



ISSN 0002-3078

АЗƏРБАЙҠАН ССР ЕЛМЛƏР АНАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXVIII ЧИЛД

1982 • 2

ДАН Азерб. ССР публикует краткие сообщения об оригинальных, нигде не печатанных ранее, результатах научных исследований, представленные академиками АН Азерб. ССР, которые тем самым берут на себя ответственность за научные достоинства представляемой статьи.

В «Докладах» не публикуются крупные статьи, механически разделенные на ряд отдельных сообщений, статьи полемического характера, без новых фактических сообщений, статьи полемического характера, без новых фактических данных, статьи с описанием промежуточных опытов, без определенных выводов и обобщений, чисто методические статьи, если предлагаемый метод не является принципиально новым, а также статьи по систематике растений и животных (за исключением описания особо интересных для науки находок).

Будучи органом срочной информации, журнал «ДАН Азерб. ССР» принимает и отбирает к печати статьи, объем которых допускает их публикацию в установленные решением Президиума АН Азерб. ССР сроки.

В связи со всеми перечисленными ограничениями отклонение статьи редакцией «Доклады АН Азерб. ССР» означает только, что она не согласуется с требованиями и возможностями этого журнала и не исключает ее публикации в других изданиях.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция журнала «Доклады АН Азерб. ССР» просит авторов руководствоваться приведенными правилами и надеется, что авторы ознакомятся с ними прежде, чем пришлют статью в редакцию.

Статьи, присланные без соблюдения этих правил, к рассмотрению не принимаются.

1. Статьи, направляемые в редакцию, должны иметь представление члена АН СССР или академика АН Азерб. ССР, если оно требуется (см. выше).

Статьи с просьбой направить их на представление редакцией не принимаются.

2. Статья публикуется по мере поступления. Единственным поводом для внеочередной публикации является исключительная важность сообщения и соображений приоритета. Для этого необходимо специальное решение редколлегии.

3. Как правило, редакция направляет представленные статьи на рецензию.

4. «Доклады» помещают не более трех статей одного автора в год. Это правило не распространяется на членов АН СССР, академиков Академии наук Азерб. ССР.

5. Авторы должны определить раздел, в который следует поместить статью, а также дать индекс статьи по УДК. К статье прилагается в двух экземплярах, предназначенных для хранения в библиотеке, оригинал и копия. Оригиналу ставится штамп «ПРИНЯТО».

В оригинале, в котором выполняются требования, в котором указывается почтовый адрес и номер

по которому редакция будет получать корреспонденцию.

Авторы должны указать, что статья принята в редакцию, рассматривается редколлегией, с первоначальным экземпляром поступления считается.

Объем статьи не более 1/4 авторского листа. Библиография (не более четырех) должна быть на мелованной бумаге. Рисунки должны быть на кальке. Текст должен быть четким. Повторение одних и тех же рисунков. Рисунки должны быть на отдельных листах. Фотографии должны быть на отдельных листах. На обороте рисунка должно быть название статьи и номер рисунка.

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXVIII ЧИЛД

№ 2

„ЕЛМ“ НƏШРИЈАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО „ЭЛМ“
БАКЫ—1982—ГҜАКУ



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Г. Б. Абдуллаев (главный редактор), М. Т. Абасов,
Ал. А. Ализаде, (зам. главного редактора), В. С. Алиев, Г. А. Алиев,
Дж. А. Алиев, И. Г. Алиев, Дж. Б. Гулиев, Н. А. Гулиев,
М. З. Джафаров, Ф. Г. Максудов, А. А. Надиров,
Ю. М. Сеидов (зам. главного редактора), М. А. Топчибашев,
М. А. Усейнов, Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь).

© Издательство „Элм“ 1982 г

Адрес: г. Баку, Коммунистическая, 10. Редакция „Известий Академии наук
Азербайджанской ССР“

МАТЕМАТИКА

УДК—517.51:519.5

Р. О. ЭФЕНДИЕВ

О ПРИБЛИЖЕНИИ ПРОИЗВОДНЫХ ФУНКЦИЙ ЛИНЕЙНЫМИ
ОПЕРАТОРАМИ НА ПОЛУОСИ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР И. И. Ибрагимовым)

В работе подобно результатам [1,2], полученным для последовательности линейных положительных операторов в связи с известной теоремой П. П. Коровкина ([3], теорема 3), приводятся как отрицательный, так и положительные результаты, связанные с аналогом теоремы П. П. Коровкина, полученным в [4] (теорема 2) при изучении сходимости последовательности операторов класса M к производной функции.

1. Приведем необходимые определения, обозначения и соотношения, которыми будем пользоваться. Напомним, что функцию $f(x)$ называют выпуклой k -го порядка на некотором множестве, если ее производная $(k+1)$ -го порядка ($k = -1, 0, 1, 2, \dots$) положительна на этом множестве. Через $M_{\alpha}^{(k)}$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) обозначим класс линейных операторов, которые выпуклую $(k-1)$ -го порядка на множестве G функцию переводят в неотрицательную функцию на этом же множестве¹. Здесь $G \subseteq R$, где R —вещественная ось. Обозначим множество $[0, +\infty)$ через R^+ , и пусть $x \in R^+$. Рассмотрим функцию $\rho(x) =$

$$= k + \frac{1}{k!} x^k + \frac{2}{(k+2)!} x^{k+2} (k = 0, 1, 2, \dots). \text{ Тогда } \rho^{(k)}(x) = 1 + x^2, \rho^{(0)}(x) =$$

$= \rho(x)$, $\rho(x)$ и $\rho^{(k)}(x)$ строго растут на R^+ , $\rho(x) \geq 1$, $\rho^{(k)}(x) \geq 1$,

$\lim_{x \rightarrow +\infty} \rho(x) = \lim_{x \rightarrow +\infty} \rho^{(k)}(x) = +\infty$ и нетрудно показать, что

$$\rho^{(k)}(x) \leq \frac{(k+2)!}{2} \rho(x) \quad (1)$$

Введем пространство $B_{\rho} = \{g: R^+ \rightarrow R \mid |g(x)| \leq m_{\rho} \rho(x)\}$, где m_{ρ} — постоянная, своя для каждой функции $g(x)$, с нормой

$$\|g\|_{B_{\rho}} = \sup_{x \in R^+} \frac{|g(x)|}{\rho(x)} \quad (2)$$

и пространство $C_{\rho}^{(k)} = \left\{ f \in C_{R^+}^{(k)} \mid \left| \frac{f(x)}{\rho(x)} \right| \leq m_1, \left| \frac{f^{(k)}(x)}{\rho^{(k)}(x)} \right| \leq m_1 \right\}$, где $C_{R^+}^{(k)}$ —

множество k -раз непрерывно—дифференцируемых на R^+ функций, а

¹ Этот класс операторов обычно обозначают через M . Запись с индексами нам кажется более удачной.

m_i — постоянная, своя для каждой функции $f(x)$, с нормой

$$\|f\|_{C_p^{(k)}} = \sup_{x \in R^+} \frac{|f(x)|}{\rho(x)} + \sup_{x \in R^+} \frac{|f^{(k)}(x)|}{\rho^{(k)}(x)} \quad (3)$$

Из (3) следует, что $|f^{(k)}(x)| < (\|f\|_{C_p^{(k)}} + \varepsilon) \rho^{(k)}(x)$ для $\forall \varepsilon > 0$. Поэтому

$$F_i(x) = (\|f\|_{C_p^{(k)}} + \varepsilon) \rho(x) + (-1)^i f(x), \quad i = 1, 2 \text{ — выпуклые } (k-1)\text{-го}$$

порядка функции на R^+ и если оператор $A \in M_{R^+}^{(k)}$ и определен на $C_p^{(k)}$, то $A(F_i(t); x) \geq 0$, $i = 1, 2$. Или, в силу произвольности ε ,

$$|A(f(t); x)| \leq \|f\|_{C_p^{(k)}} A(\rho(t); x) \quad (4)$$

Из (4) следует, что условие

$$A(\rho(t); x) \leq m \rho(x) \quad (5)$$

является необходимым и достаточным, чтобы оператор A класса $M_{R^+}^{(k)}$ действовал из $C_p^{(k)}$ в B_p . Теперь с помощью (4) и (5) легко показать, что оператор класса $M_{R^+}^{(k)}$, действующий из $C_p^{(k)}$ в B_p , является ограниченным.

2. Приведем один отрицательный результат.

Теорема 1. Существует последовательность операторов A_n ($C_p^{(k)} \rightarrow B_p$), причем для $\forall n$ $A_n \in M_{R^+}^{(k)}$, для которой выполнены условия

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|A_n(t^v; x) - (x^v)^{(k)}\|_{B_p} = 0, \quad v = k, k+1, k+2 \quad (6)$$

и существует функция $f^*(x) \in C_p^{(k)}$, такая, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|A_n(f^*(t); x) - (f^*(x))^{(k)}\|_{B_p} \geq 1$$

Доказательство. Пусть $l(f(t); x) = \frac{x^2}{(x+1)^2} f^{(k)}(x+1) - f^{(k)}(x)$. Определим последовательность операторов A_n следующим образом

$$A_n(f(t); x) = \begin{cases} f^{(k)}(x) + \frac{\rho(x)}{2\rho^{(k)}(n)} l(f(t); x), & x \in [0, n] \\ f^{(k)}(x), & x > n \end{cases}$$

Нетрудно проверить, что каждый член построенной последовательности принадлежит классу $M_{R^+}^{(k)}$ и действует из $C_p^{(k)}$ в B_p , а для самой последовательности выполнены условия (6). Рассмотрим функцию $f^*(x)$ такую, что $(f^*(x))^{(k)} = x^2 \cos \pi x$. Ясно, что $f^*(x) \in C_p^{(k)}$, однако

$$\|A_n(f^*(t); x) - (f^*(x))^{(k)}\|_{B_p} \geq \frac{|l(f^*(t); x)|}{2\rho^{(k)}(n)} = \frac{n^2}{1+n^2}$$

Теорема доказана.

3. Для доказательства теорем сходимости нам понадобится следующая

Лемма. Если для последовательности операторов A_n ($C_p^{(k)} \rightarrow B_p$), причем для $\forall n$ $A_n \in M_{R^+}^{(k)}$, выполнены условия (6), то для $\forall b > 0$

соотношение

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|A_n(f(t); x) - f^{(k)}(x)\|_{B_p, [c, b]} = 0,$$

где $\|\cdot\|_{B_p, [c, b]}$ означает, что в (2) $\sup$ берется по всем $x \in [0, b]$, верно для $\forall f \in C_p^{(k)}$.

Доказательство этой леммы мы опускаем.

Теорема 2. Если для последовательности операторов A_n ($C_p^{(k)} \rightarrow B_p$), причем для $\forall n$ $A_n \in M_{R^+}^{(k)}$, выполнены условия (6) то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|A_n(f(t); x) - f^{(k)}(x)\|_{B_p} = 0$$

на любой функции $f(x)$ из $C_p^{(k)}$ для которой $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{f^{(k)}(x)}{\rho^{(k)}(x)} = m_i$.

Доказательство. Если $m_i = 0$, то для $\forall \varepsilon > 0 \exists x_1 > 0$ такая что для $\forall x \geq x_1$

$$|f^{(k)}(x)| < \varepsilon \rho^{(k)}(x) \quad (7)$$

Так как $\rho^{(k)}(x)$ возрастает, то $\exists x_2 > x_1$, такая, что

$$M(x_1) < \varepsilon \rho^{(k)}(x_2),$$

где $M(x_1) = \max_{x \in [0, x_1]} |f^{(k)}(x)| + 1$.

Тогда

$$\begin{aligned} \|A_n(f(t); x) - f^{(k)}(x)\|_{B_p} &\leq \|A_n(f(t); x) - f^{(k)}(x)\|_{B_p, [0, x_1]} + \\ &+ \sup_{x > x_1} \frac{|A_n(f(t); x)|}{\rho(x)} + \sup_{x > x_1} \frac{|f^{(k)}(x)|}{\rho(x)}. \end{aligned}$$

Первое слагаемое справа стремится к нулю по лемме, а третье в силу (1) и (7) меньше $\frac{(\kappa+2)!}{2} \varepsilon$. Для оценки второго слагаемого заметим, что $|f^{(k)}(x)| < M(x_1) + \varepsilon \rho(x)$ для $\forall x \in R^+$, т. е. $\Phi_1(x) = (-1)$

$f(x) + \frac{M(x_1)}{\kappa!} x^\kappa + \varepsilon \rho(x)$, $i = 1, 2$ — выпуклые $(\kappa-1)$ -го порядка функции на R^+ . Поэтому $A_n(\Phi_1(t); x) \geq 0$, $i = 1, 2$, т. е.

$$|A_n(f(t); x)| \leq \frac{M(x_1)}{\kappa!} |A_n(t^\kappa; x) - \kappa!| + M(x_1) + \varepsilon A_n(\rho(t); x)$$

Тогда

$$\begin{aligned} \sup_{x > x_1} \frac{|A_n(f(t); x)|}{\rho(x)} &\leq \frac{M(x_1)}{\kappa!} \|A_n(t^\kappa; x) - \kappa!\|_{B_p} + \frac{M(x_1)}{\rho(x_2)} + \\ &+ \varepsilon \sup_{x > x_1} \frac{A_n(\rho(t); x)}{\rho(x)}. \end{aligned}$$

Первое слагаемое справа стремится к нулю в силу (6) при $v = \kappa$, второе меньше $\frac{(\kappa+2)!}{2} \varepsilon$ в силу (1) и (8), а третье слагаемое меньше

те в силу (5). Мы доказали теорему для случая $m_1 = 0$. Если же $m_1 \neq 0$, то достаточно рассмотреть функцию $F(x) = f(x) - m_1 \left(\frac{x^k}{k!} + \frac{2}{(k+2)!} x^{k+2} \right)$.

Теорема доказана.

Почти так же, как теорема 2, может быть доказана

Теорема 3. Если для последовательности операторов A_n $(C_r^{(k)} \rightarrow B_r)$, причем для $\forall_n A_n \in M_{R^+}^{(k)}$, выполнены условия (6), то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|A_n(f(t); x) - f^{(k)}(x)\|_{B_{r_1}} = 0$$

для $\forall f \in C_r^{(k)}$, если только $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{p(x)}{r_1(x)} = 0$.

Замечание. При $k=0$ теоремы 1, 2, 3 представляют собой соответственно теорему 1 в [1] и [2], теорему 2 в [1] и [2], теорему 3 в [2] при $p(x) = 1 + x^{2*}$. Пользуясь случаем, выражаю искреннюю благодарность А. Д. Гаджиеву за постановку задачи, ценные советы и замечания, а также акад. И. И. Ибрагимову за внимание, проявленное к данной работе.

Литература

1. Гаджиев А. Д. Математич. заметки, т. 20, № 5, 781—786, 1976.
2. Гаджиев А. Д. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук, № 5 41—45, 1975.
3. Коровкин П. П. Линейные операторы и теория приближения. Физматгиз, 1959.
4. Кудрявцев Г. И. Труды Центр. зомальн. объедин. мат. кафедр Калинин. гос. пед. ин-т, вып. 1, 122—136, 1970.

Институт математики и механики

Поступило 12. I 1981

Р. О. Эфендиев

ҶАРЫМОХДА ФУНКЦИЈАНИН ТӨРЭМЭЛЭРИНИН ХЭТТИ ОПЕРАТОРЛАРЛА ЈАХЫНЛАШМАСЫ

Мағаләдә бир хәтти чәкили фәзанын нормасында M синфиндәи олан операторлар ардычыллыгынын функцијанын төрәмәсинә јығылмасындан бәис едилир.

R. O. Efendiev

ON APPROXIMATION OF DERIVATIVE FUNCTIONS BY LINEAR OPERATORS ON THE HALF-LINE

The paper deals with the convergence of the sequence of operators of class M to the derivative function in the norm of some functional linear space with restricted growth at infinity together with their derivatives.

* Дело в том, что, если k —четно или нуль, что все результаты, полученные в настоящей работе для полуоси легко переносятся на всю вещественную ось.

УДК 513—836

МАТЕМАТИКА

М. Р. БУНЯТОВ, В. А. КАСИМОВ

ТЕОРЕМА ЭЙЛЕНБЕРГА—ЗИЛЬБЕРА ДЛЯ БУЛЕВЫХ АЛГЕБР С ЗАМЫКАНИЕМ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ф. Г. Максудовым)

Когомологии и гомологии булевых алгебр с замыканием были определены в работе М. Р. Бунятова [1]. Бунятовым также было определено полигональное произведение булевых алгебр с замыканием, являющееся расширением функтора тихоновского произведения топологических пространств на категорию булевых алгебр с замыканием. В связи с этим, естественно, возникает вопрос о теореме Эйленберга—Зильбера для сингулярных комплексов булевых алгебр с замыканием.

