աստիճանաձև խորասուզվում է, առաջացնելով մեծ ճկվածք: Սևանի մոտակայքում վայրենտվածքով, որի ամպլիտուդան 2,6 կմ է, այդ մակերևույթը նորից մոտենում է երկրի մակերեսին: Համատեղելով ստացված պատկերը գոյություն ունեցող երկրաբանական տվյալների հետ, կարելի է հետևյալ համեմատությունները անել: Մեր պրոֆիլը անցնում է Ենգիջայի դրավիտացիոն մաքսիմումի վրայով, որտեղ հորատման աշխատանքներով 525 մ. վրա հայտնաբերված է քեմբրիի հասակի ապարներ: Մեզ մոտ վերին սահմանի խորությունն այդ մասում ստացվել է 800 մ, իսկ Երևանի ավազանում՝ 8 կմ.: Ըստ Ա. Ա. Գաբրիելյանի (1952 թ.) Երևանի ավազանի երրորդական հասակի նստվածքների հզորությունը հասնում է 5720 մ: Սևանի շրջակայքում աստիճանաձև բարձրացումը, ըստ երևույթին, կարելի է վերագրել յուրայի հասակի ապարներին, որոնք մերկանում են մեր պրոֆիլից արևմուտք:

Համեմատելով դիտվող Δg-ի և հաշվումներով ստացված անոմալիայի ամպլիտուդաները նկատում ենք որոշ տարբերություն (մոտ 15 մգլ.): Դա կարելի է բացատրել նրանով, որ ըստ երևույթին, բացի առաջին բաժանման սահմանից, գրավիտացիոն դաշտի վրա ազդում է նաև մեզոզոյ-վերին պալեոզոյի և ներքին պալեոզոյի միջև գտնվող բաժանման սահմանը:

Հայաստանի գրավիտացիոն դաշտի վրա ավելի մեծ խորություններում գտնվող ապարների ազդեցության մասին նշում են նաև մի շարք այլ ուսումնասիրողներ (Հաջիմամուդով, Հովհաննիսյան, Ծաշտայկին, Դուննա և այլն): Բացի այդ, անհրաժեշտ է հաշվի առնել, որ (1) և (2) բանաձևերը տալիս են h և H միայն սահմանային արժեքները:

Այսպիսով կարելի է համոզված ասել, որ գրավիմետրիական հանույթի տվյալները հնարավորություն են տալիս մեծ շրջանների համար հայտնաբերել խորքային կառուցվածքի մի շարք առանձնահատկություններ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Е. Н. Люстих,* Количественная интерпретация некоторых гравитационных аномалий Русской платформы. Прикл. Геофиз., вып. 6, М., 1950. [2] *I. W. Fisher,* Limiting values of gravitational and magneting anomalies due to a subterranean bounded by a single differential surface. Geophysics, vol. VI, № 1, 1941

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXVI 1958 4

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Т. Бабаян, чл.-корр. АН Армянской ССР, М. Г. Инджикян и С. А. Сурманян

О сравнительной прочности связей радикалов аллил и бензил с азотом

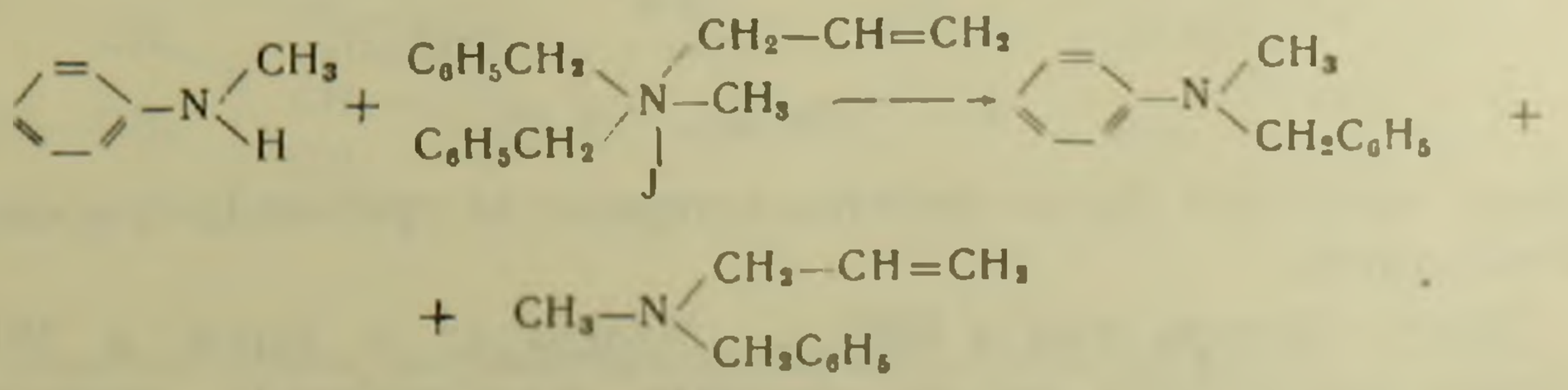
(Представлено 7.III.1958)

Ранее, на примере алкилирования метиланилина хлористым диметилаллилбензиламмонием, нами было показано, что бензильный радикал подвижнее аллильного ([1]). Этот результат находился в противоречии с литературными данными ([2, 3]), согласно которым аллильный радикал подвижнее бензильного.

В поисках других примеров такого противоречия мы нашли в литературе сообщения Марквардта ([4]) и Исхизака ([5]) о том, что при термической диссоциации гидроокисей метилтрибензиламмония ([4]) и метилизоамилдибензиламмония ([5]) отщепляется не бензиловый спирт, как это следовало ожидать согласно Брауновскому ряду прочностей связей радикалов с азотом, а метиловый.

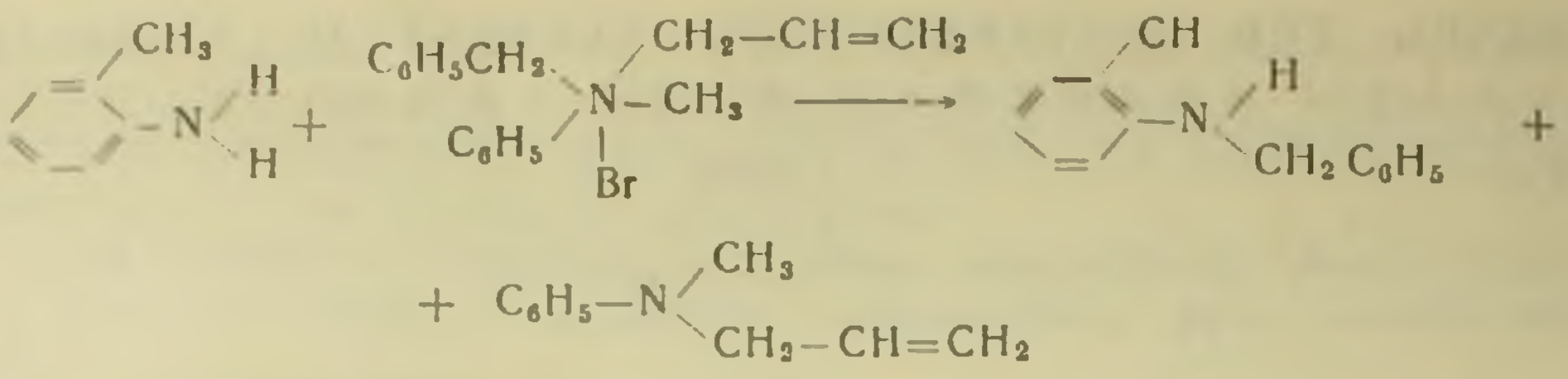
Не сомневаясь в правильности литературных данных, мы попытались найти объяснение этим противоречиям во взаимном влиянии остальных радикалов, связанных с азотом. С целью проверки этого предположения мы сочли необходимым методом алкилирования определить сравнительную подвижность радикалов аллил и бензил в галоидметилатах дибензилаллиламина и фенилаллилбензиламина—тех самых третичных аминов, на примере которых этот же вопрос, но бромциановым методом, выяснил и Браун ([2]).

В результате алкилирования метиланилина иодметилатом дибензилаллиламина был получен метилбензиланилин:



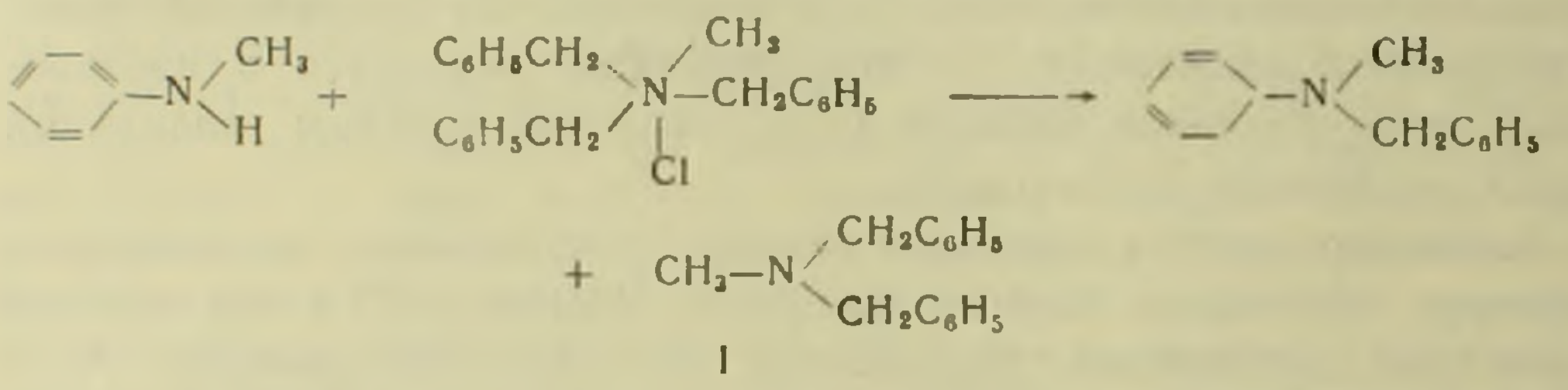
(1)

Алкилирование ортотолуидина бромметилатом фенилаллилбензиламина привело к N-бензилортотолуидину:



(2)

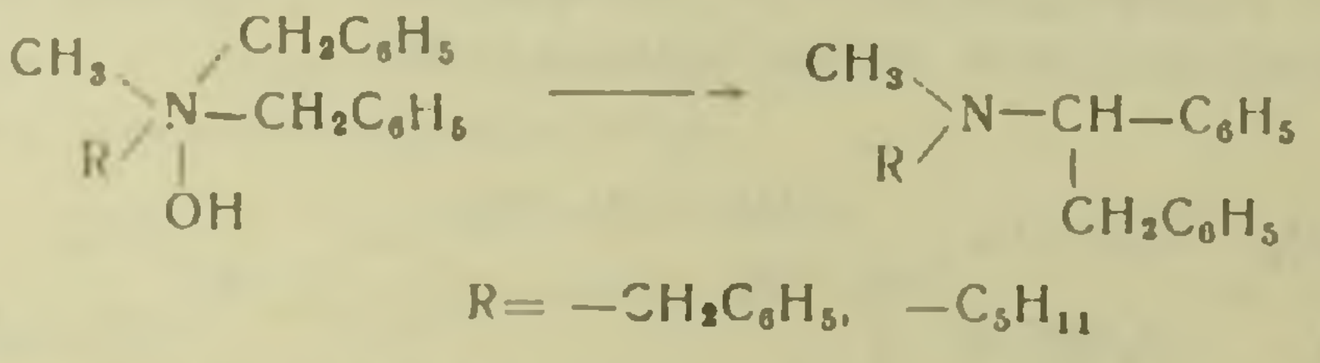
Таким образом, и в этих сочетаниях радикалов бензил оказался подвижнее аллила. Следовательно, причина расхождения наших результатов с результатами, полученными Брауном, кроется не во взаимном влиянии радикалов аммониевого комплекса. Далее, интересно было методом алкилирования проверить сравнительную подвижность радикалов в солянокислой соли (I) гидроокиси метилтрибензиламмония—того основания, при термическом расщеплении которого, согласно данным Марквардта, отщепляется метиловый спирт. Алкилированию подвергли метиланилин, в результате реакции был получен метилбензиланилин, т. е. радикал бензил оказался подвижнее метила:



(3)

Все эти данные, естественно, вызвали сомнения относительно справедливости утверждений Марквардта и Исхизака Утверждения эти казались сомнительными и потому, что четвертичные аммониевые основания, содержащие более одного радикала типа бензил, обычно при нагревании претерпевают реакцию внутримолекулярного углерод-алкилирования, известную в литературе под названием Стивенсовской перегруппировки ([6]).

Повторение опытов Марквардта и Исхизака показало, что действительно имеет место названная перегруппировка, и основными продуктами реакции являются соответствующие третичные амины с α, β-дифенилэтильным радикалом:



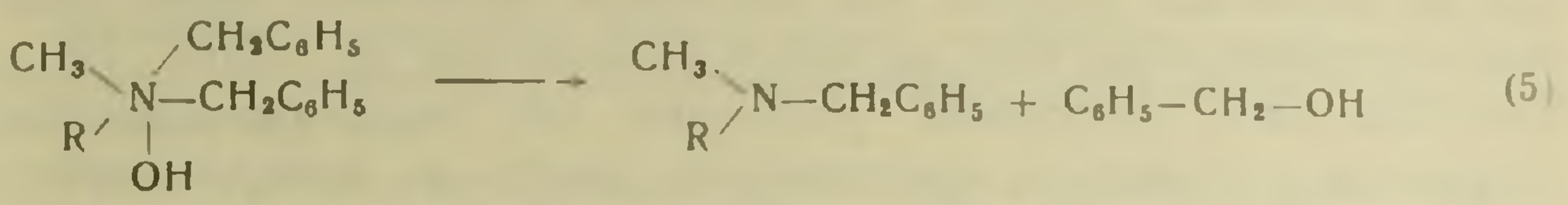
(4)

которые ошибочно были приняты авторами за трибензил- и изоамилдибензиламины.

Таким образом, уже в 1886 г. Марквардт и затем в 1914 г. Исхизака осуществили, но не заметили исключительно интересную реакцию перегруппировки четвертичных аммониевых оснований, которую впоследствии, в 1928 г., открыл Стивенс ([6]).

Не предполагая возможность другой какой-либо реакции, за исключением реакции с отщеплением метилового или бензилового спиртов, как Марквардт, так и Исхизака идентификацию полученных третичных аминов проводили только по определению процентного содержания азота. Не трудно заметить, что различие в процентном содержании азота в аминах II и V, образующихся в результате Стивенсовской перегруппировки, и в соответствующих аминах, могущих образоваться при отщеплении метилового спирта от четвертичного аммониевого основания, находятся в пределах ошибок определения.

Наряду с продуктами перегруппировки нами были получены метилдибензил- и метилизоамилбензиламин соответственно:

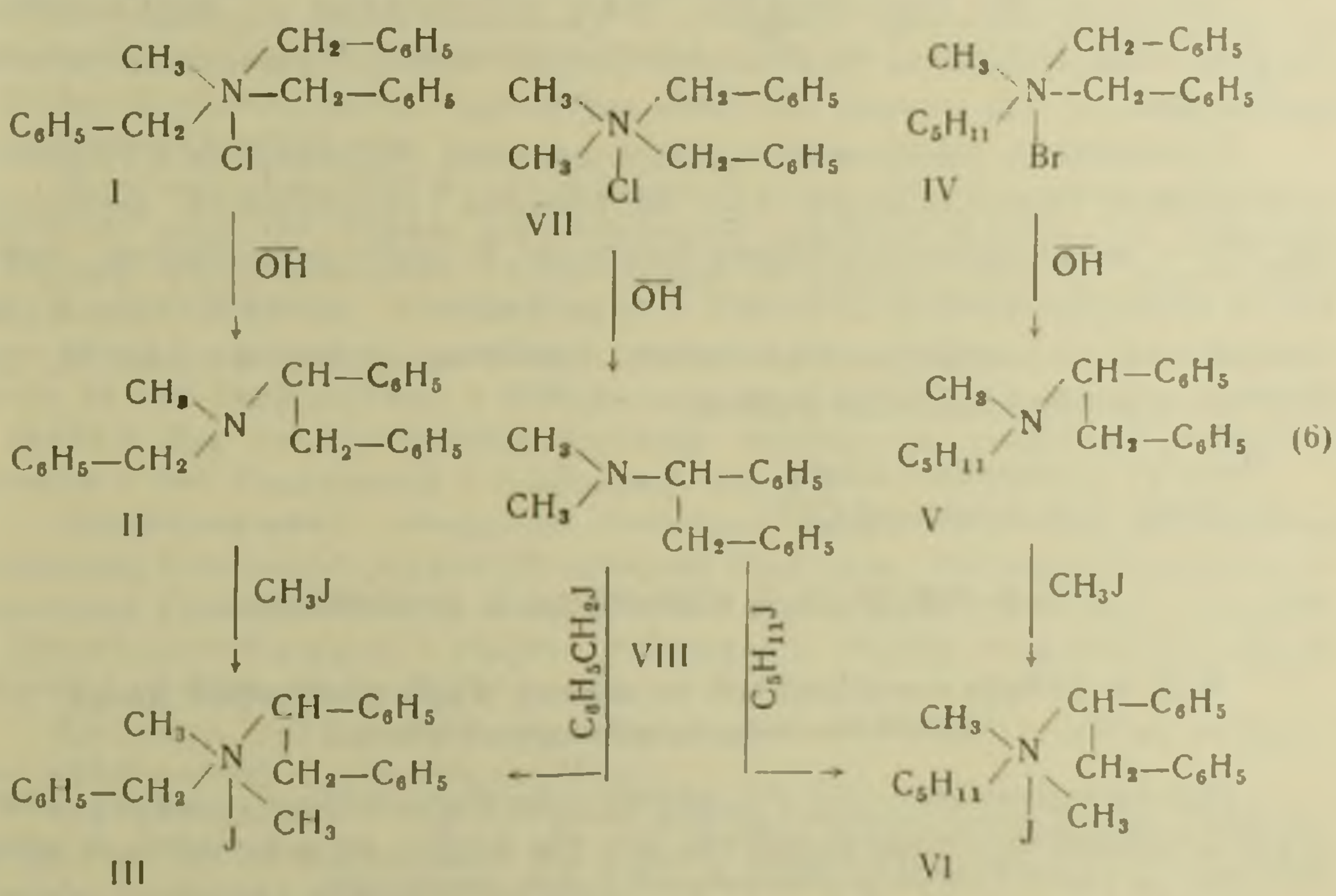


(5)

$R = -CH_2C_6H_5;\ -C_5H_{11}.$

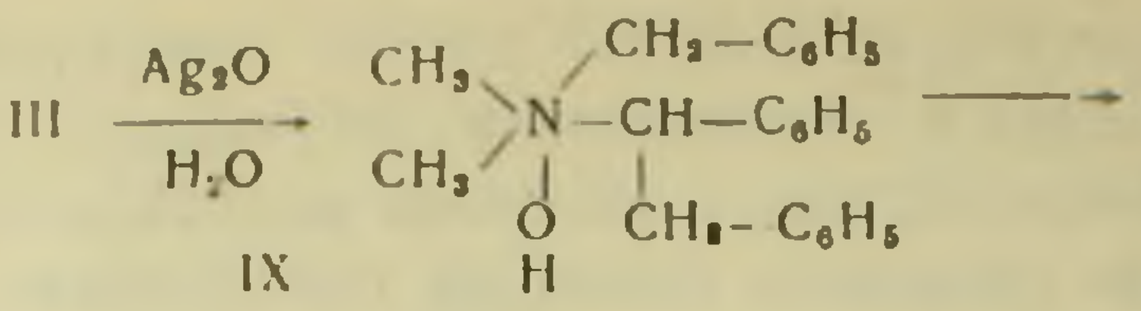
На побочное образование этих аминов указывается и в работах Марквардта и Исхизака.