В этой работе доказывается теорема Эйленберга—Зильбера, устанавливающая изоморфизм между сингулярными комплексами полигонального произведения булевых алгебр с замыканием и тензорного произведения сингулярных комплексов данных булевых алгебр с замыканием. При этом выясняется роль дистрибутивных законов.

Пусть $S(x)$ —функтор сингулярных цепных комплексов, а $S^*(x; G)$ —функтор сингулярных коцепных комплексов на категории Тор топологических пространств с коэффициентами в левом R —модуле G . Обозначим через BoolCl категорию булевых алгебр с замыканием и их непрерывных полных гомоморфизмов, а InvSpecTor категорию обратных спектров топологических пространств. Мы воспользуемся функтором М. Р. Бунятова $\Sigma: \text{BoolCl} \rightarrow \text{InvSpecTor}$, сопоставляющий каждой булевой алгебре с замыканием B ее обратный спектр $\Sigma(B)$ из разбиений единицы.

Основной результат данной работы имеет следующую формулировку.

Теорема Эйленберга—Зильбера. Пусть G —некоторый R —модуль, B_1 —атомистическая булева алгебра и $\text{Atom}(B_1)$ —его множество атомов. Если B_2 —булева алгебра дистрибутивная в мощности $\alpha = \text{Atom}(B_1)$, то имеет место канонический изоморфизм

$$S^*(B_1 \circ B_2; G) \cong S^*(B_1; G) \circ S^*(B_2; G).$$

Эта теорема является следствием приведенных утверждений. Пусть $x = (\{x_i\}_{i \in I} \{ \varphi_i \} \mid i < i', i, i' \in I)$ —обратный спектр топологических пространств над направленным множеством $(I, <)$. Очевидно, что цепные комплексы $S(x_i)$ и цепные отображения $\bar{\varphi}_i: S(x_{i'}) \rightarrow S(x_i)$ образуют обратный спектр комплексов, которые обозначим через $S_{\text{spec}}(x) = (\{S(x_i)\}_{i \in I} \{ \bar{\varphi}_i \}_{i < i', i, i' \in I})$ где $\bar{\varphi}_i = \{(\bar{\varphi}_i')_q\}$ является семейством q -мерных цепных гомоморфизмов. С помощью известной конструкции можно

построить прямой спектр коцепных сингулярных комплексов, которые обозначим через

$$S_{\text{спес}}^*(x; G) = (\{S^*(x_i; G)\}_{i \in I}, \{\varphi_i\}_{i < i', i, i' \in I}).$$

Определение 1. Предел прямого спектра $S_{\text{спес}}^*(x; G)$ назовем сингулярным коцепным комплексом обратного спектра x , и обозначим символом $S^*(x; G)$, т. е. $S^*(x; G) = \varinjlim S_{\text{спес}}^*(x; G)$.

Пусть $x = (\{x_i\}_{i \in I}, \{\varphi_i\}_{i < i', i, i' \in I})$, $Y = (\{Y_j\}_{j \in J}, \{\psi_j\}_{j < j', j, j' \in J})$ обратные спектры топологических пространств. Для них получаем прямой спектр тензорных произведений сингулярных коцепных комплексов формулой:

$$S_{\text{спес}}^*(x, Y; G) = (\{S^*(x_i; G) \otimes S^*(Y_j; G)\}_{i \in I, j \in J}, \{(\varphi_i) \otimes (\psi_j)\}_{i < i', j < j', i, j, i', j' \in I, J}).$$

Означим через $S^*(x; G) \otimes S^*(Y; G)$ прямой предел спектра

$$S_{\text{спес}}^*(x, Y; G), \text{ т. е. } S^*(x; G) \otimes S^*(Y; G) \stackrel{\text{def}}{=} \varinjlim S_{\text{спес}}^*(x, Y; G).$$

Лемма 1. Пусть x и Y обратные спектры топологических пространств, когда существует канонический изоморфизм

$$S^*(x \times Y; G) \cong S^*(x; G) \otimes S^*(Y; G).$$

Эта лемма является обобщением теоремы Эйленберга—Зильбера для топологических пространств, на случай обратных спектров топологических пространств.

Определение 2. Прямой предел $\varinjlim H^n(x_i; G)$ называется n -мерной когомологической группой обратного спектра и обозначается символом $H^n(x; G) \stackrel{\text{def}}{=} \varinjlim H^n(x_i; G)$.

Очевидно, что $H^*(x \times Y; G) \cong H^*(x; G) \otimes H^*(Y; G)$.

Построенную конструкцию можно использовать для булевых алгебр с замыканием. Для этого привлекается полученное М. Р. Бунятовым в работе [2] представление булевой алгебры с замыканием как прямого предела булеана обратного спектра разбиений единицы, данной булевой алгебры.

Определение 3. Сингулярным коцепным комплексом булевой алгебры B с замыканием назовем прямой предел $S^*(B; G) = \varinjlim S_{\text{спес}}^*(\Sigma(B); G)$, где $\Sigma(B)$ —обратный спектр топологических пространств, образованный разбиением единицы булевой алгебры с замыканием B .

Пусть B_1 и B_2 —две булевы алгебры с замыканием. Обозначим их полигональное произведение через $B_1 \circ B_2$, т. е. $B_1 \circ B_2 \stackrel{\text{def}}{=} \varinjlim 2^{\Sigma(B_1) \times \Sigma(B_2)}$.

Ясно, что $\Sigma(B_1) \times \Sigma(B_2)$ является поднаправленностью направленности $\Sigma(B_1 \circ B_2)$, т. е. $\Sigma(B_1) \times \Sigma(B_2) \subset \Sigma(B_1 \circ B_2)$. Тогда очевидно, что имеет место вложение $S^*(B_1 \circ B_2; G) \subset S^*(B_1; G) \otimes S^*(B_2; G)$.

Лемма 2. Пусть булевы алгебры с замыканием B_1 и B_2 таковы, что направленность $\Sigma(B_1) \times \Sigma(B_2)$ конфинальна с направленностью $\Sigma(B_1 \circ B_2)$. Тогда имеет место канонический изоморфизм

$$S^*(B_1 \circ B_2; G) \cong S^*(B_1; G) \otimes S^*(B_2; G).$$

Лемма 3. В условиях теоремы Эйленберга—Зильбера $\Sigma(B_1) \times \Sigma(B_2)$ конфинальна с направленностью $\Sigma(B_1 \circ B_2)$. В частности,

для любого множества M и $\overline{M}$ —дистрибутивной булевой алгебры B , направленность $M \times \Sigma(B)$ конфинальна с $\Sigma(z^M \circ B)$.

Доказательство. В силу атомистичности булевой алгебры B_1 получаем, что $\text{Atom}(B_1) \times \Sigma(B_2)$ конфинальна с $\Sigma(B_1) \times \Sigma(B_2)$. Поэтому булева алгебра $\varinjlim 2^{\text{Atom}(B_1) \times \Sigma(B_2)}$ обратного спектра $\text{Atom}(B_1) \times \Sigma(B_2)$ канонически изоморфна с полигональным произведением $\varinjlim 2^{\Sigma(B_1) \times \Sigma(B_2)}$. Мы отождествим эти булевы алгебры посредством канонического изоморфизма между ними.

Итак, пусть μ —произвольное разбиение единицы полигонального произведения $\varinjlim 2^{\text{Atom}(B_1) \times \Sigma(B_2)}$. Для любого $x \in \mu$ найдется разбиение $\lambda_x \in \Sigma(B_2)$ такое, что $x = [X]$, где $X \subset \text{Atom}(B_1) \times \lambda_x$. Положим $X_a = \{y \in \lambda_x \mid (a, y) \in X\}$ для любого $a \in \text{Atom}(B_1)$. Другими словами, $x_a = X(a)$. Положим, наконец, $\mu(a) = U\{X(a) \mid x \in \mu\}$, $\forall a \in \text{Atom}(B_1)$. Тогда ясно, что $\mu(a)$ есть разбиение единицы булевой алгебры B_2 . Таким образом, мы получаем семейство $\{\mu(a)\}_{a \in \text{Atom}(B_1)}$ разбиений единицы булевой алгебры B_2 мощности α . В силу α -дистрибутивности булевой алгебры B_2 существует разбиение единицы $\lambda \in \Sigma(B_2)$ такое, что $\lambda > \mu(a)$, $\forall a \in \text{Atom}(B_1)$. То построению ясно, что $\text{Atom}(B_1) \times \lambda > \mu$, что и требовалось доказать.

Определение 4. n -мерной когомологической группой булевой алгебры B с замыканием с коэффициентами в k -модуле G называется прямой предел $\varinjlim_{\lambda \in \Sigma(B)} H^n(\lambda; G)$. Обозначим эту группу символом $H^n(B; G)$, т. е. $H^n(B; G) = \varinjlim_{\lambda \in \Sigma(B)} H^n(\lambda; G)$.

Следствие. В условиях теоремы Эйленберга—Зильбера существует изоморфизм $H^n(B_1 \circ B_2; G) \cong H^n(B_1; G) \otimes H^n(B_2; G)$.

Литература

1. Бунятов М. Р. ДАН СССР, № 1, т. 224, стр. 15—18, 1975. 2. Бунятов М. Р. Уч. зап. АГУ, № 3, стр. 38—51, 1975. 3. Сикорский Р. Булевы алгебры. Мир, М., 1959. 4. Спенсер Э. Алгебраическая топология. Мир, М., 1971.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 17 XI 1980

М. Р. Бунядов, В. А. Гасимов

ГАПАНМА ЭМЭЛИЈАТЛЫ БУЛ ЧЭБРЛЭРИ ҮЧҮН ЕЙЛЕНБЕРГ—ЗИЛБЕР ТЕОРЕМИ

Мағаләдә гапанма эмилијатлы бул чэбрлэринин полигонал һасилинин сингулар комплекслэри илә һәмин бул чэбрлэринин сингулар комплекслэринин тензор һасили арасында һоморфизм тәјин едән Ејленберг—Зилбер теоремин исбат едилир.

M. R. Bunyadov, V. A. Casimov

EILENBERG—ZILBER THEOREM FOR CLOSURE BOOLEAN ALGEBRAS

In this article Eilenberg—Zilber type theorem for closure algebras is proved.

Э. А. ГУСЕЙНОВ

ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКЦИОННОГО МЕТОДА ДЛЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ПЕРВОГО РОДА С ЛОГАРИФМИЧЕСКОЙ ОСОБЕННОСТЬЮ ЯДРА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ф. Г. Максудовым)

Многие задачи математической физики сводятся к решению интегрального уравнения Фредгольма 1 рода с логарифмической особенностью в ядре [1–2].

Настоящая работа посвящена обоснованию сходимости некоторого проекционного метода для интегрального уравнения Фредгольма 1 рода, возникающего при решении задачи распределения тока на идеально проводящем цилиндре. Рассматриваемое интегральное уравнение имеет вид:

$$A\varphi = \int_0^l [\ln|x-\xi| + K(x, \xi)] \varphi(\xi) d\xi = F(x), \quad (1)$$

где ядро $K(x, \xi)$ и $F(x)$ известные непрерывные функции, имеющие непрерывные производные.

Относительно уравнения (1) имеют место следующие теоремы.

Теорема 1. Для любой функции $F(x) \in L_q[0, l]$, $q > \frac{4}{3}$ решение интегрального уравнения (1) существует в классе функций $\varphi \in L_p[0, l]$, где $1 < p < \frac{4}{3}$. **Теорема 2.** Решение интегрального уравнения (1) в классе функций $\varphi \in L_p[0, l]$, $p > 1$ единственно.

Исследование свойств решения уравнения (1) устанавливает представление решения:

$$\varphi(x) = \frac{\bar{\varphi}(x)}{\sqrt{x(l-x)}}, \quad (2)$$

где $\bar{\varphi}(x) \in C[0, l]$.

Учитывая представление (2) уравнение (1) примет вид:

$$A\bar{\varphi} = (L+K)\bar{\varphi} = \int_0^l [\ln|x-\xi| + K(x, \xi)] \frac{\bar{\varphi}(\xi)}{\sqrt{\xi(l-\xi)}} d\xi = F(x) \quad (3)$$

Определим проекционный оператор P_N , заданный на функциях $\varphi(x) \in C[0, l]$ по формуле:

$$P_N \bar{\varphi}(x) = \bar{\varphi}_N(x) = \sum_{i=0}^{N-1} c_i T_i(x), \quad (4)$$

где c_i определяются из условий

$$\bar{\varphi}(x_j^N) = \bar{\varphi}_N(x_j^N), \quad j=0, \dots, N-1, \quad (5)$$

$T_i(x)$ — многочлены Чебышева 1 рода, а x_j^N — корни многочлена степени N , то есть $T_N(x_j^N) = 0$. Как видно из (4), оператор P_N проектирует $C[0, l]$ на линейную оболочку E_N функций T_i ($i=0, \dots, N-1$), непрерывен в $C[0, l]$ и ограничен по норме. Как известно [3], последовательность проекторов $\{P_N\}_{N=1}^\infty$ сильно сходится к единичному оператору в смысле нормы

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \|P_N \bar{\varphi}(x) - \bar{\varphi}(x)\|_{L_p} \rightarrow 0. \quad (6)$$

Применяя оператор проектирования (4)–(5) к уравнению (3), получим уравнение:

$$P_N(L+K)\bar{\varphi}_N = P_N F, \quad \bar{\varphi}_N \in E_N. \quad (7)$$

Для однозначной разрешимости уравнения (7) достаточно показать существование только тривиального решения однородного уравнения соответствующего (7). Рассмотрим однородное уравнение:

$$P_N(L+K)\bar{\varphi}_N^0 = 0,$$

в силу свойств проекционного оператора P_N , это уравнение эквивалентно уравнению:

$$(L+K)\bar{\varphi}_N^0 = 0,$$

а в силу теоремы 2, $\bar{\varphi}_N^0 = 0$ и, следовательно, все коэффициенты разложения c_i в формуле (4) равны нулю.

Теперь покажем сходимость в норме пространства L_q , $q > \frac{4}{3}$ левой части уравнения (7) к левой части уравнения (3). Учитывая $P_N L \bar{\varphi}_N = L \bar{\varphi}_N$, вычитая (7) из (3), получим:

$$\begin{aligned} & \|L\bar{\varphi} + K\bar{\varphi} - P_N L\bar{\varphi}_N - P_N K\bar{\varphi}_N\|_{L_q} \leq \|L(\bar{\varphi} - \bar{\varphi}_N)\|_{L_q} + \\ & + \|K(\bar{\varphi} - \bar{\varphi}_N)\|_{L_q} + \|(K - P_N K)\bar{\varphi}_N\|_{L_q} \leq \|L\| \|\bar{\varphi} - \bar{\varphi}_N\|_{L_p} + \\ & + \|K\| \|\bar{\varphi} - \bar{\varphi}_N\|_{L_p} + \|K - P_N K\| \|\bar{\varphi}_N\|_C. \end{aligned} \quad (8)$$

Учитывая (6), выражение (8) можно сделать сколь угодно малым при больших значениях N .

Для получения оценки сходимости вычитаем (7) из (3)

$$(L+K)\bar{\varphi} - P_N(L+K)\bar{\varphi}_N - (F - P_N F) = 0.$$

$$(L+K)(\bar{\varphi} - \bar{\varphi}_N) = (F - P_N F) - (K - P_N K)\bar{\varphi}_N$$

Учитывая теорему 1, отсюда получаем:

$$(\bar{\varphi} - \bar{\varphi}_N) = (L+K)^{-1} ((F - P_N F) - (K - P_N K)\bar{\varphi}_N)$$

Оценивая полученное выражение в пространстве L_p , имеем

$$\|\bar{\varphi} - \bar{\varphi}_N\|_{L_p} \leq (L+K)^{-1} (\|F - P_N F\|_{L_q} + \|K - P_N K\| \|\bar{\varphi}_N\|_{L_p}) \quad (9)$$

Из оценки (9) следует сходимость приближенного решения к точному в пространстве L_p

1. Капица Н. А., Фок В. А., Вайнштейн Л. А. Жур. технич. физики, 29, № 10, 1188—1205, 1959. 2. Вайнштейн Л. А., Фок В. А. Жур. технич. физики, 31, № 1, 30—50, 1961. 3. Красносельский М. А., Вайникко Г. М. и др. Приближенное решение операторных уравнений. Наука, М., 1959.