Строение продуктов перегруппировки гидроокисей метилтрибензиламмония (II) и метилизоамилдибензиламмония (V) было доказано сравнением их иодметильных производных III и VI с продуктами взаимодействия диметил-α, β-дифенилэтиламина (VIII) с иодистым бензилом и иодистым изоамилом соответственно:



(6)

Помимо этого, иодиметильное производное продукта перегруппировки гидроокиси метилтрибензиламмония (III) было переведено в основание IX и последнее подвергнуто расщеплению. Были получены стильбен и диметилбензиламин:



$$\rightarrow \quad \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>\!N-CH_2-C_6H_5 + C_6H_5-CH=CH-C_6H_5 \qquad (7)$$

Все вышеизложенное дает нам основание считать установленным, что бензильный радикал действительно подвижнее аллильного. В чем же кроется причина расхождений наших результатов с результатами, полученными Брауном? Не исключена возможность, что в опытах Брауна аллильный радикал, под действием бромистого циана, подвергается превращениям еще до своего отщепления от азота. На возможность такого допущения указывают как реакционноспособность аллильного радикала по отношению к хлору и брому — веществам типа бромистого циана, так и почти полное отсутствие бромистого аллила в продуктах взаимодействия дибензилаллил- и фенилаллилбензиламинов с бромистым цианом. Сам Браун объясняет отсутствие бромистого аллила превращениями, протекающими уже после отщепления радикала аллил в виде бромистого аллила.

Выводы: На новых примерах азотоалкилирования подтверждена правильность ранее полученных нами данных относительно большей подвижности радикала бензил по сравнению с аллилом.

Показано, что противоречие этих результатов с результатами, полученными Брауном, не объясняются взаимным влиянием остальных радикалов.

Установлена ошибочность представлений Марквардта и Исхизака о реакциях, протекающих при нагревании гидроокисей метилтрибензил- и метилизоамилдибензил-аммония. В действительности, имеет место перегруппировка Стивенса с образованием метилбензил- и метилизоамил- α, β-дифенилэтиламинов, ошибочно принятых ими за трибензил- и изомилдибензил-аминов.

Институт органической химии
Академии наук Армянской ССР

Ա. Թ. ԲԱԲԱՅԱՆ, Մ. Հ. ԻՆՋԻԿՅԱՆ ԵՎ Ս. Ա. ՍՈՒՐՄԱՆՅԱՆ

Ալիլ և բենզիլ ռադիկալների ու ազոտի միջև բիմիական կապի համեմատական ամրության մասին

Նախորդ աշխատության մեջ (1) դիմեթիլալիլբենզիլամոնիում յոդիդով մեթիլանիլինի ալկիլացման ռեակցիայի օրինակի վրա մեր կողմից ցույց է տրված, որ բենզիլ ռադիկալն իր շարժունությամբ գերազանցում է ալիլ ռադիկալին։

Այդ արդյունքը հակասում է գրականության մեջ եղած տվյալներին (2, 3), որոնց համաձայն ընդհակառակը՝ ալիլ ռադիկալն ավելի շարժուն է, քան բենզիլը։

Այս հակասության պատճառները պարզելու նպատակով, գրականության մեջ նման օրինակներ որոնելիս, մենք դիմեցինք Մարկվարդտի (4) և Իսխիզակայի (5) հաղորդումներն այն մասին, որ մեթիլդիբենզիլամոնիում և մեթիլդիդոդամիլդիբենզիլամոնիում հիդրօքսիդների քայքայման ժամանակ պոկվում է ոչ թե բենզիլալկոհոլ, ինչպես կա-

բելի էր ստանալ համաձայն ոսպիկալների և ազոտի մեջ եղած բիմիական կապի համեմատական ամրության Բրաունյան շարքին, այլ մեթիլալկոհոլ։

Գրականության այդ տվյալների ճշտությանը չկասկածելով, մենք փորձեցինք գտնել հակասությունների պատճառն ազոտի հետ կապված մյուս ոսպիկալների ագդեցության մեջ։

Այդ նպատակով մենք հարկ համարեցինք առաջին հերթին ալկիլացման մեթոդով որոշել ալիլ և բենզիլ ոսպիկալների շարժունությունը այն երրորդային ամիններն հալոգեն մեթիլատների մեջ, որոնց օրինակի վրա, բայց բրոմցիանի մեթոդով, այդ հարցը ուսումնասիրել էր և Բրաունը (2)։

Ստացված արդյունքները համապատասխանեցին մեր նախկին տվյալներին, և բենզիլ ոսպիկալը, այդ ժխացություններում նույնպես իր շարժունությամբ գերազանցեց ալիլին (1 և 2 սխեմաները)։ Չնայած մեր և Բրաունի ստացած արդյունքների մեջ եղած հակասությունները ամոնիում կոմպլեքսում եղած մյուս ոսպիկալների ագդեցությամբ չեն պայմանավորված։

Հետաքրքիր էր ալկիլացման մեթոդով ստուգել ոսպիկալների համեմատական շարժունությունը նաև Մարկվարդտի ուսումնասիրած մեթիլտրիբենզիլամոնիում հիդրօքսիդի քլորջրածնական աղի մեջ։

Մեթիլանիլինն այդ ազով ալկիլացնելով ստացանք մեթիլբենզիլանիլին (3 սխեմա)։ Այսինքն՝ բենզիլ ոսպիկալը ավելի շարժուն դտնվեց քան մեթիլը։ Սա համապատասխանում է Բրաունյան շարքում բենզիլ և մեթիլ ոսպիկալների գրաված տեղերին, և հակասում է Մարկվարդտի տվյալներին։

Բնականաբար մեզ մոտ կասկած առաջացավ դեպի Մարկվարդտի և Իսխիգակայի հաղորդումների ճշտությունը։ Կասկածի առաջացման պատճառներից մեկն էլ այն էր, որ բենզիլի տիպի մեկից ավելի թվով ոսպիկալ պարունակող չորս տեղակալված ամոնիում հիմքերը տաքացնելիս սովորաբար ենթարկվում են ներմոլեկուլյար ածխածին ալկիլացման ռեակցիայի, որը դրականության մեջ հայտնի է Ստիվենսի վերախմբավորում անվան տակ (3)։

Մարկվարդտի և Իսխիգակայի փորձերի կրկնումը ցույց տվեց, որ իրոք տեղի է ունենում վերոհիշյալ վերախմբավորումը և ռեակցիայի հիմնական պրոդուկտներն են հանդիսանում α, β-դիֆենիլ-էթիլ-ոսպիկալ պարունակող համապատասխան երրորդային ամինները (4 սխեմա), որոնց հնդինակները սխալմամբ ընդունել էին տրիբենզիլամինի և իդոամիլդիբենզիլամինի տեղ։

Այսպիսով, դեռևս 1886 թ.—Մարկվարդտը և ապա, 1914 թ.—Իսխիգական իրականացրել են, բայց չեն նկատել չորստեղակալված ամոնիում հիմքերի այն չափազանց հետաքրքիր վերախմբավորման ռեակցիան, որը հետագայում, 1928 թ. հայտնաբերեց Ստիվենսը։

Վերախմբավորման պրոդուկտների հետ մեկտեղ, ռեակցիոն խառնուրդում հայտնաբերվել են նաև մեթիլդիբենզիլ և մեթիլդոամիլբենզիլ ամինները համապատասխանորեն (5 սխեմա)։ Այդ նույն ամինների կողմնակի առաջացումը, ռեակցիայի ընթացքում նկատված է նաև Մարկվարդտի և Իսխիգակայի խոդմից։

Վերախմբավորման ռեակցիայի հետևանքով ստացված ամինների կառուցվածքը ապացուցվել է համաձայն բերված (6) սխեմայի։ Բացի այդ, մեթիլտրիբենզիլամոնիում հիդրօքսիդի վերախմբավորումից ստացված ամինի յոդմեթիլատը վերածված է եղել հիմքի (ջրային արծաթօքսիդով) և վերջինս ենթարկվել է թերմիկ ճեղքման։ Ստացվել են ստիլբեն և դիմեթիլբենզիլամին (7 սխեմա)։

Այս բոլորը հիմք է տալիս մեզ ապացուցված համարելու, որ բենզիլ ոսպիկալը իրոք ավելի շարժուն է քան ալիլ ոսպիկալը։

Ինչ վերաբերվում է մեր և Բրաունի կողմից ստացված արդյունքների հակասությանը, ապա այն մենք բացատրում ենք Բրաունի կողմից այդ հարցի լուծման ժամանակ կիրառվող բրոմցիանի մեթոդի սխալներով։

Հավանաբար ալիլ ոսպիկալը բրոմցիանի ազդեցության տակ խոր փոփոխություններ է կրում նախքան ազոտից պոկվելը։ Հօդուտ այս ենթադրության են վկայում ինչպես ալիլ ոսպիկալի՝ քլորի և բրոմի այսինքն բրոմցիանի նման նյութերի հետ ռեակցիայի մեջ մտնելու հակումը, այնպես էլ այն փաստը, որ Բրաունյան փորձերում ստացված պրոդուկտներում համարյա բոլորովին բացակայում է ալիլբրոմիդը։ Ինքը Բրաունը

ես, այդ բացատրում է բրոմցիանի ազդեցությամբ կատարվող փոփոխություններով, որոնք սակայն, նրա կարծիքով տեղի են ունենում ազոտի և ալիլ ռադիկալի միջև կապը խզվելուց ու ալիլ-բրոմիդը առաջանալուց հետո:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *М. Г. Инджикян, С. А. Сурманян* и *А. Т. Бабаян*, Изв. АН АрмССР, серия химических наук, т. X, 3, 213, (1957). [2] *И. Ф. Браун*, Ber. 40, 3933 (1907). [3] *С. К. Ингольд, Л. Хей*, J. chem. Soc., **1933**, 66. [4] *А. Марквардт*, Ber., 19, 1028 (1886). [5] *Н. Исхизака*, Ber., 47, 2456 (1914). [6] *Т. С. Стивенс*, J. Chem. Soc. 2107, **1930**.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXVI 1958 4

АГРОХИМИЯ

В. Л. Ананян

К вопросу о влиянии карбонатности почвы на усвоение фосфора растением

Сообщение I

(Представлено Г. С. Давтяном 12. IX. 1957)

Высокое содержание карбонатов в бурых почвах является фактором, затрудняющим использование растениями как фосфорных удобрений, так и больших запасов P_2O_5 почвы. Отсутствие карбонатов на бескарбонатной разности бурых почв несомненно является благоприятным моментом, но тем не менее эти почвы также отличаются высокой степенью фиксации P_2O_5 (1).

Применение метода меченых атомов позволяет более детально осветить некоторые стороны этого вопроса. Для выяснения влияния карбонатности на усвоение фосфора из удобрений и почвы были заложены вегетационные опыты на карбонатной и бескарбонатной разностях бурой, культурно-поливной почвы (табл. 1). Эти почвы хлопковых районов долгие годы интенсивно удобрялись минеральными удобрениями, в том числе и суперфосфатом и, как показали проведенные в Лаборатории агрохимии вегетационные опыты, не реагируют на фосфорные удобрения.

Опыты проводились с пшеницей, однолетней виноградной лозой и кукурузой.

Схема опыта такова: на карбонатной почве—вариант NPK, на бескарбонатной, кроме NPK, был внесен вариант с искусственной карбонатизацией—NPK + $CaCO_3$, где мел, растертый в тонкий порошок, был тщательно перемешан со всем объемом почвы с расчетом доведения содержания $CaCO_3$ до 4%.

Суперфосфат метился радиоизотопом фосфора P^{32}.

Результаты исследований (табл. 2) показали, что при одинаковом уровне урожаев на карбонатной и бескарбонатной почвах и при искусственной карбонатизации последней содержание фосфора в растениях (опыт с пшеницей и виноградом) сильно различается: оно выше в растениях, выросших на бескарбонатной почве. Это говорит о том, что карбонатность, в данном случае, не влияя на величину урожая, уменьшает поступление фосфора в растения.

Вынос фосфора (в $^0/_0$ от внесенного фосфора удобрения) на бескарбонатной почве, в вариантах NKP^{32} и $NKP^{32}+CaCO_3$, сильно различается.

Искусственно внесенный $CaCO_3$, связывая фосфор удобрения, уменьшает вынос P_2O_5, который, в опыте с пшеницей, приближается к выносу на естественной карбонатной почве.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почв

Обозначения	Почвы, место взятия	Общий азот в $^0/_0$	Гумус в $^0/_0$, по Мовсисяну (3)	Карбонаты в $^0/_0$, по Мовсисяну (3)	Общая P_2O_5 в $^0/_0$	P_2O_5 ацетатно-буферной вытяжкой мг/100г	pH водной суспензии
А	Бурая, карбонатная. Октемберян	0,08	1,18	5,19	0,17	15,6	8,58
Б	Бурая, бескарбонатная. Эчмиадзин	0,06	1,81	нет	0,20	10,5	7,98

При рассмотрении поступления фосфора отдельно из почвы и удобрения отмечается, что в вариантах с искусственной карбонатизацией (опыт с пшеницей и виноградом) поступление фосфора из почвы в процентном отношении больше, чем из удобрения. В опыте с кукурузой поступление фосфора из почвы в значительной степени превалирует над поступлением P_2O_5 из удобрения как на карбонатной почве, так и при искусственной карбонатизации бескарбонатной почвы.

Таким образом, данные показывают, что при карбонатизации бурой бескарбонатной почвы растения использовали сравнительно больше фосфора из почвы, чем из удобрения.

Подтверждением этого факта может служить также определение так называемого „показателя А", предложенного Дином (2) для определения усвояемых фосфатов почв. Метод основан на сравнении удельной активности вносимого удобрения с удельной активностью фосфора, поглощенного растением, и выражается следующей формулой: $A=B\left(\frac{S_\phi}{S_p}-1\right)$, где A и B количество фосфора почвы и удобрения, S_ϕ и S_p соответственно удельная активность фосфора удобрения и фосфора в растении.

Этот метод условен и зависит от многих факторов, в основном, от количества внесенного удобрения и сельскохозяйственной культуры, тем не менее, для получения сравнительных данных, особенно, когда сравниваются два варианта, отличающихся одним каким-либо фактором, в данном случае, содержанием карбонатов, этот показатель можно с успехом использовать.

Результаты определения (табл. 3) показали, что при карбонатизации бурой бескарбонатной почвы растения использовали сравнительно больше фосфора из почвы, чем из удобрения.

Таким образом данные показывают, что $CaCO_3$ очевидно, связывает фосфор удобрения, который становится значительно менее доступным растению, и в этих условиях больше фосфора из почвы участвует в формировании урожая.

Таблица 2

Влияние карбонатности на усвоение фосфора из удобрения и почвы.

Почва	Варианты	Урожай, абс. сух. вес. в *г*	Общее содержан. P_2O_5 в урожае		P_2O_5 из удобрения		P_2O_5 из почвы		P_2O_5 удобрения в % от внесенного количества P_2O_5
			мг	%	*мг*	%	*мг*	%	
Опыт с пшеницей									
Бурая, карбонатная Октемберян	NKP^{32}	5,42	35,1	100	19,3	55	15,8	45	3,2
Бурая, бескарбонатная Эчмиадзин	NKP^{32}	5,39	54,0	100	29,4	54	24,7	46	4,9
	$NKP^{32}+CaCO_3$	5,57	44,5	100	21,2	48	22,3	52	3,5
Опыт с виноградом									
Бурая, бескарбонатная Эчмиадзин	NKP^{32}	50	393,0	100	198	50	195,0	50	9,9
	$NKP^{32}+CaCO_3$	50	299,0	100	121,5	41	187,0	59	6,1
Опыт с кукурузой									
Бурая, карбонатная Октемберян	NKP^{32}	102,6	606,6	100	263,0	43	343,6	57	—
Бурая, бескарбонатная Эчмиадзин	$NKP^{32}+CaCO_3$	135,9	561,0	100	218,2	39	342,7	61	—

Таблица 3

Почва	Культура	Варианты	Количество усвоенной P_2O_5 из почвы в *мг* на сосуд.
Бурая, бескарбонатная	Пшеница	NKP^{32}	690
		$NKP^{32}+CaCO_3$	870
Эчмиадзин	Виноградная лоза	NKP^{32}	2300
		$NKP^{32}+CaCO_3$	3360

Изучение механизма этого процесса является предметом дальнейшего исследования.

Данные (табл. 2) также наглядно показывают различную усвояющую способность различных сельскохозяйственных культур по отношению к фосфатам почв.

Лаборатория агрохимии
Академии наук Армянской ССР

Վ. Լ. ԱՆԱՆՅԱՆ

Հողի կողմից ֆոսֆորի յուրացման վրա նոդի կարբոնատության ազդեցության հարցի շուրջը

Հաղորդում I

Փորձ հողերում կարբոնատների մեծ քանակությունը դժվարացնում է ինչպես ֆոսֆորական պարարտանյութերի, այնպես էլ հողի մեջ եղած ֆոսֆորական թթվի օգտագործումը:

Կարբոնատության ազդեցությունը ֆոսֆորի յուրացման վրա (հողից և պարարտանյութից) պարզելու համար դրվել են վեգետացիոն փորձեր դորշ, ոտոգելի կարբոնատային (NPK վարիանտով) և ոչ կարբոնատային (NPK և NPK + $CaCO_3$ վարիանտներով) հողերի վրա: Փորձերում օգտագործվել է ռադիոակտիվ ֆոսֆոր (P^{32}):

Փորձերի արդյունքները ցույց են տվել (աղյուսակ 2), որ կարբոնատությունը չազդելով բերքատվության վրա (ցորենի և խաղողի վրա դրված փորձերում) պակասեցնում է ֆոսֆորի պարունակությունը բույսերի մեջ և իջեցնում ֆոսֆորի ասիմիլյացումը հողից բերքի հետ միասին:

Երբ NPK-ի հետ միասին հողին տրվում նաև $CaCO_3$, ֆոսֆորի յուրացումը հողից կազմում է ավելի մեծ տոկոս, քան պարարտանյութից:

Եգիպտացորենի վրա դրված փորձում ֆոսֆորի յուրացումը հողից ավելի մեծ է, քան պարարտանյութից: Այս երևույթը նկատվում է ինչպես կարբոնատային, այնպես էլ ոչ կարբոնատային հողը արհեստական ձևով կարբոնատացնելու դեպքում:

Այսպիսով մեր կողմից կատարված փորձերի արդյունքները ցույց են տալիս, որ հավանորեն $CaCO_3$-ը կապում է պարարտանյութի մեջ եղած ֆոսֆորը, որը պահում է պակաս մատչելի բույսի համար, և այդ պայմաններում հողի ֆոսֆորի մատչելիությունը բերքի կազմավորման ժամանակ ավելանում է:

Դինի կողմից առաջարկված «A ցուցանիշը» որոշումը նույնպես ցույց տվեց, որ դորշ, ոչ կարբոնատային հողին կարբոնատներ ավելացնելու դեպքում բույսն ավելի շատ ֆոսֆոր է կլանում հողից:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Г. С. Давтян*, Фосфорный режим почв Армении. Изд-во АН Арм ССР, Ереван, 1946. [2] *А. А. Дин*, Радиоактивные изотопы при исследовании почв и удобрений. Применение изотопов в технике, биологии и сельском хозяйстве. Доклады иностранных ученых на Международной конференции по мирному использованию атомной энергии, М., 1956. [3] *Е. М. Мовсисян*, Новый метод определения органического углерода в почве (гумуса) при помощи бертолетовой соли. НКЗ Арм ССР Н.-и. ст. полеводства. Научная серия № 3, Ереван, 1939.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXVI 1958 4