Институт кибернетики

Поступило 21. IX 1981

Е. Э. Гусейнов

НҮВӘСИ ЛОГАРИФМИК МӘХСУСИЈҖӘТӘ МАЛИК БИРИНЧИ НӨВ ИНТЕГРАЛ ТӘНЛИК ҮЧҮН ПРОЕКЦИОНАЛМА ҮСУЛУНУН ӘСАСЛАНДЫРЫЛМАСЫ

Мәғаләдә нүвәси логарифмик мәхсусијҖәтә малик олан биринчи нөв Фредгольм типли интеграл тәнлијә һесаблима үсулунун тәтбиғи әсасланыр. Һәл әчүн биринчи нөв интеграл тәнлијә билаваситә тәтбиғ олунаң проекционалма үсулу тәклиф олуңур. Бу үсулун тәтбиғи һәллий тәфриғ олуначағы хусуси синиф функцияларың сечилмәсинә әсасланыр. Сонлу өлчүлү операторун дәғиғ оператора җығылмасы исбат олуңур. Һәллий ғијмәтләндирилмәси көстәрилер.

Е. А. Guseynov

JUSTIFICATION OF PROJECTIONAL METHOD FOR THE INTEGRAL EQUATION OF THE FIRST ORDER WITH LOGARITHMIC NUCLEUS PECULIARITY

Direct numerical method of the integral solution of Fredholm equation of the first order with the logarithm peculiarity in the nucleus is justified in this paper. For the solution projectional method, which is used directly to the integral equation of the first order, is applied.

The application of the direct method becomes possible due to special sample of the class function, by which the expansion of the solution is conducted. The convergence of the finite-dimensional operator to the exact one is proved. The estimate of the convergence of the solution is obtained.

УДК 539.376

МЕХАНИКА

Ю. М. СЕВДИМАЛНОВ

УСТОЙЧИВОСТЬ НЕЛИНЕЙНОЙ АРКИ ПРИ ПОЛЗУЧЕСТИ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР И. И. Ибрагимовым)

Рассмотрим задачу об устойчивости пологой арки, изготовленной из нелинейно-упругого материала, нагруженной равномерно распределенным давлением q . В конструкциях подобного типа наблюдается потеря устойчивости типа «хлопка», что можно обнаружить в случае учета геометрической нелинейности.

Арка работает при ползучести и считается, что свойства материала арки можно описать соотношением теории упрочнения ($'$),

$$\dot{p} = p^{-\alpha} \sigma^n, \quad (1)$$

где p — деформация ползучести, σ — напряжение, n — показатель ползучести, α — показатель упрочнения.

Здесь и в дальнейшем точки над обозначениями будут означать дифференцирование по времени.

Возьмем арку, шарнирно опертую на двух концах, имеющую пролет L . Предполагается, что ось арки образована дугой синусоидой

$$W' = c_{00} h \sin(\pi z/L) \quad (2)$$

Здесь h — некоторый характерный поперечный размер, например, половина толщины арки, c_{00} — задаваемое начальное безразмерное несовершенство. Сечение арки берется прямоугольным с высотой $2h$ и шириной b (рис. 1).

Для решения задачи воспользуемся смешанным вариационным принципом, сформулированным в работе Сандерса, Мак-Ксмба и Шлехте [2], основанном на одно-временном варьировании скоростей ползучести и напряжения. Для нелинейных задач выражение функционала следующее:

$$K = \int_V \left[\sigma_{ij} \dot{e}_{ij} + \frac{1}{2} \sigma_{ij} \dot{u}_{k,i} u_{k,i} - \frac{1}{2} (\dot{e}_{ij}^n + 2 \dot{p}_{ij}) \dot{e}_{ij} \right] dv - \int_{\Sigma_u} \dot{T}_i (\dot{u}_i - \dot{u}_i^e) d\Sigma - \int_{\Sigma_T} \dot{T}_i^e \dot{u}_i d\Sigma, \quad (3)$$

где σ_{ij} — тензор напряжения, e_{ij} — тензор полной деформации, e_{ij}^n — тензор мгновенной деформации, p_{ij} — тензор деформации ползучести, u_i — перемещение, Σ_u — часть поверхности, на которой заданы перемещения u_i^e , Σ_T — часть поверхности, на которой заданы усилия T_i^e . Здесь

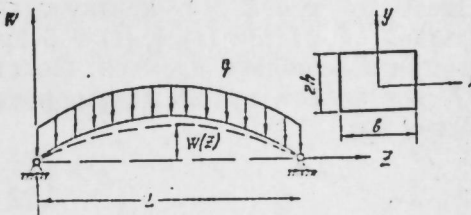


Рис. 1

для компонентов деформации необходимо брать точное выражение, а именно

$$e_{ij} = \frac{1}{2} (u_{i,j} + u_{j,i} + u_{k,i} u_{k,j}). \quad (4)$$

Обозначая через y расстояния от некоторой точки до оси арки, согласно закону плоских сечений имеем:

$$e = u_{,z} + \frac{1}{2} (w_{,z}^2 - w'_{,z}^2) - y (w_{,zz} - w'_{,zz}) \quad (5)$$

Закон деформирования берем в виде (3)

$$e^m = (\sigma/F) (1 + (\sigma/\sigma_T)^m), \quad (6)$$

где E — модуль упругости, σ_T — предел текучести, m — степень нелинейности.

С учетом формул (1), (2), (4), (5), (6) функционал (3) примет следующий вид:

$$K = b \int_{-h}^h \int_0^L \left[\dot{\sigma} (\dot{u}_{,z} + w_{,z} \ddot{w}_{,z} - y \dot{w}_{,zz}) + \frac{1}{2} \sigma \dot{w}_{,z}^2 - (\dot{\sigma}^2/2E) (1 + (m+1)(\sigma/\sigma_T)^m) - \dot{\sigma} p^{-2} \sigma^n \right] dy dz \quad (7)$$

Принимая во внимание формулу (2), естественно предполагать, что в процессе деформирования ось арки сохраняет синусоидальную форму, а также принимается синусоидальный закон распределения момента по длине арки. Распределение напряжений по толщине принимается линейным. Таким образом:

$$\begin{aligned} w &= hc(t) \sin(\pi z/L) \\ u &= 0 \\ \sigma &= \sigma_0 (\sigma_0 + \sigma_1 (h/2h) \sin(\pi z/L)) \end{aligned} \quad (8)$$

Здесь $\sigma_0 = \pi^2 h^2 E/3L^2$ — критическое Эйлера напряжение для балки длиной L , $c(t)$, $\sigma_0(t)$, $\sigma_1(t)$ — безразмерные параметры, являющиеся функциями только времени. Подставляя выражение (8) в функционал (7) и в первом приближении принимая, что деформация ползучести равна (4)

$$p = \left(\frac{\pi h}{2L} \right)^2 (c^2 - c_0^2),$$

интегрируем функционал.

Функционал варьируется по $\dot{c}(t)$, $\dot{\sigma}_0(t)$, $\dot{\sigma}_1(t)$, в результате чего получается система трех уравнений. Вводя безразмерные параметры

$$\eta = E/\sigma_T, \quad \lambda = h/L, \quad \tau = (\pi h/2L)^{-2\alpha} \sigma_0^{n-1} E t$$

и опуская выкладки, приведем окончательный вид системы уравнений, в котором дифференцирование ведется по безразмерному времени τ

$$\begin{aligned} \sigma_0 \dot{c} + c \dot{\sigma}_0 + (1/\sigma) \dot{\sigma}_1 &= 0 \\ 3c \dot{c} - \left(2 + \theta \left(2\sigma_0^m + \sum_{i=1}^{m/2} \omega_i^2 \sigma_1^{2i-1} \sigma_0^{m-2i+1} \right) \right) \dot{\sigma}_0 - \dot{\sigma}_1 \theta \sum_{i=1}^{m/2} \omega_i^2 \sigma_1^{2i-1} \sigma_0^{m-2i+1} - \\ - (c^2 - c_0^2)^{-\alpha} \left(2\sigma_0^n + \sum_{i=1}^{[n/2]} \mu_i^2 \sigma_1^{2i-1} \sigma_0^{n-2i+1} \right) &= 0 \end{aligned} \quad (9)$$

$$0,5 \dot{c} - \sigma_0 \dot{\theta} \sum_{i=1}^{m/2} \omega_i^2 \sigma_1^{2i-1} \sigma_0^{m-2i+1} - \left((1/12) + \theta \sum_{i=1}^{1+m/2} \omega_i^3 \sigma_1^{2i-2} \right) \quad (9)$$

$$\sigma_0^{m-2i+2} \left) \dot{\sigma}_1 - (1/6) \sigma_0^m \theta \dot{\sigma}_1 - (c^2 - c_0^2)^{-\alpha} \sum_{i=1}^{[n/2]} \mu_i^2 \sigma_1^{2i-1} \sigma_0^{n-2i+1} = 0$$

Далее

$$\theta = (m+1) (\pi^2/3)^m (\lambda^2 \eta)^m, \quad \omega_i^1 = \frac{m(m-1) \dots (m-2i+j)}{(2i-j+1)!} \frac{(0,5)^{2i-1}}{2i+1}$$

$$\frac{1.3 \dots (2i-1)}{2.4 \dots 2i}, \quad \mu_i^1 = \frac{n(n-1) \dots (n-2i+j)}{(2i-j+1)!}$$

$$\frac{(0,5)^{2i-1}}{2i+1} \cdot \frac{1.3 \dots (2i-1)}{2.4 \dots 2i}$$

Степень нелинейности материала арки m — четное число.

Начальные условия для системы уравнений (9) запишем следующим образом:

$$c(0) = c_0, \quad \sigma_0(0) = \sigma_{00}, \quad \sigma_1(0) = \sigma_{10}$$

Величины c_0 , σ_{00} , σ_{10} представляют собой значения соответствующих параметров немедленно после приложения нагрузки. Для определения искоемых величин естественно применять вариационный принцип Рейснера, задавшись тем же предположительным распределением напряжений и перемещений, что и при ползучести [1]. Решаемая нами задача является как физически, так и геометрически нелинейной, поэтому в вариационном уравнении

$$\delta J = 0$$

выражение функционала Рейснера J следующее:

$$J = \int_V \left[\frac{1}{2} u_{i,j} + u_{j,i} + u_{k,i} u_{k,j} \right] \sigma_{ij} - \bar{A} \Big] dv - \int_{\Sigma} T_i^c u_i^c d\Sigma. \quad (10)$$

Здесь $\bar{A}$ — дополнительная работа деформаций

$$\bar{A} = \int_0^{\sigma_{ij}} e_{ij}^M d\sigma_{ij}$$

Учитывая условие отсутствия продольных перемещений будем иметь:

$$\begin{aligned} J = b \int_{-h}^h \int_0^L \left\{ \sigma \left[\frac{1}{2} w_{0,t}^2 - \frac{1}{2} w'_{,z}^2 - y (w_{0,zz} - w'_{,zz}) \right] - (\sigma^2/2E) (1 + \right. \\ \left. + (2/(m+2)) (\sigma/\sigma_T)^m) \right\} dy dz + \int_0^L q W_0 dz \end{aligned} \quad (11)$$

Функционал варьируется по c_0 , σ_{00} , σ_{10} . Стационарность по этим искомым величинам приводит к следующей системе трех нелинейных алгебраических уравнений:

$$\begin{aligned} c_0 \sigma_{00} + (1/6) \sigma_{10} + \tau = 0 \\ c_0^2 - (4/3) \sigma_{00} - (2/3 (m+2)) \theta \left[\sum_{i=1}^{m/2} \Omega_i (m-2i+2) \sigma_{10}^{2i} \sigma_{00}^{m-2i+1} + \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + (m+2) \sigma_{00}^{m+1} - c_{00} = 0 \\
c_0 - (1/6) \sigma_{10} - (2/(m+2)) \theta \left[\sum_{i=1}^{m/2} 2i \Omega_i \sigma_{10}^{i-1} \sigma_{00}^{m-2i+2} + (m+2) \cdot \right. \\
& \left. \cdot \omega_1^3 + (m/2) \sigma_{10}^{m+1} \right] - c_{00} = 0
\end{aligned} \quad (12)$$

Здесь

$$\Omega_i = \begin{cases} \omega_i + \omega_i^2 + \omega_i^3 & i \geq 2 \\ \omega_i + \omega_i^2 + 0,5 & i = 1 \end{cases}$$

Здесь γ является параметром нагрузки и имеет следующее значение

$$\gamma = 4L^4 q / \pi^5 EJh,$$

где J — момент инерции сечения арки.

В качестве примера возьмем арку, у которой $c_{00} = 2$, $h/L = 0,01$.

Рассмотрение вопроса об устойчивости при ползучести имеет смысл,

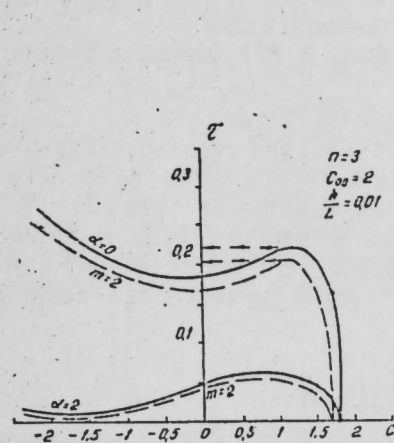


Рис. 2

когда действующая нагрузка меньше критической, и поэтому параметры нагрузки γ примем такими, чтобы потери устойчивости в результате упругой деформации не произошло.

Мгновенная деформация — нелинейно-упругая, и для реализации численного счета примем.

$m=2$ при $n=3$ и $\alpha=0; 1; 2$.

На рис. 2 даны зависимости времени от прогиба при разных степенях упрочнений и видна сильная зависимость процесса деформирования арки от величины α . Там же приводятся зависимости времени от прогиба при отсутствии нелинейного члена в выражении мгновенной деформации.

Расхождение между этими двумя линиями становится больше, когда материал арки работает в неустойчивой ползучести.

На рис. 3 даны зависимости критического времени от параметров нагрузки.

Литература

1. Работнов Ю. Н. Ползучесть элементов конструкций, 752. Наука, М 1966.
2. Sanders J. L., McComb H. G., Schlechte F. R. A Variational Theorem of Creep with Applications to Plates and Columns. Naca Rept. № 1342, 1957.

3. Кошелкин В. В. Устойчивость арки при ползучести. Научные труды № 23 НИИ механики. 26—29. МГУ, 1973. 4. Амензаде Р. Ю. Выпучивание кольца, изготовленного из нелинейно-упругого материала. ДАН Азерб. ССР, № 8. 1970.

Сумг. ВТУЗ

Поступило 12. V 1981

Ю. М. Севдималиев

ГЕЈРИ-ХЭТТИ ТАҒЫН СУРҮНЧӘКЛИК ДЕФОРМАСИЈАСЫ ДАХИЛИНДӘ ДАЈАНЫГЛЫҒЫ

Мәғаләдә мүнтәзәм пайланмыш јүкүн тәсири алтында олан симусондал тағын габармасы мәсәдәсинә бахылып.

Ани деформасија гејри-хәтти гәбул олунур вә гарышыг вариасија принципи тәтбиг едилир.

Ани гејри-хәтти деформасијанын нәзәрә алынмасынын габарманын критик мүддәтинә тәсири мүәјјән олунмушдур.

Yu. M. Sevdimaliev

THE STABILITY OF A CURVED BEAM UNDER CREEPING

The buckling process for a curved beam under lateral loading is investigated. It is supposed that the curved beam functions under conditions of unstable creep. The instant deformation is assumed to be a nonlinear one.

The problem is solved by a variational theorem for creep postulated by Sanders, McComb and Schlechte. This principle is based on the simultaneous variation of creep and stress rates.

The critical time of curved beam creep is determined and the relationship of critical time of creep on strain hardening of curved beam material is established.

It is shown that registration of nonlinear-elastic deformation causes the critical time of creep to be decreased.

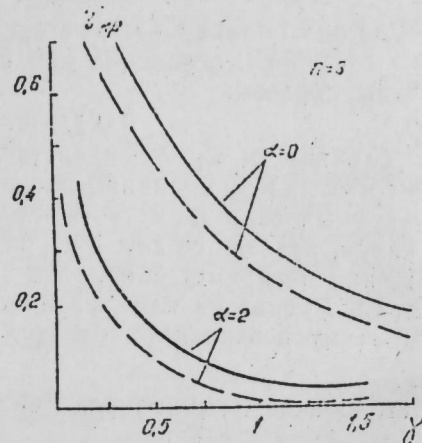


Рис. 3

УДК 621.315.592

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Акад. М. И. АЛИЕВ, А. З. ДАНБОВ, Н. Г. ОГАНОВА

ТЕРМОМАГНИТНЫЕ ЭФФЕКТЫ В ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНКАХ n-JnSb

Изучение термоэдс и термомагнитных эффектов в пленочных образцах помимо информации об особенностях механизмов рассеяния носителей заряда в них [1, 2] позволяет получить дополнительные сведения, связанные со спецификой проявления измеряемых эффектов в эпитаксиальных пленках, обусловленной возможностью возникновения в них размерных эффектов, а также наличием вихревых токов [3], обусловленных неоднородностью структуры.