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

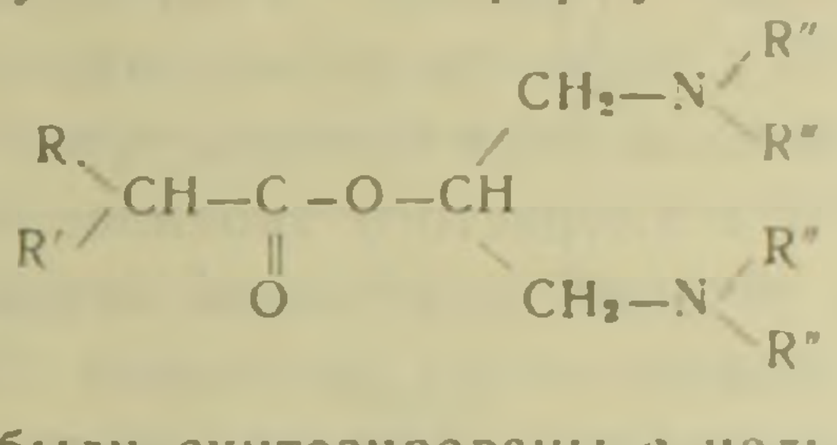
А. Л. Миджоян, академик АН Армянской ССР, О. Л. Миджоян

Исследование в области производных замещенных уксусных кислот

Сообщение XI. Тетраалкилдиаминоизопропиламиды двухзамещенных уксусных кислот

(Представлено 25.II.1957)

В одном из предыдущих сообщений [1] нами были описаны некоторые тетраалкилдиаминоизопропиловые эфиры двухзамещенных уксусных кислот следующей общей формулы:



Эти соединения были синтезированы с целью выяснения влияния изменений в аминоспиртовой части молекулы алкаминоалкиловых эфиров двухзамещенных уксусных кислот на их спазмолитическую активность, в частности, изменений, связанных с введением второго атома азота в алкаминоалкиловую цепь.

Фармакологические исследования этих соединений показали, что указанные изменения в аминоспиртовой части приводят к получению соединений, избирательно действующих на отдельные химиорецепторы.

Настоящее исследование было предпринято с целью изучения спазмолитической активности в связи с заменой эфирного кислорода на амидную группу.

Необходимые для наших исследований тетраалкилдиамино-изопропиламиды некоторых двухзамещенных уксусных кислот были получены взаимодействием хлорангидридов кислот с тетраалкилдиаминоизопропиламинами в среде абсолютного бензола, причем в экспериментальной части описано получение только тетраэтилдиаминоизопропиламида изоамил-бензилуксусной кислоты. Остальные аминоамиды были получены аналогичным способом.

Двухзамещенные уксусные кислоты в основном синтезировались через соответствующие двухзамещенные ацетоуксусные эфиры с дальнейшим гидролизом едкой щелочью.

Синтез тетраметил- и тетраэтилдиаминоизопропиламинов осуществлен, исходя из тетраалкилдиаминоизопропилхлоридов, через тетраалкилдиаминоизопропилфталимиды. Тетраэтилдиаминоизопропиламин был получен также восстановлением амальгамой натрия бис-(диэтиламино нитропропана) ([2]).

Все полученные тетраалкилдиаминоизопропиламиды, кроме тетраметилдиаминоизопропиламидов дифенил- и фенил-бензил-уксусных кислот, представляют собой маслообразные жидкости, хорошо растворимые в органических растворителях. Некоторые физико-химические константы этих соединений приведены в таблице.

Для проведения фармакологических испытаний были получены оксалаты, иодметилаты и иодэтилаты вышеуказанных аминоамидов.

Данные относительно никотинолитической активности оксалатов на прямой мышце живота лягушки, полученные сотрудниками фармакологического отдела нашего института Р. Р. Сафразбекян и Р. Г. Парсаданян, приведены на рис. 1 и 2.

Подробные данные фармакологических исследований, а также данные сравнительной оценки, с соответствующими аминоэфирами, будут опубликованы отдельно.

Экспериментальная часть. Тетраэтилдиаминоизопропилхлорид ([3]). К смеси 60 *г* тетраэтилдиаминоизопропилового спирта и 200 *мл* абсолютного бензола, при температуре 0—5°, прибавлялось в течение одного часа 37 *г* хлористого тионила. Затем смесь кипятилась при перемешивании в течение двух часов, бензол отгонялся и при охлаждении остаток обрабатывался раствором 12 *г* едкого натра в 13 *мл* воды, экстрагировался эфиром, высушивался над карбонатом натрия, эфир отгонялся, а останок перегонялся в вакууме. Температура кипения 84—85°/1 *мм*. Выход 52 *г* или 80% от теории.

0,1642 *г* вещ., 0,1056 *г* AgCl

Найдено %: Cl 16,05

$C_{11}H_{25}N_2Cl$. Вычислено %: Cl 15,90.

Тетраметилдиаминоизопропилхлорид также был получен вышеуказанным способом из тетраметилдиаминоизопропилового спирта. Температура кипения 60—61°/8 *мм*, выход 87% теории.

Тетраметилдиаминоизопропилфталимид. К 60 *г* хлористоводородной соли тетраметилдиаминоизопропилхлорида в 30 *мл* толуола прибавлялось при охлаждении 12 *г* едкого натра в 13 *мл* воды. Толуол отделялся декантацией. Экстракция повторялась еще 5 раз толуолом (порциями по 30 *мл* каждая).

Соединенные экстракты высушивались над сухим карбонатом калия.

Полученный таким образом раствор хлорида кипятился с 56 *г* фталимида калия при перемешивании в течение 15—16 часов.

После фильтрации и отгонки толуола остаток закристаллизовывался.

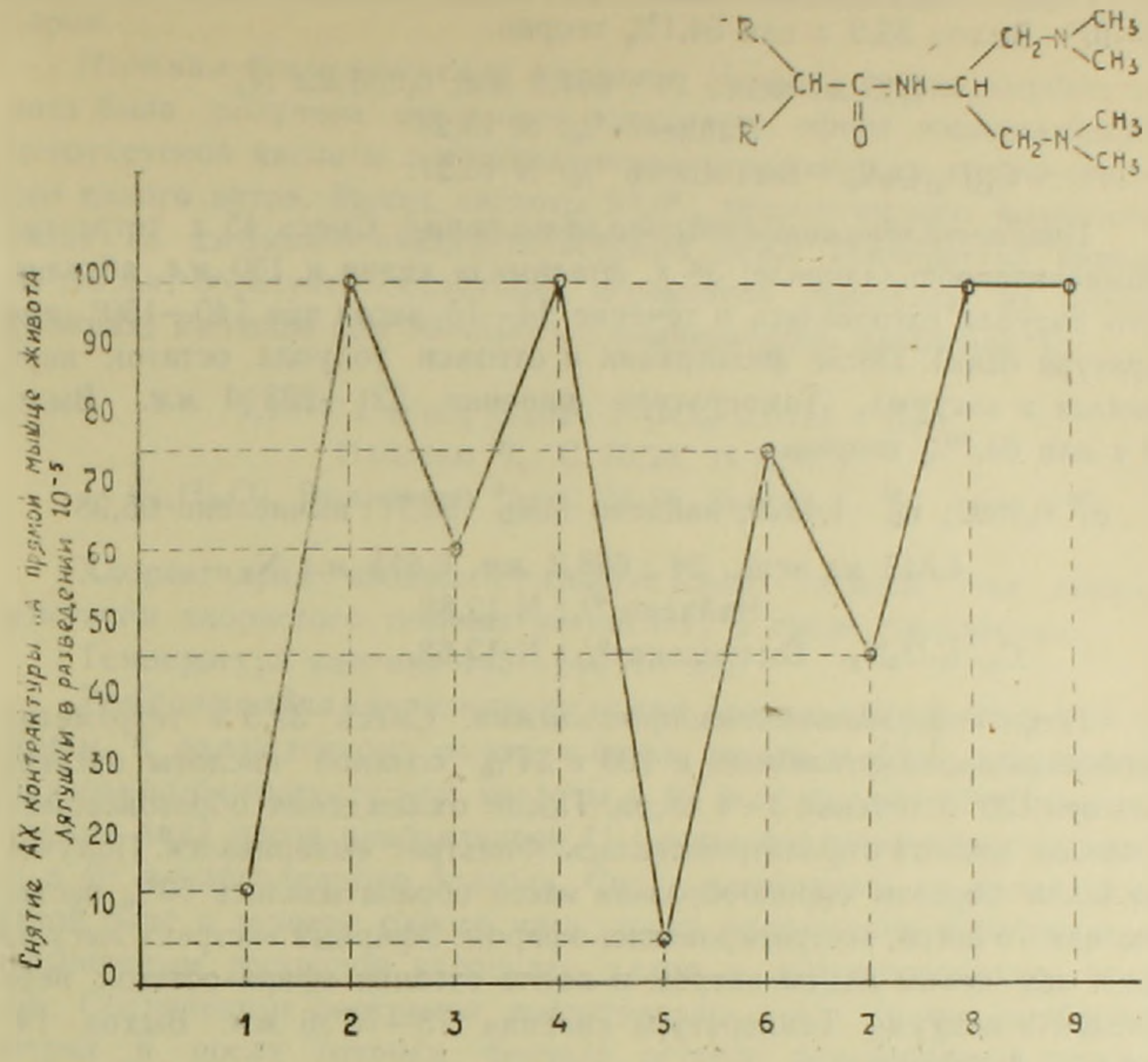

R
R'
CH
C
O
NH
CH
CH2
N
CH3
CH3
CH2
N
CH3
CH3
Снятие АХ контрактуры на прямой мышце живота лягушки в разведении 10-5
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

Рис. 1.

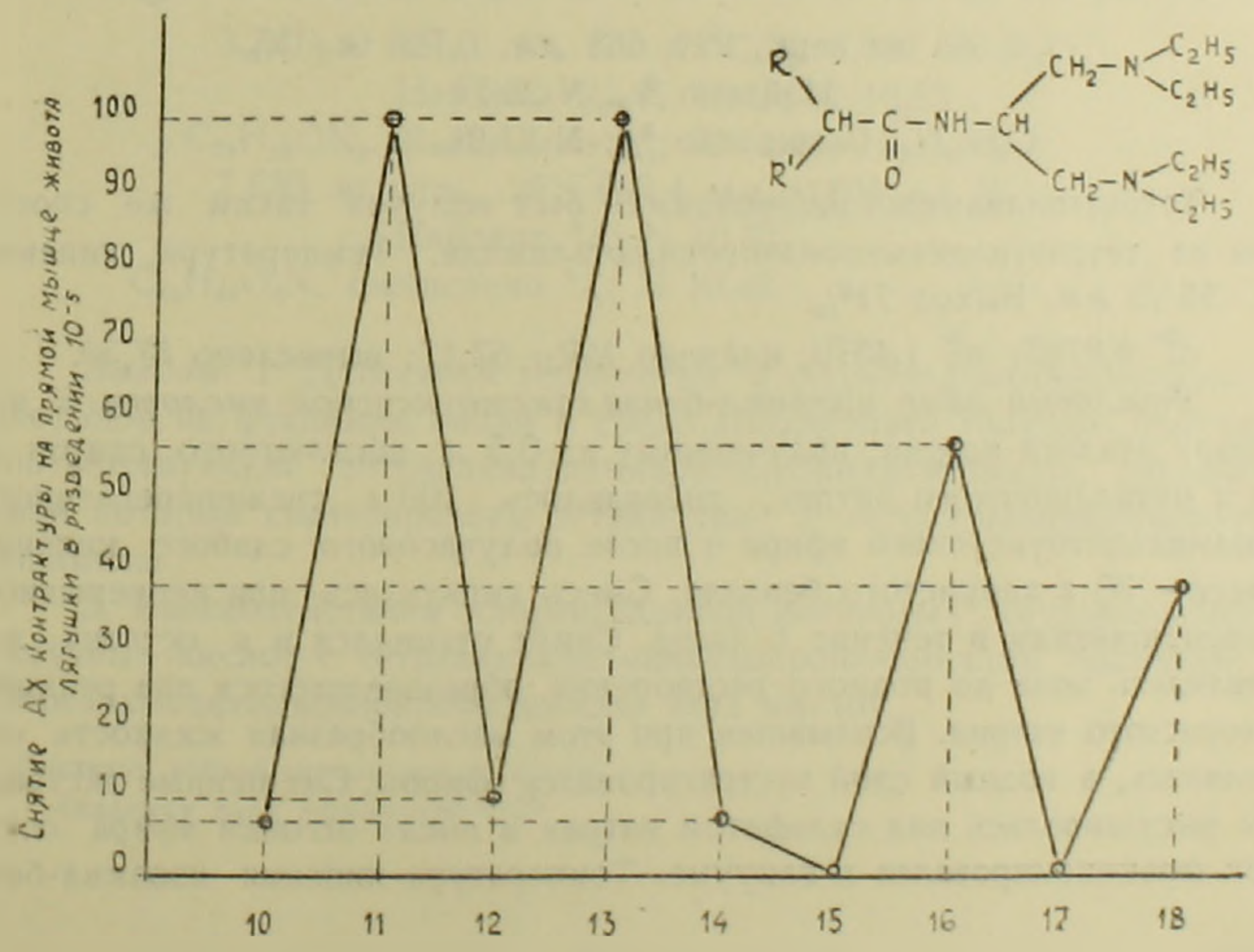

R
R'
CH
C
O
NH
CH
CH2
N
C2H5
C2H5
CH2
N
C2H5
C2H5
Снятие АХ контрактуры на прямой мышце живота лягушки в разведении 10-5
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
10
11
12
13
14
15
16
17
18

Рис. 2.

После перекристаллизации из эфира температура плавления 96—97°. Выход 35,9 *г* или 54,1% теории.

1,55 *мг* вещ., 24°; 664,3 *мм*; 0,235 *мл* N_2

Найдено %: N 15,23

$C_{15}H_{21}O_2N_3$. Вычислено %: N 15,27.

Тетраэтилдиаминоизопропилфталимид. Смесь 45 *г* тетраэтилдиаминоизопропилхлорида, 38 *г* фталимида калия и 150 *мл* абсолютного толуола нагревалась в течение 14—15 часов при 140—150° (температура бани). После фильтрации и отгонки толуола остаток перегонялся в вакууме. Температура кипения 221—223°/1 *мм*. Выход 55 *г* или 64,7% теории.

d_4^{20} 0,9892; n_D^{20} 1,4820; найдено MR_D 95,77; вычислено 95,98

4,845 *мг* вещ., 24°; 668,3 *мм*, 0,618 *мл* N_2

Найдено %: N 12,89

$C_{19}H_{29}O_2N_3$. Вычислено %: N 12,68.

Тетраметилдиаминоизопропиламин. Смесь 39,5 *г* тетраметилдиаминоизопропилфталимида и 100 *г* 34% соляной кислоты нагревалась при 120° в течение 3—4 часов. После охлаждения образовавшаяся фталевая кислота отфильтровывалась. Фильтрат выпаривался. Полученная таким образом сиропообразная масса обрабатывалась 50% раствором едкого натра, экстрагировалась эфиром. Эфирный экстракт высушивался над сухим едким натром и после отгонки эфира остаток перегонялся в вакууме. Температура кипения 73—75°/6 *мм*. Выход 14 *г* или 67,3 % теории.

d_4^{20} 0,8644; n_D^{20} 1,444; найдено MR_D 44,61; вычислено 45,83.

2,565 *мг* вещ., 22°; 668 *мм*, 0,725 *мл* N_2

Найдено %: N 28,74

$C_7H_{19}N_3$. Вычислено %: N 27,91.

Тетраэтилдиаминоизопропиламин был получен таким же способом из тетраэтилдиаминоизопропилфталимида. Температура кипения 83—85°/3 *мм*. Выход 71%.

d_4^{20} 0,8763; n_D^{20} 1,4370; найдено MR_D 57,17; вычислено 57,30.

Этиловый эфир изоамил-бензилацетоуксусной кислоты. К раствору этилата натрия, полученному из 0,5 *л* абсолютного спирта и 12 *г* металлического натрия, добавлялось 100 *г* свежеперегнанного изоамилацетоуксусного эфира и после получасового слабого кипения смеси — 80 *г* хлористого бензила. Смесь кипятилась при непрерывном перемешивании в течение 8 часов. Спирт отгонялся и к остатку добавлялась вода до полного растворения образовавшегося при реакции хлористого натрия. Всплывшая при этом маслообразная жидкость отделялась, а водный слой экстрагировался эфиром. Смешанные экстракты высушивались над сульфатом натрия и после отгонки эфира остаток фракционировался в вакууме. Температура кипения изоамил-бен-

зилацетоуксусного эфира 170—174°/20 *мм*. Выход 110 *г* или 75,8% теории.

Изоамил-бензилуксусная кислота. Изоамил-бензилуксусная кислота была получена омылением этилового эфира изоамил-бензилацетоуксусной кислоты с помощью концентрированного водно-спиртового едкого натра. Выход кислоты 69,6% теоретического количества, считая на изоамил-бензилацетоуксусный эфир. Температура кипения 186°/10 *мм*; образует бесцветные, игольчатые кристаллы из бензина (фракция, кипящая при 90—100°) с температурой плавления 45°.

0,1014 *г* вещ., 0,2826 *г* CO_2, 0,0814 *г* H_2O
Найдено %: C 76,28, H 8,90
$C_{14}H_{20}O_2$. Вычислено %: C 76,36, H 9,09.

Хлорангидрид изоамил-бензилуксусной кислоты был получен действием хлористого тионила на кислоту в среде хлороформа.

Температура кипения 145—146°/10 *мм*.

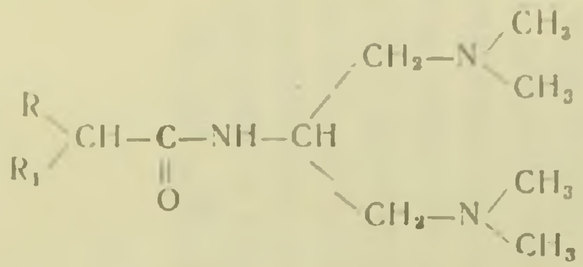
Тетраэтилдиаминоизопропиламид изоамил-бензилуксусной кислоты. К охлажденному льдом и солью раствору 12 *г* хлорангидрида изоамил-бензилуксусной кислоты в 40 *мл* абсолютного бензола в течение двух часов прибавлялось 11 *г* тетраэтилдиаминоизопропиламина в 40 *мл* абсолютного бензола. Смесь нагревалась на кипящей водяной бане в течение одного часа, после охлаждения обрабатывалась насыщенным раствором карбоната калия и экстрагировалась бензолом. Соединенные экстракты высушивались над сухим карбонатом натрия и после отгонки бензола остаток перегонялся в вакууме. Температура кипения 160—161°/1 *мм*, выход 16 *г* или 78,8% теории.

3,727 *мг* вещ., 10, 177 *мг* CO_2, 3,631 *мг* H_2O
Найдено %: C 74,45; H 10,83
$C_{25}H_{45}ON_3$. Вычислено %: C 74,44; H 11,16
7,630 *мг* вещ., 25°; 663,4 *мм*, 0,804 *мл* N_2
Найдено %: N 10,53
$C_{25}H_{45}O_3N$. Вычислено %: N 10,42.

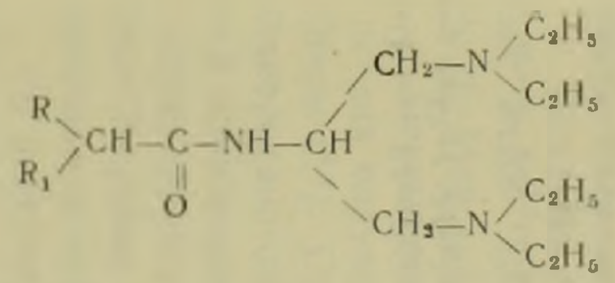
Выводы: 1. Действием тетраметил- и тетраэтилдиаминоизопропилхлоридов на фталимид калия в среде абсолютного толуола получены соответствующие тетраалкилдиаминоизопропилфталимиды, расщеплением которых синтезированы тетраметил- и тетраэтилдиаминоизопропиламины.