Насколько нам известно, измерений термомагнитных эффектов в эпитаксиальных пленках антимонида индия не проводилось. Широкое применение их для изготовления различных полупроводниковых приборов, в частности, гальваномагнитных преобразователей обуславливает необходимость исследования таких структур.

Эпитаксиальные пленки n-JnSb получены напылением в вакууме на подложку полуизолирующего арсенида галлия. Измерения проводились на образцах со следующими параметрами: концентрация $n = (1,3 \div 2,9) \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$, толщина $d = 7 \div 14 \text{ мкм}$, холловская подвижность $\mu_x = (2,85 \div 1,89) \frac{\text{м}^2}{\text{В} \cdot \text{с}}$.

На рис. 1—3 представлены зависимости поперечного (Q^+), продольного (Q^-) эффектов Нернста—Эттингсгаузена (далее НЭ) и термоэдс (α) от температуры для интервала 100—350 К. На этих же рисунках даны для сравнения указанные зависимости для объемных образцов антимонида индия, взятые из работ [4—6] с близкими значениями концентраций носителей заряда.

Температурные зависимости Q^+ говорят о существенной разнице в значениях измеряемого эффекта в исследуемых пленках и массивных образцах. С ростом температуры наблюдается значительное увеличение абсолютного значения Q^+ в пленках и инверсия знака исследуемого эффекта сдвигается в область более высоких температур.

Продольный эффект НЭ также меняет характер температурной зависимости в пленках и принимает значения в основном, по абсолютной величине меньшие, чем в соответствующих массивных образцах. Значения термоэдс в пленках, как видно из рис. 3, превышают или сравнимы с таковыми для объемных образцов с близкой концентрацией носителей заряда.

Влиянием размерного эффекта на длине свободного пробега объяснить полученные результаты не удастся, так как вклад его в данном случае, согласно сделанным оценкам на основании работы [7], незначителен.

Как известно [8], методы получения эпитаксиальных структур оказывают существенное влияние на величины измеряемых в них кинетических эффектов. Условия роста эпитаксиальных пленок обуславливают наличие переходного слоя между пленкой и подложкой,

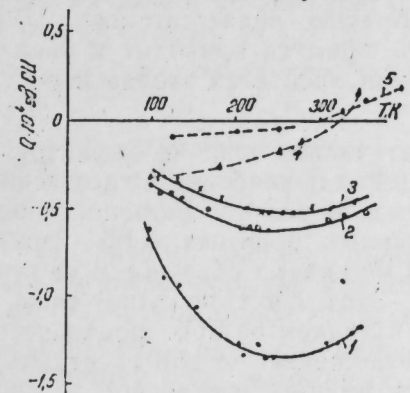


Рис. 1. Зависимость поперечного эффекта Нернста—Эттингсгаузена от температуры. Сплошные кр.—1—3—экспериментальные данные соответственно для: обр. № 1— $n = 1,35 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$, $d = 7 \text{ мкм}$; обр. № 2— $n = 2,7 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$, $d = 9,2 \text{ мкм}$; обр. № 3— $n = 2,78 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$, $d = 14 \text{ мкм}$. Пунктирные кр. 4 и 5—данные из работ [4, 5] для $n = 1,1 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ и $n = 2 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$.

возможно неоднородное распределение примесей по толщине и наличие обогащенных или обедненных носителями заряда слоев вблизи поверхности пленок.

Оценка влияния неоднородности распределения концентрации и подвижности носителей заряда по толщине пленки, в нашем случае,

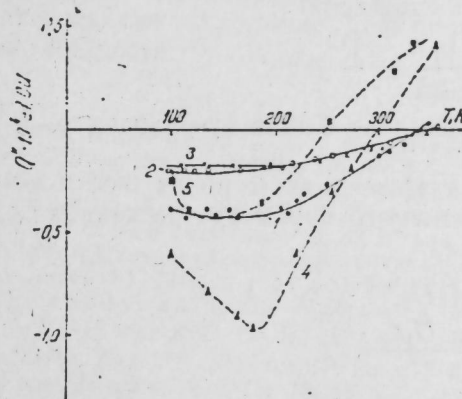


Рис. 2. Зависимость продольного эффекта Нернста—Эттингсгаузена от температуры. Сплошные кр.—4 и 5—данные из работ [4, 6] соответственно для $n = 1,1 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ и $n = 3 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$.

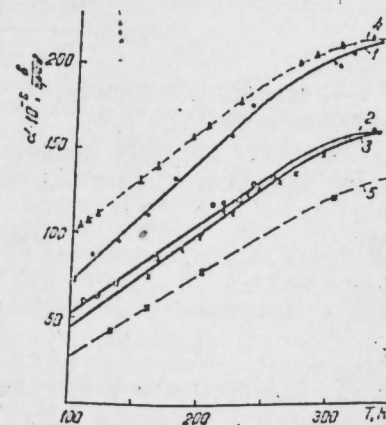


Рис. 3. Зависимость термоэдс от температуры. Обозначения те же.

затруднена, ввиду того, что теория возникновения вихревых токов в таких структурах развита для невырожденных полупроводников и экспоненциального распределения концентрации по толщине пленки. Однако согласно работе [9] известно, что градиент концентрации по толщине неоднородной части образца, определяемый зависимостью $n \sim \exp(z/L)$, (где L —характерная длина неоднородности, в частности, для приповерхностных обогащенных или обедненных носителями слоев L —длина экранирования Дебая) дает некоторый вклад, который, суммируясь со значением Q^+ для однородной части образца,

может привести к увеличению абсолютной величины измеряемого эффекта.

Помимо этого фактора на величины термомагнитных эффектов в исследованных образцах, возможно, оказывает влияние компенсация легирующей примеси, (легирующей примесью является олово) [10]. Как известно, компенсация легирующей примеси приводит к увеличению роли ионного механизма рассеяния носителей заряда и росту абсолютной величины $Q^{\perp}$ [11].

К изменению величины $Q^{\perp}$ приводит также наличие дефектов в пленочных структурах [2], что, на наш взгляд, наиболее существенно сказывается на величине термомагнитных эффектов. Величина подвижности носителей заряда в исследованных образцах в 1,5–2 раза меньше соответствующих подвижностей массивных образцов и ее температурная зависимость более слабая. Этот факт по отношению к пленочным образцам обычно объясняют наличием разного рода дефектов в пленках. В данном случае, по отношению к эпитаксиальным пленкам n -JnSb, дислокации возникают, видимо, в основном за счет несоответствия периодов кристаллических решеток пленки и подложки.

Наличие дефектов (дислокаций, примесей, вакансий и т. д.) в образцах приводит к появлению дополнительных механизмов рассеяния носителей заряда в них и к изменению величины эффективного параметра рассеяния. Эффективный параметр рассеяния для кейновской модели зоны проводимости был нами приближенно рассчитан по формуле, справедливой при сильном вырождении:

$$r_{\text{эф}} = \frac{3}{2} \frac{n^{\perp} \sigma |R|}{\alpha - n^{\perp} \sigma |R|} + \frac{1}{2} + \tau,$$

где σ — электропроводность, R — коэффициент Холла, τ — параметр непараболичности [2].

Используя систему уравнений для эффективной подвижности носителей заряда в пленке $U_{\text{эф}}$ и эффективного параметра рассеяния $r_{\text{эф}}$

$$U_{\text{эф}} = \frac{U U_2}{U_1 + U_2},$$

$$r_{\text{эф}} = \frac{U_2 r_1 + U_1 r_2}{U_1 + U_2},$$

где U_1 — подвижность и r_1 — эффективный параметр рассеяния носителей заряда в однородном массивном образце при данной концентрации и температуре, можно вычислить параметр рассеяния r_2 и парциальную подвижность U_2 дополнительного механизма, обусловленного рассеянием носителей заряда на дефектах. Параметр рассеяния r_2 для массивных кристаллов антимонида индия с близкими концентрациями носителей заряда равнялся $\approx 1,2$ при 100 К [4]. Согласно нашим расчетам, величины $r_{\text{эф}}$ для исследованных образцов равнялись ≈ 2 , а параметр рассеяния достигает значения 2,6. Для образца № 3 данные представлены в таблице.

Вычисленные нами значения U_2 для образца № 3 меняются с температурой незначительно. С уменьшением концентрации носителей заряда в образце наблюдается более заметный рост U_2 с температурой, что, видимо, объясняется частично примесной природой рассеивающихся центров. Известно, что ионы примеси концентрируются в

области дислокаций [12], образуя при этом дополнительные рассеивающие центры. Для значений продольного эффекта НЭ, пропорционального квадрату подвижности большую роль играет величина подвижности пленок и ее температурный ход, что и определяет полученные нами результаты.

Т, К	$r_{\text{эф}}$	r_2	$U_{\text{эф}} \left(\frac{\text{м}^2}{\text{в.с}} \right)$	$U_2 \left(\frac{\text{м}^2}{\text{в.с}} \right)$
100	1,9	2,6	2,00	3,80
200	1,7	2,2	1,93	3,92

Появление дополнительного механизма рассеяния носителей заряда согласно формуле для термоэдс вырожденных полупроводников с нестандартной зоной проводимости сказывается и на величине термоэдс пленок, однако в меньшей степени, чем на $Q^{\perp}$. Помимо этого на величину α исследованных образцов оказывают влияние все перечисленные факторы. Этим, видимо, и объясняется не вполне определенный характер изменений значений термоэдс пленок стносительно термоэдс массивных образцов (рис. 3).

Таким образом, на основании проведенных исследований можно заключить, что возможной причиной аномалий в поведении термомагнитных эффектов в эпитаксиальных пленках антимонида индия является как неоднородное распределение концентрации по толщине пленки, так и наличие дефектов в структуре, обусловленных условиями роста.

Литература

1. Недеогло Д. Д. В сб.: „Полупроводниковые материалы и их применение“. Изд. „Штинца“. Кишинев, 102, 1976.
2. Гудкин Т. С., Драбкин И. А., Кайданов В. И., Стерлякина С. Г. ФТП, 8, 11, 2233, 1974.
3. Кравченко А. Ф., Кригер Э. Д., Морозов Б. В., Половинкин В. Г., Скок Э. М. ФТП, 8, 10, 1923, 1974.
4. Емельяненко О. В., Молодян И. П., Овсяк З. Ш., Сидоров В. Г. В сб.: „Полупроводниковые соединения и их твердые растворы“. Изд. „Штинца“, Кишинев, 81, 1970.
5. Наследов Д. Н., Филиппченко А. С. ФТТ, 1, 2, 221, 1967.
6. Кесаманлы Ф. П., Мальцев Ю. В., Наследов Д. Н., Уханов Ю. И., Филиппченко А. С. В сб.: „Физические свойства полупроводников $A^{III}B^V$ и $A^{III}B^{VI}$ “. Изд. АН Азерб. ССР, Баку, 218, 1967.
7. Аскеров Б. М., Кулиев Б. И., Фигарова С. Р. ФТП, 13, 11, 2233, 1979.
8. Кравченко А. Ф., Митин В. В., Скок Э. М. Явления переноса в тонких пленках полупроводников, „Наука“. Новосибирск, 1979.
9. Полников В. Г., Колomoец Н. В., Лидоренко Н. С. ФТП, 8, 7, 1370, 1974.
10. Ивлева В. С., Кеворков М. И., Митрофанова Р. С., Попков А. Н., Селянина В. И. ФТП, 12, 3, 534, 1978.
11. Клотыньш Э. Э., Сидоров В. Г. Изв. АН Латвийской ССР, серия физ.-техн. наук, № 4, 50, 1970.
12. Харт Дж., Лоте И. Теория дислокаций. Атомиздат. М., 1972.

Институт физики

Поступило 13. IV 1981

М. И. Элиев, А. З. Данбов, И. Г. Оганова

n -JnSb ЭПИТАКСИАЛ ТЭБЭГЭЛЭРИНДЭ ТЕРМОМАГНИТ ЭФФЕКТЛЭРИ

Галынлыгы $d = 7 \div 14$ мкм, јукдашыјычыларынын концентрасијасы $(1,3 \div 2,9) \times 10^{23} \text{ м}^{-3}$ олан n -JnSb эпитаксиал тэбэгэлэриндэ енинэ $Q^{\perp}$ вэ узунуна $Q^{\parallel}$ Нернст-Эттингсхаузен эффектлэри тэдгиг олунмушдур. $Q^{\perp}$ вэ $Q^{\parallel}$ гијмэтлэринин јукдашыјычыларынын концентрасијасы ејин олан массив нүмунэдэки гијмэтиндэн фэргинин мүмкүн олан сэбэблэри арашдырылып.

THERMOMAGNETIC EFFECTS IN THE EPITAXIAL n -InSb FILMS

The transversal $Q^{\perp}$ and longitudinal $Q^{\parallel}$ Nernst—Ettingshausen effects have been investigated on the epitaxial n -InSb films with the concentration of charge carriers $(1 \div 3) \cdot 10^{23} \text{ m}^{-3}$ and thickness $d = 7 \div 14 \text{ } \mu\text{m}$. The possible reasons of the deviation of the values $Q^{\perp}$, $Q^{\parallel}$ from corresponding values for the massive samples with the same concentration are discussed.

УДК 621.315

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

М. А. МЕХТИЕВ

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ТАММОВСКИЕ СОСТОЯНИЯ НА ГРАНИЦЕ
ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ТИПА $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ ВАКУУМОМ
В КВАНТУЮЩЕМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ,
ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОМ К ГРАНИЦЕ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Г. Б. Абдуллаевым)

Проблема поверхностных состояний для бесщелевых полупроводников типа HgTe впервые была рассмотрена нами в [1]. В этой работе было показано, что несмотря на отсутствие энергетической щели между зоной проводимости и валентной зоной на границе указанных материалов с вакуумом возникают стационарные поверхностные состояния с эффективной массой m_s , значительно превышающей эффективную массу объемных электронов m_e . В качестве зонного спектра кристалла в этой работе был использован спектр Кейна [2] в параболическом приближении. Согласно этому приближению, зона легких дырок находится под зоной тяжелых дырок и зоны проводимости на расстоянии ϵ_g значительно большем интересующей нас энергии поверхностных состояний. Вследствие этого в расчете мы пренебрегли малым $\left(\sqrt{\frac{E}{\epsilon_g}}\right)$ смешиванием в волновых функциях зоны проводимости волновых функций зоны легких дырок. Недавно аналогичный результат был получен в работе [3], где рассматривался гамилтониан Латтинжера. В другой работе [4], для выяснения роли непараболичности спектра объемных состояний на формирование поверхностных состояний, мы исходили из полного спектра Кейна [2]. Результат этой работы оказался существенно отличным от результата [1]. Так, например, согласно [1], для HgTe m_s должен быть порядка $2m_e$, а из [4] следует, что m_s отличается от m_e на величину порядка $\frac{m_e^2}{m_p} \ll m_e$. Таким образом, мы видим, что учет смешивания волновых функций зоны проводимости и зоны легких дырок существенно влияет на спектр поверхностных состояний в основном отщепляющихся от зоны проводимости.

Настоящее сообщение посвящено исследованию влияния квантующего магнитного поля, направленного перпендикулярно к границе, на спектр поверхностных состояний. При таком направлении магнитного поля ($H \parallel z$) для решения поставленной задачи пригоден метод, использованный в работе [1]. Согласно этому методу, поверхностные состояния должны определяться из уравнения

$$\int (G_E^I(\vec{r}, 0; \vec{r}', 0) + G_E^{II}(\vec{r}, 0; \vec{r}', 0)) \Psi_E(\vec{r}', 0) d\vec{r}' = 0, \quad (1)$$

где $\Psi'_E(\vec{r}, 0)$ — производная от волновой функции поверхностного состояния по координате z на плоскости границы ($z = 0$). $G_E^I(\vec{r}, \vec{r}')$, $G_E^{II}(\vec{r}, \vec{r}')$ — соответственно одночастичные запаздывающие функции Грина электрона в кристалле и в вакууме при наличии квантующего магнитного поля H , направленного вдоль оси z .

Ограничиваясь рассмотрением поверхностных состояний, энергии которых расположены в области уровня Ферми ϵ_F твердого раствора $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$, мы можем упростить уравнение (1), пренебрегая вкладом в него от функции Грина свободного пространства G_E^{II} и от зон твердого раствора, далеко отстоящих от ϵ_F . Основанием для этого является то, что энергетические уровни электрона в вакууме расположены выше ϵ_F на величину порядка работы выхода электрона ϕ из $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$, составляющего несколько эв. Вследствие этого приходим к уравнению

$$\int G_E^I(\vec{r}, 0; \vec{r}', 0) \Psi'_E(\vec{r}', 0) d\vec{r}' = 0 \quad (2)$$

Отметим, что здесь в $G_E^I(\vec{r}, 0; \vec{r}', 0)$ необходимо учитывать вклады только от зон, расположенных вблизи уровня ϵ_F . В твердом растворе типа $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ таких зон три: зона проводимости, зона тяжелых и легких дырок. Волновые функции и энергии, соответствующие этим зонам, в квантующем магнитном поле изучены в [5]. Их можно представить в следующем виде:

$$\psi_\nu(\vec{r}) = \sum_{i=1}^6 e^{ik_z z + ik_y y} a_i^\nu(x) u_i(\vec{r}), \quad (3)$$

где ν — обозначает совокупность квантовых чисел: номера зоны n , квазиимпульсов k_z , k_y , номера уровня Ландау N , дискретного индекса σ_n , принимающего два значения. $U_i(\vec{r})$ — известные бловские амплитуды [2], $a_i^\nu(x)$ — осцилляторные функции с некоторыми коэффициентами, зависящими от k_z , N , H .