2. Взаимодействием хлорангидридов некоторых двухзамещенных уксусных кислот с тетраалкилдиаминоизопропиламинами получено 18 тетраалкилдиаминоизопропиламидов этих кислот.

Институт тонкой органической химии
Академии наук Армянской ССР



№№ п/п	R	R_1	Выход в %	Температура кипения или плавления в °С	Давление в мм	M	d_4^{20}	n_D^{20}	MR_D вычислено	MR_D найдено	Общая формула	Анализ в %: C вычислено	C найдено	H вычислено	H найдено	N вычислено	N найдено	Температура плавления оксалатов в °С
1	$C_6H_5CH_2-$	CH_3-	74,3	171—174	1	291,4	1,0179	1,510	88,59	86,60	$C_{17}H_{29}ON_3$	70,10	69,97	9,97	9,86	14,43	14,36	133—135
2	$C_6H_5CH_2-$	C_2H_5-	68,7	143—145	1	305,5	0,9848	1,496	90,88	90,58	$C_{18}H_{31}ON_3$	70,80	70,88	10,16	9,94	13,44	13,71	118—120
3	$C_6H_5CH_2-$	C_3H_7-	85,1	188—191	1	319,5	0,9788	1,503	97,83	96,48	$C_{19}H_{33}ON_3$	71,47	70,90	10,34	10,23	13,16	12,82	115—118
4	$C_6H_5CH_2-$	$CH_2=CH-CH_2-$	76,2	154—156	2	317,5	0,9885	1,500	97,46	94,52	$C_{19}H_{31}ON_3$	71,92	72,32	9,78	9,68	13,25	13,51	110—112
5	$C_6H_5CH_2-$	C_4H_9-	74,6	193—195	1,5	333,5	1,0027	1,515	102,49	100,38	$C_{21}H_{35}ON_3$	73,04	73,32	10,14	9,94	12,20	12,22	160—163
6	$C_6H_5CH_2-$	$i-C_5H_{11}$	89,3	183—184	1	347,5	0,9589	1,498	107,07	106,21	$C_{21}H_{37}ON_3$	72,62	72,74	10,66	10,90	12,10	11,72	108—110
7	C_6H_5-	C_6H_5-	73,5	51—52	—	339,4	—	—	—	—	$C_{21}H_{29}ON_3$	74,33	74,60	8,55	8,71	12,39	12,48	146—147
8	$C_6H_5CH_2-$	C_6H_5-	70,6	42—44	—	353,4	—	—	—	—	$C_{22}H_{31}ON_3$	74,88	75,00	9,78	9,53	11,90	12,01	78—80
9	$C_6H_5CH_2-$	$C_6H_5CH_2-$	81,3	175—178	0,5	367,5	0,9961	1,531	112,70	114,12	$C_{23}H_{33}ON_3$	75,20	75,42	8,99	9,12	11,44	11,63	158—161



№№ п/п	R	R_1	Выход в %	Температура кипения или плавления в °С	Давление в *мм*	M	d_4^{20}	n_D^{20}	MR_D вычислено	MR_D найдено	Общая формула	Анализ в %: C вычислено	C найдено	H вычислено	H найдено	N вычислено	N найдено	Температура плавления оксалатов в °С
10	$C_6H_5CH_2$—	CH_3—	79,0	148—150	1	347,6	0,9564	1,479	107,07	103,03	$C_{21}H_{37}ON_3$	72,62	72,77	10,66	10,94	12,10	12,07	144—145
11	$C_6H_5CH_2$—	C_2H_5—	72,7	187—180	2	361,6	0,9588	1,479	111,68	106,91	$C_{22}H_{39}ON_3$	73,13	73,05	10,80	10,45	11,63	11,88	140—141
12	$C_6H_5CH_2$—	C_3H_7—	84,7	158—159	1	375,6	0,9601	1,479	111,11	111,03	$C_{23}H_{41}ON_3$	73,60	73,80	10,93	11,01	11,20	11,36	153—154
13	$C_6H_5CH_2$—	CH_2=CH—CH_2—	83,3	146—147	1	373,6	0,9656	1,487	110,64	111,27	$C_{23}H_{39}ON_3$	73,99	74,15	10,45	10,51	11,28	11,03	136—138
14	$C_6H_5CH_2$—	C_4H_9—	80,0	164—165	1	389,6	0,9526	1,481	115,72	116,40	$C_{24}H_{43}ON_3$	73,84	73,64	11,02	10,88	10,79	10,84	150—151
15	$C_6H_5CH_2$—	i—C_5H_{11}—	78,8	160—161	1	403,7	0,9644	1,479	120,34	117,32	$C_{25}H_{45}ON_3$	74,44	74,45	11,16	10,83	10,42	10,67	145—146
16	C_6H_5—	C_6H_5—	78,4	196—197	1	395,6	0,1013	1,518	121,94	118,33	$C_{25}H_{37}ON_3$	75,95	76,42	9,36	9,49	10,63	10,84	147—148
17	C_6H_5—CH_2—	C_6H_5—	76,0	184—185	1	409,6	1,0194	1,516	116,16	120,63	$C_{26}H_{39}ON_3$	76,25	76,21	9,53	9,95	10,27	10,08	151—152
18	C_6H_5—CH_2—	$C_6H_5CH_2$—	74,8	214—215	1	423,6	1,0069	1,520	131,71	128,00	$C_{27}H_{41}ON_3$	76,59	76,88	9,69	9,97	9,92	9,74	148—149

Ա. Լ. ՄՆՋՈՅԱՆ ԵՎ Հ. Լ. ՄՆՋՈՅԱՆ

Հետազոտություն փոխարկված բացախտքթուների ածանցյալների բնագավառում

Հաղորդում XI: Մի քանի երկփոխարկված բացախաբրուների տետրաալկիլդիամինոհիդրոպրոպիլ ամիդները

Նախորդ հաղորդումներից մեկում[1] նկարագրված են եղել մի քանի երկփոխարկված բացախաթթուների տետրաալկիլդիամինոհիդրոպրոպիլ էսթերները:

Այդ միացությունների սինթեզի նպատակն է եղել երկփոխարկված բացախաթթուների դիալկիլամինոալկիլ էսթերների սպազմոլիտիկ հատկությունների ուսումնասիրությունը՝ կախված ալկոհոլի երկրորդ ատոմի մոտից ալկամինոալկիլ շղթայում:

Ինչպես ցույց են տվել ֆարմակոլոգիական ուսումնասիրությունները, տվյալ ձևափոխությունից ստացված միացությունները ունեն ընտրողական սպազմոլիտիկ հատկություն առանձին քիմիոռեցեպտորների վրա:

Տվյալ ուսումնասիրության նպատակն է եղել պարզաբանել վերը հիշված ամինոէսթերներին համապատասխանող ամինոամիդների սպազմոլիտիկ հատկությունները:

Այս միացությունները ստացված են եղել տետրամեթիլդիամինոհիդրոպրոպիլամիններին և համապատասխան երկփոխարկված բացախաթթուների քլորանհիդրիդների փոխազդեցությունից: Այս եղանակով սինթեզվել են 18 նոր ամինոամիդներ, որոնցից պատրաստվել են օքսալատներ և չորրորդային ամոնիակային աղեր:

Նախնական ֆարմակոլոգիական ուսումնասիրությունների տվյալները ցույց են տրված ա) և բ) դիագրամների վրա:

Ֆարմակոլոգիական մանրամասն ուսումնասիրությունների տվյալները, ինչպես նաև ազդեցության համեմատական տվյալները համապատասխան ամինոէսթերների հետ կհաղորդվեն առանձին:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. Л. Мнджоян* и *О. Л. Мнджоян*, ДАН АрмССР, т. XX, 17 (1955).
[2] *Корф де Мон*, Bull. soc. chim. France, [5] 4, 145 (1937).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXVI 1958 4

МИКРОБИОЛОГИЯ

Э. К. Африкян, В. Г. Туманян и Р. А. Бобикян

Действие проникающих излучений на азотфиксирующую активность культуры азотобактера

(Представлено В. А. Фанарджяном 10.XI.1957)

Исследования по применению ионизирующих излучений для целей наследственного изменения микроорганизмов были начаты у нас В. О. Омелянским и в особенности Г. А. Надсоном с сотрудниками (Г. С. Филиппов, Е. А. Штерн, Э. Я. Рохлина и др.).

Большая работа по изучению биологического действия различных видов проникающей радиации на микроорганизмы проведена М. Н. Мейселем и его сотрудниками ([1]).

Первые успешные опыты по использованию радиоактивных излучений для получения активных рас азотобактера были проведены Е. А. Штерн ([2,3]). Она получила под влиянием эманации радия ряд активных радиорас азотобактера, некоторые из которых были успешно использованы в производственных условиях. Стоклаза и Пенкова ([4]) также отметили о стимулирующем влиянии ионизирующего излучения на азотобактер.

Сокурова ([5]), специально изучавшая этот вопрос, установила преходящий стимулирующий эффект некоторых доз излучений.

В настоящем сообщении мы приводим результаты опытов, проведенных в течение 1955—1956 гг. В работе была использована культура азотобактера Az. chroococcum, выделенная из обнаженных грунтов оз. Севан с азотфиксирующей активностью —5,5 *мг* азота на 1 *г* маннита. Здесь мы приводим данные об азотфиксирующей активности различных рас азотобактера, полученных от указанной культуры под воздействием рентгеновского облучения, не освещая морфо-физиологических наблюдений над этими культурами.

Облучение производилось на установке РУМ—3 в Ереванском научно-исследовательском институте рентгенологии и онкологии. Физические условия облучения: вольтаж—185 *Kv*, ампераж—15 *mA*. Максимальная мощность дозы при наибольшем приближении объекта к трубке (на расстоянии 6 *см*) соответствовала 6000 *р/мин*. Использовались дозы различной мощности, фильтр не применялся. Максимальная продолжительность облучения—15 минут. В своей работе мы изучали действие рентгеновых лучей на культуру азотобактера как в условиях роста на агаризованной питательной среде Эшби, так и в без-

водной среде. В первом случае маленькая чашка Петри (диаметр 4 *с.м*) с культурой азотобактера на агаризованной среде Эшби прикрывалась целлофаном и вставлялась в трубку на различное расстояние от излучателя. Во втором случае—для изучения прямого действия рентгеновского излучения—вместо крышки чашка Петри закрывалась целлофаном, на внутреннюю поверхность которого наносилась петлей капля промытых и суспендированных в воде клеток из культуры азотобактера на Эшби агаре. На поверхность одной целлофановой крышки возможно нанесение 4-х различных культур, что позволяет изучить влияние облучения в условиях, исключающих дозиметрические отклонения. Чашка вставляется в трубку аппарата целлофаном, обращенным к излучателю. После облучения на то место целлофана, куда был нанесен испытуемый материал, с помощью петли наносится капля стерильной воды и после незначительного растирания облученные бактерии засеваются в свежую питательную среду. Применение целлофана надежно предотвращает загрязнение и должно быть широко рекомендовано для микробиологических исследований по радиобиологии.

Нами была изучена азотфиксирующая активность 11 культур азотобактера, условно именуемых „радиорасами", полученных под воздействием различных доз рентгеновского облучения из исходного штамма азотобактера. Условия и дозы облучения приведены в табл. 1.

Таблица 1

Условия и дозы облучения „радиорас" азотобактера

Радиораса	Возраст облучаемой культуры	Характер облучения	Общая доза облучения (в рентгенах)	Продолжительность облучения (в мин.)
R— 1	4 часа	На целлофане	6000	1
R— 2	4 часа	"	30000	5
R— 3	10 суток	На среде Эшби	4160	2
R— 4	4 часа	"	4160	2
R— 5	16 часов	"	6000	1
R— 6	2 часа	"	10400	5
R— 7	2 часа	"	18000	3
R— 8	2 часа	На целлофане	6000	1
R— 9	2 часа	"	30000	5
R—10	10 суток	"	30000	5
R—11	10 суток	"	60000	10

Все указанные радиорасы, за исключением рас 10 и 11, культурально и по данным микроскопии являлись типичными штаммами Az. chroococcum, мало чем отличавшимися от исходной культуры. Радиорасы 10, 11 представляли собой апигментные расы со слабой интенсивностью роста на агаре. Микроскопически у этих культур отмечалось преобладание мелких кокковидных форм без ясно выраженной палочковидной стадии в цикле развития, столь характерной для Az. chroococcum.

Интенсивность азотфиксации радиорас изучалась в колбах Эрленмейера на экстракте бурой почвы с 1-процентным содержанием ман-

нита. Общий азот определялся по методу Кьельдаля на 20-ый день инкубации при 26°С. Опыт ставился в двухкратной повторности.

В табл. 2 представлены данные об азотфиксирующей активности испытанных радиорас в возрасте 1,5—2 месяцев и спустя 1 год после облучения и сохранения их на агаризованной среде Эшби в пробирках. Перед первым определением азотфиксации испытуемые культуры пересевались трижды, а в дальнейшем пересевы производились в два месяца раз; исходная необлученная культура содержалась в подобных же условиях.

Данные приведенной таблицы показывают, что в большинстве случаев рентгеновское облучение культуры азотобактера приводит к повышению азотфиксирующей способности у всех радиорас, за исключением расы 9, которая по морфологическим и культуральным особенностям являлась типичной культурой Az. chroococcum, азотфиксирующая активность оказалась более высокой, чем у исходного штамма. У апигментных радиорас, резко отличных от исходной культуры, отмечается сравнительно слабая азотфиксация, которая значительно уменьшается после инкубации культур в течение 1 года. У других радиорас это не устанавливается. По-видимому у апигментных рас это связано с глубокими изменениями клеток под влиянием проникающей радиации.

Таблица 2

Азотфиксирующая активность различных „радиорас" азотобактера в опытах 1955—1956 г. (Средние данные по двум повторностям опытов)

Штаммы азотобактера	Количество фиксированного азота (в *мг*)	
	1955 г.	1956 г.
R— 1	7,75	8,92
R— 2	7,85	7,78
R— 3	8,56	7,24
R— 4	8,95	7,94
R— 5	6,85	7,94
R— 6	8,25	7,94
R— 7	8,85	7,66
R— 8	10,4	9,48
R— 9	5,05	7,50
R—10	3,2	1,4
R—11	2,5	1,68
Исходная культура азотобактера	5,5	5,56

Нами было проведено изучение интенсивности роста радиорас азотобактера на жидкой среде Эшби без добавления мела. Учет числа клеток производился непосредственно в счетной камере и нефелометрически—с помощью ФЭКН—54. Отдельные радиорасы отличались различной интенсивностью размножения, однако нам не удалось установить закономерности между интенсивностью азотфиксации и ростом изученных нами культур.

В наших опытах стерилизующее действие рентгеновского облучения на культуру азотобактера не отмечалось при использованной максимальной дозе 90000 р. Интересно, что при облучении такой же дозой богатой азотобактером буроЙ почвы в целлофановых мешочках азотобактер из нее, как правило, не высевался.

Приведенные нами результаты опытов говорят о возможности получения под действием рентгеновского облучения культур азото-

бактера с наследственно закрепленной повышенной способностью азотфиксации.

Сектор микробиологии
Академии наук Армянской ССР

Է. Գ. ԱՖՐԻԿՅԱՆ, Վ. Գ. ԲՈՒՄԱՆՅԱՆ ԵՎ Ռ. Հ. ԲՈՐԻԿՅԱՆ

Փափաճող ճառագայթների ազդեցությունը ազոտաբակտերի կուլտուրաների ազոտասիմիլյացիոն ակտիվության վրա

Ընդած բազմաթիվ հետազոտողների կողմից կատարված ուսումնասիրությունների, իոնիզացնող ճառագայթների ազդեցության բնույթը միկրոօրգանիզմների վրա դեռևս լրիվ պարզաբանված չէ: Տարբեր հեղինակների աշխատանքներով ապացուցված է, որ իոնիզացնող ռադիացիայի ազդեցության համար կարևի է ստանալ միկրոօրգանիզմների այնպիսի շտամներ, որոնք իրենց բիոքիմիական ակտիվությամբ դերազանցում են նախնական կուլտուրային:

Որպես հետազոտության օբյեկտ մենք օգտագործել ենք Սևանա լճի նոր ապատված գրունտներից մեկուսացված Azotobacter chroococcum-*ի կուլտուրան:*

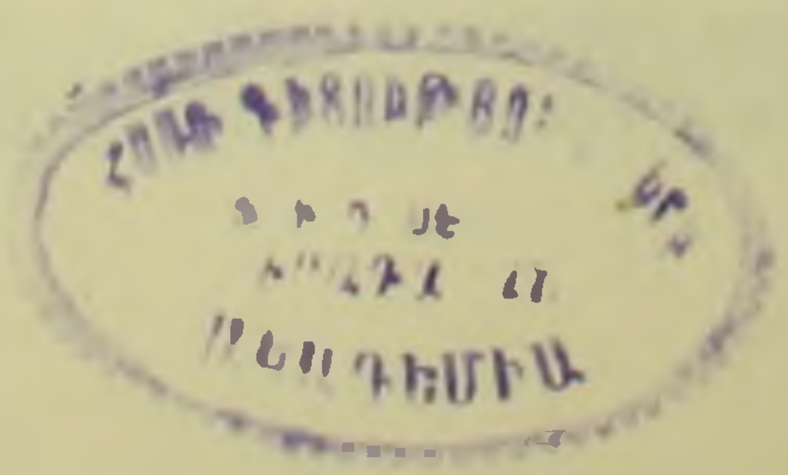
Իոնոգենյան ճառագայթների տարբեր դոզաների ազդեցության համար այդ կուլտուրաներից ստացվել է 11 ռասա, որոնց մենք անվանել ենք ռադիոռասաներ:

Ինչպես ցույց տվեցին փորձերը, ստացված 11 ռադիոռասայից 9-ը իրենց դազային ազոտը ֆիքսելու ունակությամբ գերազանցում են նախնական շտամին: Երկու ռադիոռասաների մոտ դազային ազոտը կապելու ունակությունը ճնշվում է: Նշված 2 ռադիոռասան հանդիսանում են ազոտաբակտերի սիդմենտագեն կուլտուրաներ և իրենց հատկություններով տարբերվում են տիպիկ Azotobacter chroococcum-*ից:*

Տարբեր ռադիոռասաներ իրենց բազմացման ինտենսիվությամբ տարբերվում են, սակայն այդ կուլտուրաների ազոտ ֆիքսող ունակության և աճման ինտենսիվության միջև եղած օրինաչափական կապը չի հաստատվել:

Իոնոգենյան ճառագայթների սխտահանող ազդեցությունը նրա օգտագործված մաքսիմալ դոզայի՝ 90000ր. դեպքում ազոտաբակտերի կուլտուրայի վրա չի նկատվել, իսկ ազոտաբակտերով հարուստ գորշ հողերի վրա նույն դոզայի ճառագայթների ազդեցությունը որպես կանոն հաստատվել է:

Այսպիսով իոնիզացնող ճառագայթների ազդեցության համար կարևի է ստանալ ազոտաբակտերների այնպիսի շտամներ, որոնք ունեն ժառանգաբար ամրացված պազային ազոտը ֆիքսելու բարձր ունակություն:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *М. Н. Мейсель*, Доклад на Конференции в Женеве. Сб. Действие облучения на организм. М., 1955. [2] *Е. А. Штерн*, Радиорасы азотобактера и их практическое применение, Докт. дисс., Л., 1929. [3] *Е. А. Штерн*, Вестн. рентген. и радиол., 19, 1938. [4] J. *Stoklasa* и J. *Pénkava*. Biologie des Radiums und Uraniums, Berlin. 1932. [5] *Е. Н. Сокурова*, Действие различных типов ионизирующих излучений на азотфиксирующие бактерии и микрофлору почвы. Канд. дисс., М., 1956.