Функция Грина $G_E^I(\vec{r}, \vec{r}')$ выражается через функции $\psi_\nu(r)$:

$$G_E^I(\vec{r}, \vec{r}') = \sum_{\nu} \frac{\psi_\nu(r) \psi_\nu^*(r')}{\epsilon_\nu - E - i\delta} \quad (4)$$

Исходя из вида объемных решений (3), можно показать, что $\psi_E(\vec{r}, 0)$ представляется в виде

$$\psi'_E(\vec{r}, 0) = e^{iqy} A_q(x) \varphi_q(\vec{r}), \quad (5)$$

где $\varphi_q(\vec{r})$ — периодическая функция вдоль границы с периодом идеальной решетки, q — квазиимпульс поверхностного состояния вдоль оси y , $A_q(x)$ — функция, зависящая от координаты x .

Подставляя (3), (4), (5) в (2), производя интегрирования по $\vec{r}'$, легко показать, что уравнение (2) преобразуется в следующее

$$\sum_{i,j=1}^6 \sum_{N,N'=0}^{\infty} U_i(\vec{r}, 0) \Phi_N(x) D_{NN'}^{ij} \varphi_q^j A_q^{N'} = 0, \quad (6)$$

где

$$\varphi_q^j = \int_{\Omega_0} U_j(\vec{r}, 0) \varphi_q(\vec{r}) d\vec{r}$$

$$A_q^N = \int_{-\infty}^{\infty} \Phi_N(x) A_q(x) dx$$

Ω_0 — элементарная ячейка на плоскости $z = 0$, $\Phi_N(x)$ — осцилляторная функция с номером N . Из-за линейной независимости функций $U_i(\vec{r}, 0) \Phi_N(x)$ их коэффициенты в (6) должны обращаться в нуль. Отсюда мы приходим к следующей системе уравнений относительно величин $\varphi_q^j A_q^N$

$$\sum_{N'} D_{NN'}^{ij} \varphi_q^j A_q^{N'} = 0 \quad \begin{pmatrix} i, j = 1 \div 6 \\ N, N' = 0 \div \infty \end{pmatrix} \quad (8)$$

Явный вид матричных элементов $D_{NN'}^{ij}$ показывает, что матрица системы (8) квазидигональна. В результате, для каждого значения N мы получаем две системы с тремя уравнениями в каждой. Первая система уравнений относительно величин: $x_1 = \varphi_q^1 A_q^N$, $x_2 = \varphi_q^3 A_q^{N+1}$, $x_3 = \varphi_q^5 A_q^{N-1}$ выглядит следующим образом

$$\sum_{j=1}^3 a_{ij} x_j = 0 \quad (i = 1 \div 3), \quad (9)$$

где матричные элементы a_{ij} зависят от N и магнитного поля H .

Из условия нетривиальности решения этой системы мы получаем уравнение, определяющее энергию поверхностных состояний

$$\sqrt{\frac{4N-3}{2R^2} = \frac{E(E+\epsilon)}{\frac{2}{3}P^2} \left(\frac{3}{2} \frac{N}{R^2} + \frac{2m_p E}{h^2} \right) = \frac{3}{2} \frac{(N-1)}{R^2} \sqrt{\frac{2N}{k^2} + \frac{2m_p E}{h^2}}}, \quad (10)$$

где $R = \frac{hc}{eH}$, P — параметр Кейна, m_p — эффективная масса тяжелых дырок, h — постоянная Планка. Заметим, что при получении (10), мы пренебрегли отношением $\frac{h^2}{Em_p R^2} = \frac{h\omega_p}{E}$.

В квазиклассическом приближении, т. е. при $N \gg 1$, уравнение (10) переходит в соответствующее уравнение работы [1], если $\frac{2N}{R^2}$ заменить на q^2 . А при малых значениях N , когда $\dot{E} \gg N h \omega_p$ (10), можно переписать в виде

$$E(E+\epsilon) = \frac{2}{3} P^2 \left(\frac{4N-3}{2R^2} - \frac{9}{8} \frac{(N-1)^2 h^2}{R^4 Em_p} \right) \quad (11)$$

Отсюда, в параболическом приближении ($E \ll \epsilon$), получаем, что

* Здесь и далее h — постоянная Планка, деленная на 2π .

поверхностные состояния должны иметь следующий спектр

$$E_s^{(1)} = \frac{\hbar^2}{2m_p} \left(\frac{4N-3}{2R^2} \right) \left(1 - \frac{9(N-1)^2}{(4N-3)^2} \frac{m_e}{m_p} \right) \quad (12)$$

Из этого выражения следует, что эффективная масса поверхностных состояний для малых N оказывается зависящей от N и только при $N > 5$ приближается к постоянной величине $\frac{m_e}{(1 - \frac{9}{16} \frac{m_e}{m_p})}$, определенной в [1].

В сильно непараболическом пределе ($E \gg \epsilon_g$) из (11) получаем

$$E_s^{(1)} = \sqrt{\frac{2}{3}} P \left(\frac{4N-3}{2R^2} \right)^{\frac{1}{2}} - \frac{9}{8} \hbar \omega_p \frac{(N-1)^2}{(4N-3)} \quad (13)$$

Заметим, что первые члены в (12) и (13) соответствуют энергии объемного состояния с квантовым числом $N-1$ и квазипульсом κ_z , равным нулю. Из-за этого заключаем, что для возникновения стационарных поверхностных состояний необходимо, чтобы масса тяжелых дырок m_p была конечной величиной, в соответствии с результатом [1]. Кроме этого отметим, что в магнитном поле поверхностные состояния возникают только для $N \geq 2$.

Рассмотрим теперь вторую систему уравнений относительно величин $y_1 = \varphi_q^2 A_q^N$, $y_2 = \varphi_q^6 A_q^{N-1}$, $y_3 = \varphi_q^4 A_q^{N+1}$.

$$\sum_{j=1}^3 \tilde{a}_{ij} y_j = 0 \quad (i = 1 \div 3) \quad (14)$$

Из условия нетривильности решения этой системы, при том же предположении относительно E ($E \gg \hbar \omega_p$), получаем уравнение для энергии поверхностных состояний

$$\sqrt{\frac{4N+7}{2R^2} - \frac{E(E+\epsilon_g)}{\frac{2}{3}P^2}} \left(\frac{3N}{2R^2} + \frac{2m_p E}{\hbar^2} \right) = \frac{3(N+2)}{2\hbar^2} \sqrt{\frac{2N}{R^2} + \frac{2m_p E}{\hbar^2}} \quad (15)$$

Однако, теперь для стационарности найденных решений требуется выполнение еще условия

$$\frac{4N+1}{2R^2} > \frac{E(E+\epsilon_g)}{\frac{2}{3}P^2} \quad (16)$$

Заметим, что уравнение (15), так же, как и (10) в квазиклассическом пределе ($N \gg 1$) переходит в соответствующее уравнение работы [1]. Из (15) с учетом (16), получаем, что спектр поверхностных состояний в параболическом ($E_s \ll \epsilon_g$) и сильно непараболическом ($E_s \gg \epsilon_g$) пределе должен иметь вид

$$E_s^{(2)} = \frac{\hbar^2}{2m_p} \left(\frac{4N+7}{2R^2} \right) \left(1 - \frac{9(N+2)^2}{(4N+7)^2} \frac{m_e}{m_p} \right); \quad N \geq \frac{8}{3} \frac{m_p}{m_e} \quad (17)$$

$$E_s^{(2)} = \sqrt{\frac{2}{3}} P \left(\frac{4N+7}{2R^2} \right)^{\frac{1}{2}} - \frac{9}{8} \hbar \omega_p \frac{(N+2)}{(4N+7)}; \quad N \geq \frac{8}{3} \frac{m_p}{m_e} \quad (18)$$

Заметим, что эти поверхностные состояния при малых N ($N < \frac{8}{3} \frac{m_p}{m_e}$) становятся квазистационарными. Здесь мы, однако, не будем заниматься определением их времени жизни.

В заключение отметим, что если бы мы в качестве параболического приближения ($\epsilon_g \gg E_s$) с самого начала пренебрегали бы вкладом смешивания волновых функций зоны легких дырок в волновые функции зоны проводимости, то получили бы совершенно другой результат. А именно, в этом случае даже при $m_p = \infty$ возникали бы поверхностные состояния со следующими спектрами

$$E_s^{(1)} = \frac{\hbar^2}{2m_p} \left(\frac{2N}{R^2} \right) \left(1 - \frac{1}{4} \sqrt{1 + \frac{9}{N^2}} \right) \quad N \neq 0$$

$$E_s^{(2)} = \frac{\hbar^2}{2m_p} \left(\frac{2(N+1)}{R^2} \right) \left(1 - \frac{1}{4} \sqrt{1 + \frac{9}{(N+1)^2}} \right) \quad (19)$$

Из этих выражений следует, что в квазиклассическом приближении $N \gg 1$ и при $m_p = \infty$ эффективная масса поверхностных состояний будет в $\frac{4}{3}$ раза больше эффективной массы объемных электронов ($m_s = \frac{4}{3} m_e$) [1, 3].

Выражаю глубокую благодарность Ю. М. Сеидову, Ф. М. Гашимадзе, Э. Ю. Салаеву, З. З. Махмудову и другим участникам теоретического семинара ИФ Академии наук Азерб. ССР за советы и обсуждение работы.

Литература

1. Мехтиев М. А. ДАН Азерб. ССР, XXXIII, № 4, 19, 1977. 2. Кане Е. J. Phys. Chem. Sol., 1, 249, 1957. 3. Дьяконов М. И., Хаецкий А. В. Письма в ЖЭТФ 33, вып. 2, 115, 1981. 4. Mekhtiev M. A. Solid. State. Comm., 22, 433, 1977. 5. Yafet Y. Phys. Rev., 115, 1172, 1959.

Институт физики

Поступило 27. V 1981

М. А. Мехдијев

Н_{g1-x}С_dТ_e БЭРК МЭЪЛУЛЛАРЫ ИЛЭ ВАКУУМ СЭРЪЭДДИНЭ
ПЕРПЕНДИКУЛЈАР КВАНТЛАЈЫЧЫ МАГНИТ САЪЭСИНДЭ
ЈАРАНАН ТАММ СЭТЪ ЫЛЛАРЫ

Мәгәләдә Тамм сәтһ һалларына сәтһә перпендикулјар квантлајычы магнит саһәсини тәсир тәдқиғ едилір. Онларын енерјисини вә эффектив күтләрини магнит саһәсиндән вә Ландау әдәдиндән асылылығы алынмышдыр.

М. А. Mekhtiyev

SURFACE TAMM STATES ON SOLID SOLUTIONS BOUNDARY
OF TYPE WITH VACUUM IN QUANTIZED MAGNETIC FIELD
DIRECTED PERPENDICULAR TO THE BOUNDARY

The spectrum of surface Tamm states in quantized magnetic field is investigated in the article. Dependence of energy and effective mass on the magnetic field is obtained.

Чл.-корр. АН Азерб ССР Э. Ю. САЛАЕВ, К. Р. АЛЛАХВЕРДИЕВ,
Ш. Г. ГАСЫМОВ, Т. Г. МАМЕДОВ, М. А. НИЗАМЕТДИНОВА

ВЛИЯНИЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ НА КИНЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕЛЕНИДА ТАЛЛИЯ

Кинетические свойства селенида таллия, полупроводникового соединения группы A^3B^6 с цепочечным типом структуры кристаллической решетки [1], изучены в широкой области температур при атмосферном (нулевом) давлении в работах [2—5]. Зависимости удельного сопротивления (ρ) TlSe при комнатной температуре в интервале давлений от нуля до 2,5 кбар и константы Холла (k) до 0,3 кбар приведены в [5].

Целью настоящей работы явилось экспериментальное изучение зависимостей удельного сопротивления, подвижности носителей тока (μ) и константы Холла кристалла TlSe от давления в интервале давлений 0—10 кбар.

Измерения проведены в камере высокого давления из берилловой бронзы, изготовленной в ИФВД АН СССР. В качестве среды для передачи давления использовалась смесь обезвоженных трансформаторного масла и керосина (1:1), выбор которой определялся тем, что она не вызывала необратимых изменений в кристалле при измерениях под давлением. В используемой нами камере можно было создавать гидростатическое давление по меньшей мере до 11 кбар. Давление измерялось с помощью манганинового манометра с точностью до 1%. Измерения проведены с шагом по давлению 0,4÷0,6 кбар. Соблюдалась выдержка по давлению после установления следующего давления не менее 5 ч. При некоторых давлениях измерения повторялись после выдержки кристалла под давлением в течение суток и более, что гарантировало проведение экспериментов в равновесных условиях. Все измерения проведены при комнатной температуре с помощью компенсационной методики на постоянном токе. Омичность контактов контролировалась снятием вольтамперных характеристик в области давлений 0—10 кбар. Контакты получались нанесением индия на свежеосколотые поверхности образцов, имеющих форму прямоугольного параллелепипеда размерами $0,7 \times 1,4 \times 7,6$ мм³. Во всех случаях направление тока и магнитного поля было соответственно параллельно и перпендикулярно кристаллографической оси z . Измерения проведены на кристаллах, выращенных методом Бриджмена и горизонтальной зонной плавки. В настоящей работе физические величины, имеющие индекс „р“ измерены при давлении P , в то время как индекс „0“ относится к значениям, измеренным при атмосферном давлении. Все образцы обладали дырочной проводимостью.

На рис. 1 приведены барические зависимости удельного сопротивления трех кристаллов селенида таллия, взятых из различных мест вдоль выращенного слитка.

Видно, что характерным для трех образцов является уменьшение удельного сопротивления с ростом давления до 10 кбар в среднем в 1,6 раз. Следует отметить, что значения ρ , измеренные на прямом (увеличение давления от 0 до 10 кбар; результаты обозначены темными кружочками на рис. 1) и обратном ходе (уменьшение давления от 10 кбар до 0; результаты обозначены крестиками на рис. 1) совпадают. Относительные изменения постоянной Холла R_p/R_0 , концентрации носителей тока P_p/P_0 , удельного сопротивления ρ_p/ρ_0 и подвижности

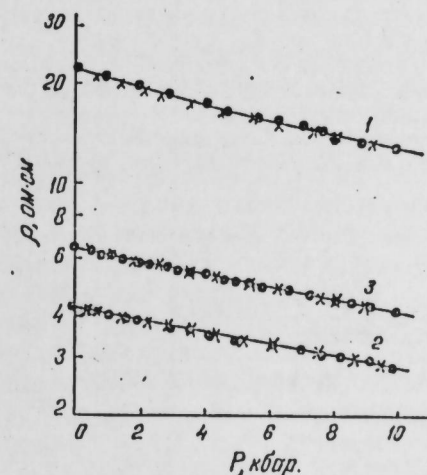


Рис. 1. Зависимость удельного сопротивления ρ кристалла TlSe от давления при комнатной температуре для трех образцов с концентрацией носителей тока (при $T=300$ К). 1— $1 \cdot 10^{16}$ см⁻³; 2— $7,4 \cdot 10^{16}$ см⁻³; 3— $3 \cdot 10^{16}$ см⁻³.

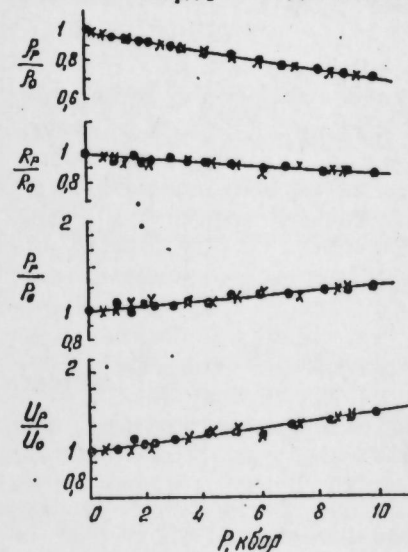


Рис. 2. Зависимости приведенных величин кинетических параметров кристалла TlSe (обр. № 2) от давления, снятые при $T=300$ К: удельного сопротивления ρ_p/ρ_0 ; подвижности носителей тока μ_p/μ_0 , и коэффициента Холла R_p/R_0 концентрации носителей тока P_p/P_0

дырок μ_p/μ_0 от давления для образца № 2, имеющего следующие значения кинетических параметров: $\rho_0 = 4,2$ ом·см; $P_0 = 7,4 \cdot 10^{16}$ см⁻³; $U_0 = 20,27$ см²/в. сек; $R_0 = 84,46$ см³/кул, представлены на рис. 2. Наклон зависимостей рис. 2 является характерным для трех образцов, измеренных в настоящей работе.

Анализ барических зависимостей кинетических коэффициентов проведен нами в предположении того, что рост электропроводности кристалла TlSe с увеличением давления вызван перебросом носителей из валентной зоны на акцепторные центры (механизм примесной проводимости). В пользу этого предположения говорят исследования, проведенные автором работы [6]. В [6] показано, что в процессе роста в кристаллах TlSe создаются неустойчивые акцепторные центры с концентрацией около 10^{18} см⁻³, возникающие вследствие термических напряжений. Используя формулу (7,4) из работы [7]

$$P_p = P_0 e^{\epsilon/kT},$$

где P_0 и P_p — соответственно концентрации дырок при атмосферном давлении и давлении P , можно определить барический коэффициент химического потенциала ξ . Определенная из зависимостей P_p/P_0 (рис. 2) в области давлений 0–10 кбар величина $d\xi/dP$ для кристалла TlSe оказалась равной $+4.1 \cdot 10^{-7}$ эв бар $^{-1}$.

В заключение отметим, что определенное нами значение барического коэффициента химического потенциала согласуется со значением $+3.9 \cdot 10^{-7}$ эв бар $^{-1}$, приведенным в работе [5].

Авторы благодарны А. М. Широкову за предоставление камеры высокого давления и ценные советы при проведении эксперимента.

Литература

1. Ketelaar J. A., t' Hart W. H., Moerel M. and Polder D. Z. Kristallogr., 101, 396, 1939.
2. Гусейнов Г. Д., Ахундов Г. А., Абдуллаев Г. Б. ФТТ, 4, 1206, 1962.
3. Itoga R. S. and Kannewurf C. R. J. Phys. Chem. Solids, 32, 1099, 1971.
4. Алиев С. А., Низаметдинова М. А., Оруджева Ш. О., Таиров С. И. ФТП, 5, 567, 1971.
5. Shin K. and Hashimoto K. Technology Reportskyushu Univ. Japan, 45, 820, 1972.
6. Алиева М. Х. Автореф. канд. дисс. АГУ им. С. М. Кирова. Баку, 1966.
7. Аскеров Б. М. Кинетические эффекты в полупроводниках. Изд-во "Наука". М., 1970.

Институт физики

Поступило 3. III 198

Е. Ю. Салаев, К. Р. Аллаhverдиев, Ш. Г. Гасымов,
Т. Г. Мамедов, М. А. Низаметдинова

TlSe КРИСТАЛЫНДА КИНЕТИК ХАССЭЛЭРЭ ГИДРОСТАТИК ТЭЗЈИГИН ТӘСІРИ

TlSe кристалы үчүн 0–10 кбар тәзјиг интервалында, хусуси мугавимәти, јукдашыјычыларын јүрүклүү вә холл сабитинин тәзјигдән асылылыгы өјрәнилмишдир. Кимјәви потенциалын барик әмсалы $d\xi/dP = 4.1 \cdot 10^{-7}$ эв бар $^{-1}$ тәјин олунаркән. TlSe кристалы үчүн електрик кечиричилијинин тәзјиглә дүз мütәнасиб артымынын ашгар кечиричилик механизми илә әлагәдар олдуғу фәрз олунмушдур.

E. Yu. Salaev, K. R. Allakhverdiev, Sh. G. Gasymov, T. G. Mamedov,
M. A. Nizametdinova

THE INFLUENCE OF THE HYDROSTATIC PRESSURE ON THE KINETIC PROPERTIES OF THE CURRENT CARRIER IN THALLIUM SELENIDE

The pressure dependences of the electrical resistivity, the carriers mobility and Hall coefficient have been measured in the pressure interval from 0–10 kb. The value of the chemical potential $d\xi/dp = 4.1 \cdot 10^{-7}$ ev bar $^{-1}$ has been determined.

УДК 621.315.592

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Г. Х. АЖДАРОВ, А. С. ГАНИЕВ, чл.-корр. М. Г. ШАХТАХТИНСКИЙ

ЭНЕРГИЯ АКТИВАЦИИ СУРЬМЫ В КРИСТАЛЛАХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ГЕРМАНИЯ С КРЕМНИЕМ

Из элементов V группы периодической таблицы сурьма является наиболее подходящей примесью для проведения количественного анализа энергетического спектра основных состояний мелких доноров в кристаллах твердых растворов германия с кремнием. Благодаря незначительной величине короткодействующего потенциала примесного остова, энергия связи основного состояния сурьмы (ϵ_D) в кристаллах германия и кремния более корректно, по сравнению с остальными элементами указанной группы, описывается теорией эффективной массы [1]. Так, например, экспериментальное значение ϵ_D сурьмы в германии (10,32 мэв) превышает теоретическое (9,81 мэв) примерно на 5%. В настоящей работе впервые проведена количественная интерпретация зависимости энергии активации сурьмы от состава германиеподобных кристаллов твердых растворов Ge—Si, в которых содержание кремния ≤ 12 ат. % (германиеподобными называются такие составы кристаллов, в которых дно зоны проводимости формируется долинами типа (III), как и в германии [2]).

Легирование кристаллов сурьмой проводилось через газовую фазу в процессе выращивания материала методом твердой подпитки расплава. Концентрация сурьмы и компенсирующих акцепторных примесей в исследованных кристаллах представлена в таблице. Энергетический спектр основных состояний сурьмы определялся на основании измерений температурных зависимостей коэффициента Холла образцов в интервале ~ 8 –300 К. Методика измерений аналогична описанной в [3,4], за исключением того, что, здесь, для повышения точности измерения температуры при $T < 20$ К, использовался германиевый датчик температур.

На рис. 1 демонстрируется температурная зависимость коэффициента Холла кристаллов германия и твердых растворов Ge—Si, легированных сурьмой. Германий исследовался в качестве контрольного образца. Как видно, во всех составах кристаллов при $T \geq 80$ К коэффициент Холла показывает, практически, неизменность концентрации свободных электронов, что свидетельствует о малой энергии активации сурьмы в материале. С понижением температуры коэффициент Холла начинает расти в связи с вымораживанием электронов.

Для точного определения значений ϵ_D в кристаллах из зависимостей R от T необходимо в уравнении электрической нейтральности учесть расщепление основного состояния сурьмы. В германии это состояние расщеплено на дуплет и синглет, расстояние между которыми $\Delta \approx 0,32$ мэв. В случае кремния основное состояние сурьмы

расщепляется на синглет, дуплет и триплет. Энергетический интервал между синглетом, обладающим наименьшей энергией и близко расположенными друг к другу дуплетом и триплетом порядка 10 мэв [1]. Учитывая идентичность типа долин, формирующих дно зоны проводимости германиеподобных кристаллов с германиевым, следует ожидать, что в сплавах основное состояние сурьмы также расщеплено на синглет и триплет.

Тогда, согласно [5], уравнение электрической нейтральности, в области низких температур при выполнении условия $N_A \gg n$, приводит к следующему соотношению:

$$n \approx \frac{N_D - N_A}{N_A} \cdot \frac{N_C \exp(-\epsilon_2/kT)}{2[3 + \exp(\Delta/kT)]} \quad (1)$$

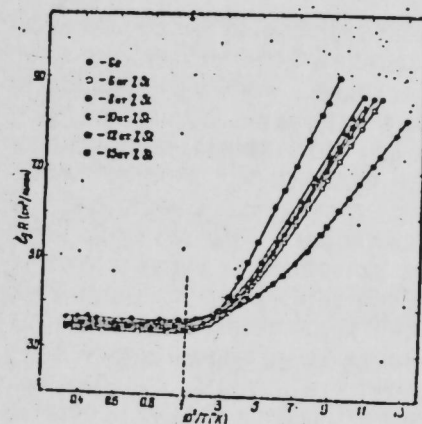


Рис. 1. Температурные зависимости коэффициента Холла кристаллов германия и твердых растворов германия с кремнием, легированных сурьмой.

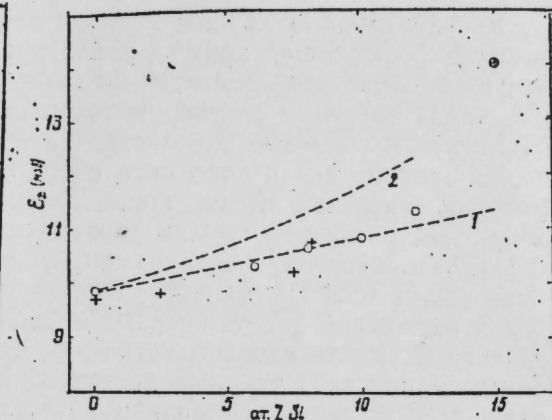


Рис. 2. Энергия активации основного состояния сурьмы в зависимости от состава кристалла Ge-Si. Кружки и крестики—эксперимент (крестики—данные [6]). Пунктирные линии—теория.

где N_D , N_A —концентрации атомов сурьмы и компенсирующих акцепторных центров, соответственно; N_C —эффективная плотность состояний зоны проводимости; ϵ_2 —энергетическое расстояние от дна зоны до триплетного состояния сурьмы. Уравнение (1) позволяет определить ϵ_2 , если известны значение и температурная зависимость концентрации свободных электронов, по наклону зависимости

$$\lg \{nT^{3/2} [3 + \exp(\Delta/kT)]\} \text{ от } 1/T.$$

При определении ϵ_2 в сплавах Ge-Si принималось, что во всех германиеподобных составах кристалла $\Delta = 0,32$ мэв (ввиду существенной малости Δ по сравнению с ϵ_2 , возможное незначительное изменение её величины с составом не может заметным образом повлиять на значение ϵ_2).

На рис. 2 демонстрируется зависимость энергии активации основного (наинизшего синглетного, $\epsilon_D = \epsilon_1 = \epsilon_2 + \Delta$) состояния сурьмы от состава кристалла. Как видно, в соответствии с представлениями модели виртуального кристалла для твердых растворов, наблюдается увеличение глубины залегания донорного уровня с ростом содержания кремния в кристалле.

Энергия активации сурьмы в кристаллах Ge-Si, с содержанием кремния до 8,2 ат. %, определялась также и в [6]. Результаты этой

работы представлены на рис. 2 крестиками. Несколько заниженные значения ϵ_D , полученные [6], очевидно, связаны с учётом расщепления основного состояния примеси ($\Delta = 0$), при анализе зависимостей R от T (погрешность в определении ϵ_D при данном методе, составляет $< 1\%$ [2,6]).

Проведём количественную интерпретацию зависимости ϵ_D от состава кристалла в рамках теории эффективной массы с учётом эллипсоидальности изоэнергетических поверхностей в долинах (III) зоны проводимости. Коном и Латтинджером вариационным методом рассчитан график зависимости энергии основного состояния мелкой примеси от величины m_T/m_L (m_T и m_L —поперечная и продольная эффективные массы электрона). График даёт возможность определять значение ϵ_D при известных значениях продольной и поперечной эффективных масс электрона, а также диэлектрической проницаемости материала. В таблице представлены значения m_T и m_L для нескольких составов твердых растворов Ge-Si, определённые из экспериментов по исследованию магнитной восприимчивости кристаллов [7] и рассчитанные по теории Пармэнтера [8]. Там же даны эти параметры для германия, определённые из опытов по циклотронному резонансу [2].

Продольная (m_L) и поперечная (m_T) эффективные массы электронов долин (III) и эффективные концентрации атомов сурьмы ($N_D - N_A$) и компенсирующих акцепторных центров (N_A) в кристаллах германия и твердых растворов Ge-Si

Вещество	Ge	Ge _{0.4} Si _{0.6}	Ge _{0.2} Si _{0.8}	Ge _{0.1} Si _{0.9}	Ge _{0.05} Si _{0.95}
$N_D - N_A$ (10^{15} см^{-3})	1,37	2,58	2,10	1,62	1,85
N_A (10^{15} см^{-3})	0,65	0,85	0,86	0,90	0,82

[1]

[7]

m_L/m_0	1,58	1,46	1,40	1,37	1,35
m_T/m_0	0,082	0,091	0,094	0,098	0,104

[8]

m_L/m_0	„	1,58	1,58	1,58	1,58
m_T/m_0	„	0,085	0,086	0,087	0,088

На рис. 2 пунктирные линии 1,2 демонстрируют теоретические зависимости ϵ_D от состава, рассчитанные с использованием значений m_L и m_T по данным [8] и [7], соответственно. В расчётах принималось, что диэлектрическая проницаемость сплавов изменяется линейно с составом, что в первом приближении согласуется с эксперимен-

тальным результатом [9] (отметим, что диэлектрическая проницаемость германия ($\sim 15,4$) и кремния ($\sim 11,4$) отличается не более, чем на 30% [1]. Как видно из рис. 2, наилучшее согласие с экспериментальными данными даёт кр. 1. Несколько завышенные значения ϵ_D , полученные по данным [7] связаны, очевидно, с погрешностями определения m^* по данным магнитной восприимчивости. Завышенность значений m^* , полученных в [7], отмечалось также в работе [2].

При сопоставлении расчётных и экспериментальных значений ϵ_D в германиеподобных составах материала, мы исключили из рассмотрения роль короткодействующего потенциала примеси. Это было возможно в связи с достаточной малостью короткодействующего потенциала сурьмы в кристаллах и с наличием определенной концентрации компенсирующих центров ($\sim 10^{14} \text{ см}^{-3}$), приводящим к небольшому уменьшению ϵ_D . Как видно из рис. 2, роль обеих факторов в германии, приводит, практически, к совпадению теоретического значения ϵ_D с экспериментальным.

На рис. 1 представлена также температурная зависимость коэффициента Холла сплава с содержанием кремния 15 ат. %, легированного сурьмой. Анализ этой зависимости показывает относительно резкое изменение концентрации свободных электронов с температурой в обсуждаемом кристалле по сравнению с другими. Известно, что в сплаве Ge—Si с ~ 15 ат. % кремния дно зоны проводимости формируется двумя типами долин в направлениях (111) и (100) [2]. Относительно большая энергия активации сурьмы в этом составе, очевидно, может свидетельствовать о связи примесного уровня с минимумами типа (100), как в кремнии. Если предположить, что различие в энергиях минимумов долин (111) и (100) $\ll kT$, то ϵ_D можно определить из наклона зависимости $\lg RT^{3/2}$ от $1/T$ в области низких температур, соответствующей случаю частичной компенсации примесного уровня [5]. При этом считается, что уровни, отщеплённые от долин (100), определяют основное состояние сурьмы, а состояния, связанные с долинами (111), расположенные несколько выше в запрещённой зоне проявляют себя при относительно высоких температурах как возбуждённые уровни примеси. Определённая таким образом энергия активации сурьмы в кристалле с 15 ат. % Si составляет ~ 14 мэв.

Литература

1. Шкловский Б. И., Эфрос А. Л. Электронные свойства легированных полупроводников. М., 1979.
2. Fink D., Braunstein R. Phys. Stat. Sol., 1373, 364, 1976.
3. Аждаров Г. Х., Шахтахтинский М. Г. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-тех. и матем. наук, № 4, 8, 1976.
4. Остроборова В. В. ФТТ, 7, 610, 1965.
5. Блекмор Д. Статистика электронов в полупроводниках. М., 1964.
6. Белокурова И. Н., Дегтярев В. Ф., Земсков В. С., Скуднова Е. В. Изв. АН Азерб. ССР, Неорган. мат.-лы, 14, 11. 2119, 1978.
7. Bush G. Vogt Helv. Phys. Acta, 33, 889, 1960.
8. Parmenter R. H. Phys. Rev., 104, 22, 1956.
9. Glicksman M. Phys. Rev., 111, № 1, 125, 1958.

Институт физики

Поступило 15. XII 1980

Г. Х. Аждаров., А. С. Ганиев., М. Г. Шахтахтинский

КЕРМАНИУМ-СИЛИСИУМ БЭРК МЭНЛУЛЛАРЫНДА СҮРМӨНИН АКТИВАСИЈА ЕНЕРЖИСИ

Мәгәләдә 8—300° К температур интервалында Һолл әмсалынын өлчүләринә әсәсән тәркибиндә 15 ат. %-ә гәдәр силисиум олан керманиум-силисиум бәрк мәнлуллары кристалларында сүрмөнин әсас енержи сәвијјәси тәјин едилимишдир.

Көстәрилимшидир ки, кристалда силисиумун миндари артдыгча, сүрмөнин активләшмә енержиси дә артыр. Алынган нәтичәләр еффектив күтлә нәзәријјәси чәрчивәсиндә кәмијјәтчә тәдгиг едилимишдир.

G. Kh. Azhdarov, A. S. Ganiev, M. G. Shakhhtakhtinsky

ACTIVATION ENERGY OF ANTIMONY IN GERMANIUM—SILICON SOLID SOLUTIONS CRYSTALS

Energy of ground impurity level of antimony in Ge—Si solid solutions crystals with silicon content up to 15 at. % has been obtained by means of Hall effect measurements in the temperature range 8—300 K. Activation energy of antimony increases with silicon content in crystals. A quantitative analysis of results obtained within the effective mass theory was made.

УДК 539.194.01

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Т. С. АБИЛОВА, Н. Н. САРВАНОВА, Р. М. АХМЕДОВ, С. И. МЕХТИЕВ

ИК-СПЕКТРЫ И НОРМАЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МЕТАКРИЛОНИТРИЛА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. И. Алиевым)

Нитрил метакриловой кислоты или метакрилонитрил (МАН) является одним из реакционноспособных и перспективных промышленных мономеров. МАН может быть успешно использован в производстве метакриламида, метакриловой кислоты и других соединений, находящих широкое применение в органическом и нефтехимическом синтезе. Кроме того, полимеры и сополимеры, полученные на основе МАН, обладают ценными техническими свойствами, что позволяет использовать их в производстве небьющихся стекол, синтетических волокон и т. д. [1]. МАН легко изомеризуется в кротононитрил, который является важным мономером в производстве полимеров, фармацевтических препаратов и ядохимикатов [4]. Широкую область применения имеют и аминопроизводные МАН. В частности, алифатические аминопроизводные [2, 3] являются хорошими антикоррозионными ингибиторами. Ароматические аминопроизводные могут быть использованы для получения ароматических аминокислот, витаминов, азокрасителей, лекарственных препаратов [5].

Изучение структуры и свойств всех перечисленных соединений, несомненно, представляет большой интерес. Широкое применение находит при этом метод колебательной спектроскопии, сочетающий экспериментальное и теоретическое исследование. МАН, как и исследованные ранее транс- и цис-НМК [6] (нитрилы кротоновой кислоты) является исходным пунктом в данном направлении работы.

В настоящей статье приводятся результаты расчета нормальных колебаний двух конформаций метакрилонитрила. Анализ полученных частот и форм позволяет сделать строгую интерпретацию ИК-спектра МАН и сделать некоторые выводы относительно строения молекулы. На рис. 1 изображены две возможные конформации молекулы: шахматная (а), для которой СН-связь метильной группы (S_9), лежащая в плоскости молекулы, находится в цис-положении по отношению к С-С-связи; затененная конформация (б) получается из шахматной поворотом метильной группы вокруг С-С-связи на 180° . ИК-спектры МАН, зарегистрированные на приборе UR-20, даны на рис. 2.

Для расчета нормальных колебаний были использованы геометрические параметры акрилонитрила и пропилена [7, 8], система колебательных координат выбиралась, как в [7], с добавлением координат метильной группы. В нулевом приближении использовалось силовое поле акрилонитрила и пропилена и затем производилась небольшая варьировка до лучшего согласования с экспериментальными результа-

тами. В табл. 1 приведены окончательные значения силовых постоянных шахматной конформации молекулы. (Согласно [7], были исключены зависимые колебательные координаты α_{12} и α_{46}). Остальные

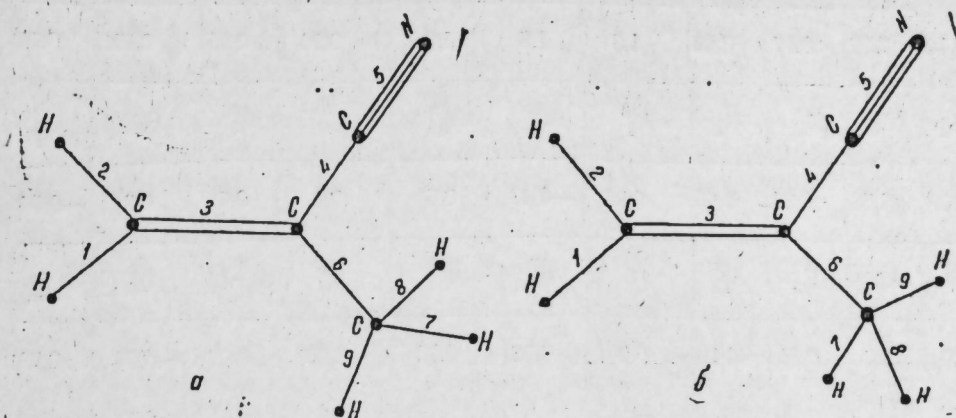


Рис. 1. Конформации метакрилонитрила.

силовые постоянные можно найти в [7]. Для затененной конформации (II) значения почти всех силовых констант сохраняются (за исключением $k_{34} = 1,7$, $l_{34}^{36} = 1,0$, $l_{34}^{69} = 0,12$). Заметим, что для метакрилонитрила в вариации нуждалось большее число силовых постоянных,

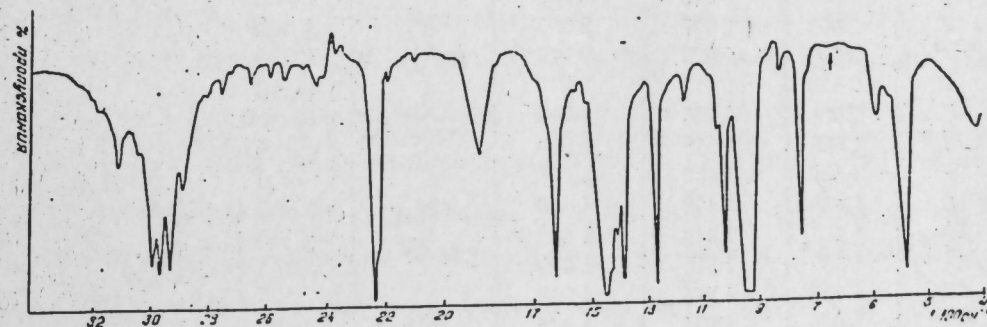


Рис. 2. ИК-спектры метакрилонитрила.

чем для молекул цис- и транс-НМК, что связано с более значительным взаимодействием метильной и нитрильной групп. Для лучшего согласия с экспериментом понадобилось учесть неэквивалентность СН-связей метильной группы, что нашло отражение в различии силовых постоянных и равновесных значений длин связей и углов (геометрические параметры см. в [6]).

В табл. 2 даны значения экспериментально наблюдаемых и рассчитанных частот нормальных колебаний МАН. Расчет проводился для шахматной (I) и затененной (II) конформаций. Указаны плоские и неплоские колебания (A' и A''). В последнем столбце записаны координаты, к которым следует отнести соответствующие нормальные колебания. В скобках указаны координаты, принимающие в данном нормальном колебании заметное, но более слабое по сравнению с основной координатой участие.

Таблица 1

K_1	K_6	$K_7=K_8$	K_9	$K_{13}=K_{23}$	K_{34}	K_{35}	$K_{67}=K_{03}$	K_{69}	K_{73}	K_{80}
8,72	7,02	8,17	8,08	1,3	1,8	1,6	0,94	0,95	0,69	0,71
K_{φ}	K_{δ}	K_{ρ_1}	K_{α}	A_1^{13}	A_1^{23}	A_3^{13}	A_3^{23}	A_3^{36}	A_4^{34}	A_4^{36}
0,39	0,53	0,33	0,65	0,23	-0,43	0,5	0,4	0,7	0,3	-0,54
A_6^{34}	A_6^{36}	I_{13}^{23}	I_{13}^{34}	I_{34}^{36}	I_{34}^{67}	I_{34}^{68}	I_{34}^{69}	I_{36}^{67} - I_{36}^{68}	I_{36}^{69}	$m_{\rho_1\rho_2}$
-0,5	0,3	0,51	0,1	0,9	0,02	0,03	-0,02	0,02	-0,14	0,02

Таблица 2

Наблюдаемые и рассчитанные частоты нормальных колебаний МАН-а

№ п. п.	ν_3	ν_p (I)	ν_p (II)	Симм.	Отнесение
1	3 103	3 109	3 109	A^I	q (CH_2)
2	3 040	3 030	3 030	A^I	q (CH_2)
3	2 993	2 997	2 997	A^{II}	q (CH_3)
4	2 965	2 970	2 970	A^I	q (CH_3)
5	2 930	2 913	2 913	A^I	q (CH_3)
6	2 231	2 240	2 240	A^I	q (CH_3)
7	1 625	1 618	1 604	A^I	q ($C \equiv N$)
8	1 450	1 450	1 450	A^I	q ($C = C$)
9	1 430	1 438	1 440	A^I	α (CH_3)
10	1 407	1 413	1 402	A^I	α (CH_3) (β (CH_3))
11	1 380	1 379	1 390	A^I	β (CH_3) (β_{13} , β_{23})
12	1 266	1 278	1 268	A^I	α (CH_3) (β_{13} , β_{23})
13	1 044	1 041	1 042	A^I	β_{13} , β_{23} , β_{34} , β_{36}
14	1 016	1 000	976	A^{II}	ρ_1 , ρ_2 (δ , α , α (CH_3))
15	—	970	974	A^{II}	β (CH_3), (α (CH_3), β_{13} , β_{23})
16	940	946	949	A^I	ρ_1
17	748	751	753	A^I	β_{13} , β_{23}
18	670	695	697	A^I	q_0 , q_0 (β_{03} , φ)
19	530	535	537	A^{II}	α (ρ_2 , δ)
20	—	502	512	A^I	φ (β_{34})
21	—	313	288	A^{II}	δ , ρ_2 (α)
22	—	270	272	A^I	β_{13} , β_{23} , β_{34} , β_{36}
23	—	184	187	A^I	ρ_2 (δ , ρ_1)

Для ранее исследованных молекул цис- и транс-НМК мы отмечали в [6] нарушение характеристичности полос поглощения, наблюдаемых для данного типа замещения этиленовой молекулы. Аналогичное явление мы имеем и для МАН-а: в ИК-спектре не наблюдается ожи-

даемых сильных полос $\nu = 3080 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 888 \text{ см}^{-1}$, характеристичных для замещения $CH_2=CR_1-R_2$. В этом сказывается влияние нитрильной группировки. Произведенный расчет указывает лишь на одно нормальное колебание, отличительное по значению для разных конформаций (№ 14). Поскольку в спектре наблюдается полоса $\nu_3 = 1016 \text{ см}^{-1}$, близкая по значению к расчетной $\nu_p = 1000 \text{ см}^{-1}$ I конформации, следует сделать вывод о предпочтительности шахматной конформации молекулы МАН-а.

Удачное использование силового поля акрилонитрила подтверждает отсутствие заметной делокализации π -электронного облака в нитрильных сопряженных системах.

Литература

1. Мехтиев С. Д. «Нитрилы». Азернешр. Баку, 1966.
2. Мехтиев С. И., Ахмедов Р. М., Сафаров Ю. Д. «Азерб. хим. ж.», № 25, стр. 24, 1976.
3. Ахмедов Р. М., Мехтиев С. И., Сафаров Ю. Д. Тез. докл. республиканской конференции «Нефтехимический синтез и нефтепереработка», посвященной памяти акад. Ю. Г. Мамедалиева, стр. 114. Баку, 1976.
4. Мехтиев С. И., Гумбатова Ф. Г., Гусейнов А. Г., Ахмедов Р. М. Авт. свид. СССР № 474528. Бюлл. изобр. № 23, 1975.
5. Мехтиев С. И., Ахмедов Р. М., Сафаров Ю. Д. Авт. свид. СССР № 681053. Бюлл. изобр., № 31, 1979.
6. Абилова Т. С., Сарванова Н. Н., Ахмедов Р. М., Мехтиев С. И. «ДАН Азерб. ССР», т. XXXVI, № 2, стр. 28, 1980.
7. Попов Е. М. ТЭХ, 2, № 14, 464, 1966.
8. Свердлов Л. М., Ковнер М. А., Крайнов Е. П. Теория колебательных спектров многоатомных молекул. «Наука», М., 1970.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 20. II 1981

Т. С. Абилова, Н. Н. Сарванова, Р. М. Ахмедов, С. И. Мехтиев

МЕТАКРИЛОНИТРИЛИН ИГ-СПЕКТРИ ВЭ НОРМАЛ РЭГСЛЭРИ

Мәгәләдә метакрилонитрилини ики конформасијада 1000—4000 см^{-1} сәһәдә ИГ-спектрлэри, нормал рэгс тезликлэри вэ формаларынын һесабаты верилмишдир. Һесабатлар әсасында ИГ-спектрлэрин дэгиг интерпретасијасы јеринә јетирилмишдир.

T. S. Abilova, N. N. Sarvanova, R. M. Akhmedov, S. I. Mekhtiev

IR-SPECTRA AND NORMAL VIBRATIONS OF THE METHYLACRYLONITRILE

For two conformations of the methylacrylonitrile the IR-spectra in the region of 800—4,000 cm^{-1} and the calculated frequencies and shapes of the normal vibrations are presented. On the base of these calculations interpretations of the molecules IR-spectra have been carried out.

А. Г. АБДУЛЛАЕВ, Н. Г. АКСЯНОВ, А. И. МАМЕДОВ

ОПТИЧЕСКОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК GaSe РАЗЛИЧНЫХ МОДИФИКАЦИЙ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Г. Б. Абдуллаевым)

1. Введение

Были исследованы спектры экситонного поглощения и вайссенбергограммы различных частей кристалла GaSe, выращенного методом Бриджмена. Для более ясного понимания представленных далее экспериментальных данных есть необходимость перечислить некоторые структурные особенности кристаллов GaSe.

Согласно структурным данным, имеются четыре модификации GaSe—гексагональные— ϵ , δ и— β , ромбоэдрическая γ [1—4]. Все модификации построены на слоях одного типа Se—Ca—Ga—Se и различаются только ориентацией и взаимным расположением слоев. В ϵ -и γ -модификациях одинаковое относительное расположение смежных слоев. Кроме того, эти модификации допускают дефекты кристаллической решетки, которые могут преобразовать одну модификацию в другую. Появление смешанной стыковки обусловлено легкостью, с которой дефекты могут быть введены как в ϵ -, так и в γ -модификации механической деформацией. Из-за другого расположения смежных слоев в β -модификациях не возникают дефекты кристаллической решетки, и эта модификация часто наблюдается в кристаллах CaSe, полученных реакцией переноса йода. В некоторых работах [5,6] сообщалось о получении δ -модификаций реакцией переноса, однако указанные работы еще не получили достаточного развития и возможности наблюдения этой модификации другими исследователями.

2. Экспериментальные результаты

2. 1. Рентгеноструктурный анализ

При исследовании спектров экситонного поглощения в тонких чешуйках GaSe, полученных из различных областей выращенного слитка, нами были получены некоторые результаты (которые будут описаны ниже), позволяющие предположить о существовании различных модификаций в разных областях слитка. Для подтверждения этого предположения были проведены рентгеноструктурные исследования различных областей полученного слитка. Исследование большого количества (около 50) образцов, полученных из различных пяти слитков, показали, что в центре слитка преимущественно образуется β -модификация GaSe.

Следует заметить, что ни δ -ни γ -модификации в чистом виде в рентгеновских снимках не проявлялись. Синхронизация одновремен-

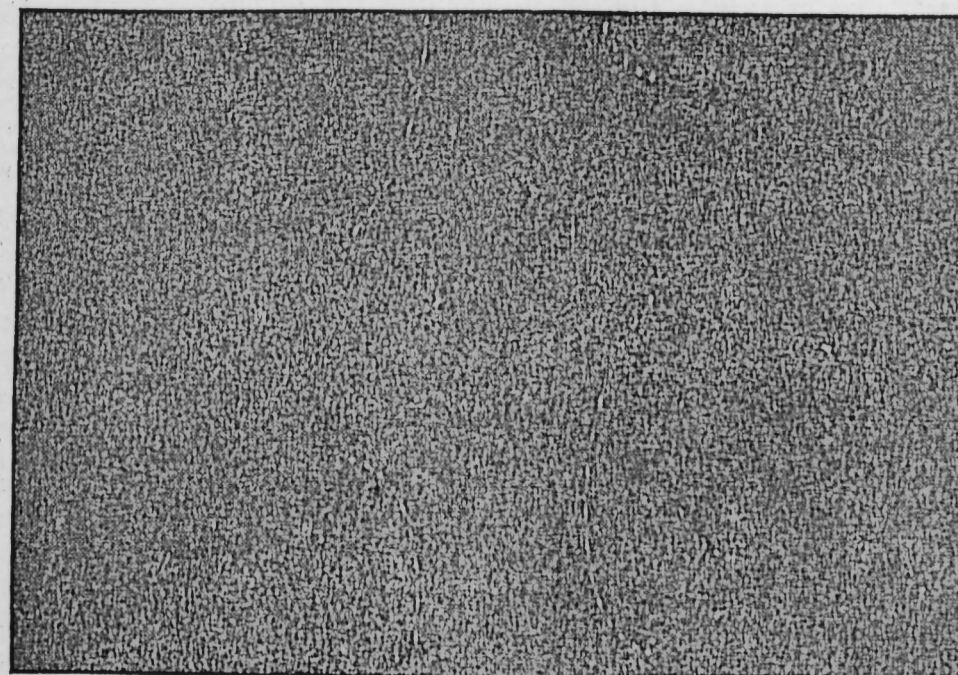
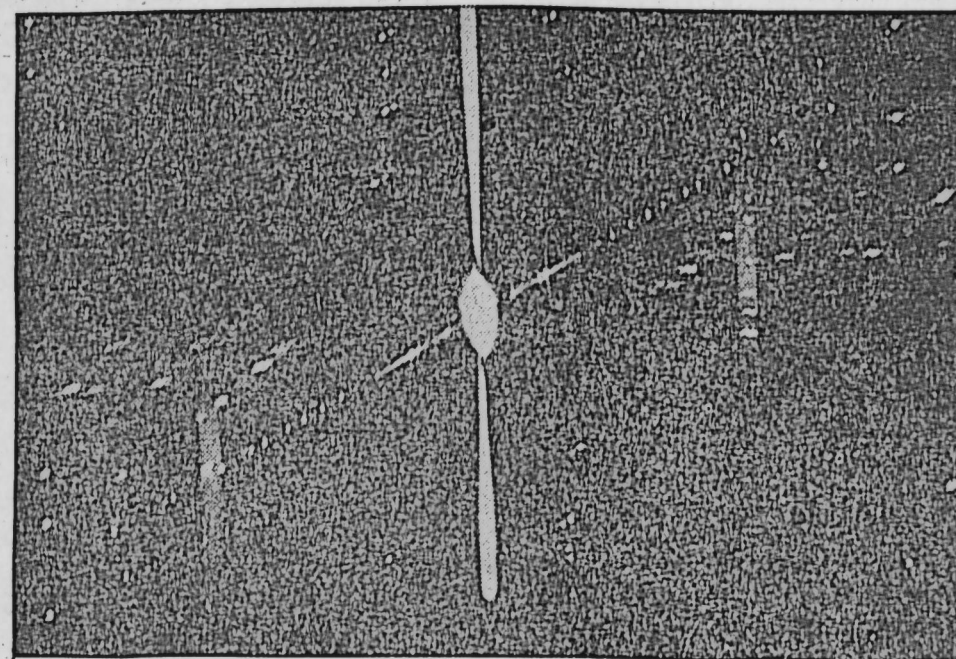


Рис. 1. Развертка О-ой слоевой линии вращения вокруг оси „а“: а— ϵ -модификация GaSe; б— δ -модификация GaSe.

ного вращения вокруг определенной оси и движения кассеты с рентгеновской лентой параллельно оси вращения полностью устраняет неоднозначность, имеющую место при других способах съемки кристалла, т. е. отражение от кристаллических плоскостей полностью разрешается. Для исследования использовалось неотфильтрованное излучение $\text{CuK}\alpha$.

На рис. 1 представлена вайсенбергограмма нулевой слоевой линии при вращении кристалла вокруг оси $[1000]$. На рентгенограмме отсутствуют отражения типа $000l$ с нечетным индексом l . Это правило погасаний определяет дифракционную группу $6 | \text{mm} \overline{3} \text{C} | \text{—} \text{—} \text{C}$, включающую в себя пространственные группы $D_{6h}^4 = P6_3 | \text{mm} \overline{3} \text{C}$, $C_{6v}^4 = P6_3 \text{mC}$ и $D_{3h}^4 = P62 \text{C}$. В указанную дифракционную группу входят пространственные группы лишь двух модификаций, а именно β и δ [2, 5, 9]. При этом β - и δ -отличаются величиной периода гексагональной решетки вдоль оси согласно [2, 5] $\beta - C = 15,94 \text{ \AA}$, а для $\delta - C = 31,99 \text{ \AA}$. Из данных рис. 1, а можно определить параметры решетки исследуемого кристалла GaSe, которые оказываются равными: $a = 3,76 \text{ \AA}$, $C = 15,94 \text{ \AA}$. Отсюда и из сказанного следует, образцы относятся к β -модификации.

На рис. 1, б наличие отражений с индексами (102) и (106) указывает на то, что исследуемый образец GaSe в данном случае характеризуется структурой ϵ -модификации, параметры решетки которого оказываются равными: $a = 3,755 \text{ \AA}$, $C = 15,945 \text{ \AA}$ [8, 9]. Возможность соответствия структуры γ -модификации исключалась значением параметра "C", определенного из развертки нулевой слоевой линии вокруг оси "a".

Таким образом, из структурных исследований выращенного монокристалла нами была показана возможность существования в одном кристалле двух модификаций— β -модификации в центре и ϵ -модификации по краям кристалла. Однако анализ исследований экситонного поглощения в тонких чешуйках CaSe выявили новые особенности роста кристаллов методом Бриджмена.

2.2. Экситонное поглощение.

Для исследования экситонного поглощения нами использовались тонкие ($250 \div 600 \text{ \AA}$) чешуйки GaSe, полученные методом последовательного отслаивания исходного кристалла (толщиной $2\text{—}3 \text{ мкм}$), приклеенного к прозрачной подложке из кварца [12]. Исходные пластины откалывались от различных областей выращенного слитка. Толщина исследуемых тонких чешуек определялась по методике, предложенной в [10].

На рис. 2, а представлены спектры поглощения света при 77 и 300°K тонкой чешуйки (толщиной $260 \text{ \AA}$), выбранной из середины кристалла. Как видно из приведенного графика, в диапазоне от 500 до 630 нм наблюдается крутой спад, соответствующий прямому межзонному переходу и резкий пик при энергиях 2,044 эВ (при 300°K) и 2,154 (при 77°K), соответствующий основному экситонному состоянию в β -модификации, что согласуется со значением $E_d = 2,169 \text{ эВ}$, при-

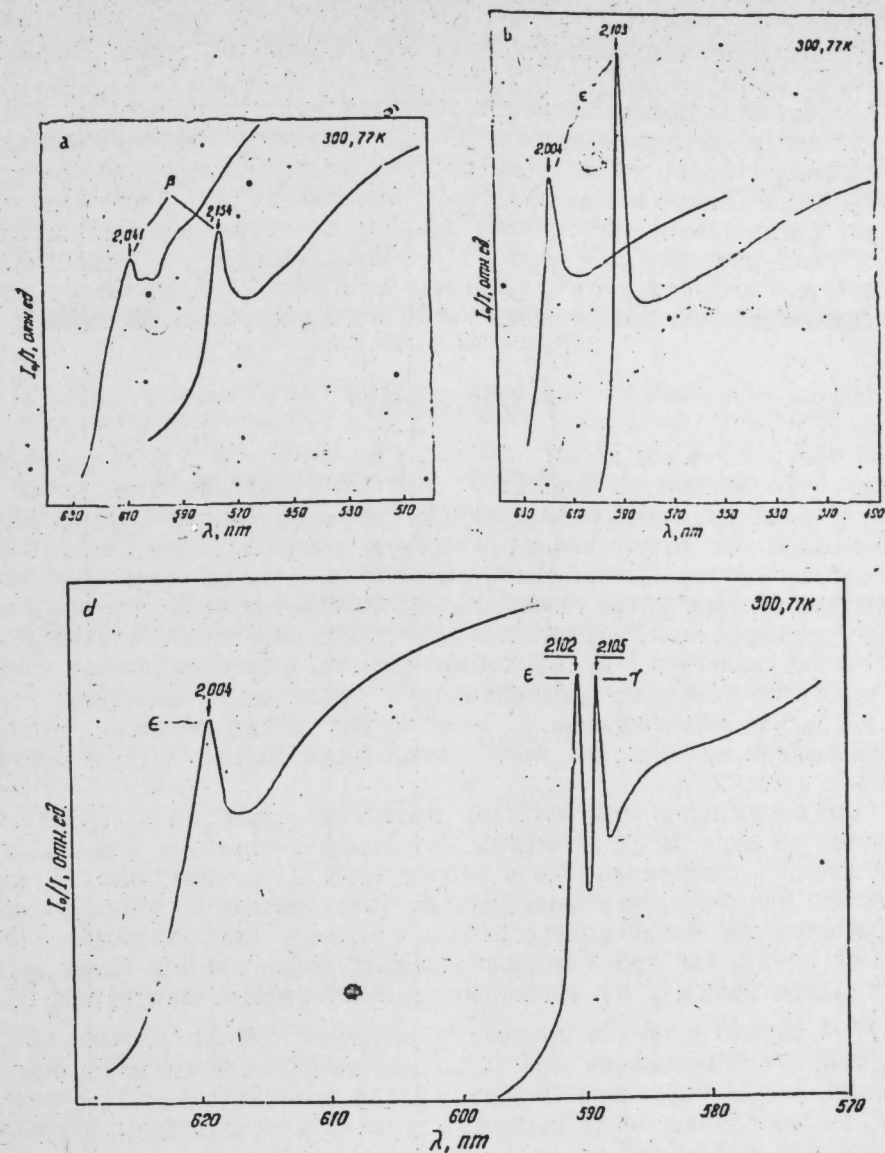


Рис. 2. Спектры поглощения тонких пленок GaSe: а—толщина— $260 \text{ \AA}$; б—толщина— $600 \text{ \AA}$; д—толщина $450 \text{ \AA}$.

веденным в [11]. Этот факт хорошо согласуется с приведенными в 2,1 рентгеновскими исследованиями середины слитка GaSe.

На рис. 2, б представлены спектры поглощения при 300 и 77°K тонких чешуек, полученных из пластинок, отколотых с краев слитка. Полученное значение энергии основного экситона из рис. 2, б очень хорошо совпадает с известными данными для ϵ -модификации GaSe [12, 13].

Наиболее интересными, по нашему мнению, являются спектры поглощения, представленные на рис. 2, д. Как видно, при 77°K наблюдается расщепление пика экситонного поглощения. Обычно подоб-

ное расщепление наблюдалось при исследовании массивных образцов при 4,2°K [14].

Существуют для объяснения наблюдаемого расщепления. В первом случае исходят из возможности существования одновременно γ -и ϵ -модификаций [15], во втором—предполагают Давыдовское расщепление, наблюдаемое в молекулярных кристаллах [16]. Ранее мы наблюдали расщепление экситонного пика в спектрах электропоглощения тонких пленок GaSe при 77°K [13]. Исходя из возможности наблюдения расщепления экситонного пика при 77°K, наиболее вероятным объяснением является наличие смеси ϵ -и γ -модификаций.

3. Обсуждение

В обсуждении мы хотим наибольшее внимание уделить результатам, приведенным на рис. 2, *d*. Хотя на рентгеновских снимках, нами не было зафиксировано наличие γ -и δ -модификаций GaSe, однако о полном их отсутствии, выращенном методом Бриджмена, кристалле нельзя утверждать. Мы предположили, что на краю кристалла, вследствие механической деформации возможно локальное преобразование ϵ -модификации в γ -и δ -модификацию. Известно, что наиболее стабильной является β -модификация [15], т. к. расположение смежных слоев не допускает возникновения дефектов и тем самым переход в другую модификацию. С этой точки зрения понятно, почему мы наблюдали на спектрах поглощения света только чистую β -модификацию (рис. 2, *a*).

При обсуждении результатов, представленных на рис. 2, *d*, мы исходили из двух предположений. Во-первых, если это Давыдовское расщепление, как предложено в работе [16], то почему оно не наблюдается, например, на β -модификации (как известно, в β -модификации межслоевое соединение ослаблено ионным взаимодействием)? И в то же время, как уже говорилось, прослеживается при более высоких температурах (77°K). Наблюдаемое нами расщепление (рис. 2, *d*) при 77°K только в тонких пленках (толщиной 450 Å) можно объяснить тем, что в массивном кристалле доминирующей является ϵ -модификация, а γ -модификация может иногда возникать между ϵ -слоями GaSe. В том случае, когда мы используем тонкие чешуйки, возникает возможность наблюдать вклад и других модификаций.

Резюмируя, можно сказать, что в монокристаллах GaSe, полученных методом Бриджмена, могут присутствовать все 4 модификации, и для их выявления необходимо исследовать тонкие чешуйки, отколотые с разных областей кристалла.

Литература

1. Hahn H. Angew. Chem., 65, 538, 1953.
2. Jellinek F. and Hahn H. Z. Naturforsch., 16, 713, 1961.
3. Schubert K., Dörre E. and Kluge H. Z. Metallkunde., 46, 216, 1955.
4. Kuhn A., Chevallier R. and Rimski A. Acta Cryst., B 31, 2841, 1975.
5. Kuhn A., Chevy A., Chevallier R. Phys. Stat. Sol., (a) 31, 469, 1975.
6. Pollan A., Kunc K. and Kuhn A. Sol. Stat. Comm., 19, 1079, 1976.
7. Le Toallec R., Balkanski M., Besson J. M. Phys. Letters, 55 A, 4, 245, 1975.
8. Al-Alamy F. A. S., Balchin A. A., White M. J. Mater. Sci., 12, 2037—2042, 1977.
9. Terhell J. C. J. M. and Lieth R. M. A. Phys. Stat. Sol., (a) 10, 529, 1972.
10. Consadori F. and Frindt R. F. Phys. Rev., B 2, 4693, 1970.
11. Aulich E., Brebner J. L. and Mooser E. Phys. Stat. Sol., (a) 31, 129, 1969.
12. Abdullayev

A. G., Aksianov I. G., Mamedov A. I. and Abdullayev K. I. Thin Solid Films, 75, L7—L9, 1981. 13. Abdullayev A. G., Aksianov I. G., Abdullayeva S. G., Mamedov A. I. Thin Solid Films, 70, L14—15, 1980. 14. Nikitine S., Nitschke R., Sieskind M. and Vogt J. J. Chem. Phys., 6, 667, 1963. 15. Brebner J. L. and Mooser E. Phys. Lett., 24 A, 274, 1967. 16. Сулейманов Р. А. Канд. дисс. Баку, 1976.

Институт физики

Поступило 23. IV 198

А. Н. Абдуллаев, И. Г. Аксjanов, Э. И. Маммадов

МҮХТЭЛИФ МОДИФИКАЦИЈАЛЫ GaSe-НИН НАЗИК ТЭБЭГЭЛЭРИНИН ОПТИК УДУЛМАСЫ

Мүхтәлиф модификацијалы GaSe-нин назик тәбәгәләринин оптик удулмасынын экситон спектринин тәдгигинин нәтичәләри вә онларын мұзакирәси верилир

A. G. Abdullayev, I. G. Aksianov, A. I. Mamedov

THE OPTICAL ABSORPTION IN GaSe THIN FILMS OF DIFFERENT MODIFICATIONS

Results and discussion of investigations of the exciton optical absorption spectra in GaSe thin films of different modifications are presented.

Р. М. АЛИЕВ

РАСЧЕТ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ПЕРЕКАЧКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ НАСОСОМ, АГРЕГАТОМ В МАГИСТРАЛЬНОМ ПРОДУКТОПРОВОДЕ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. А. Эфендизаде)

В данной работе представлен численный метод расчета нестационарных процессов последовательной перекачки двух нефтепродуктов с плоской границей раздела центробежным насосным агрегатом.

Сущность предложенного численного метода состоит в сведении исходной системы к импульсной с последующим применением дискретного преобразования Лапласа [1, 2].

При расчете граница раздела жидкостей во время переходного процесса считается неподвижной [4].

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Согласно данной методике уравнение вращения движущихся частей насосного агрегата в дискретной форме в области оригиналов имеет вид:

$$v[n] = v'[n] - v''[n], \quad (1)$$

где

$$v'[n] = \sum_{m=0}^n \kappa_1[m], \quad \kappa_1[n] = b_1 - a_0 \kappa_1[n-1]$$

$$v''[n] = b_0 \mu_c[n-1] - a_0 v''[n-1], \quad b_0 = a_1 A_1, \quad b_0' = A_1, \quad a_0 = A_1'$$

a_1, A_1, A_1' — постоянные коэффициенты [3].

Для определения момента сопротивления на валу центробежного насоса имеем:

$$\mu_c[n] = \hat{p}_0 v^2[n] + (1 - \hat{p}_0) q_{1n}[n] v[n], \quad (2)$$

где $\hat{p}_0 = \frac{p_0}{p_n}$, p_n — предельная мощность насосного агрегата, q_{1n} — значение расхода в начальной точке продуктопровода.

Напорная характеристика центробежного насоса аппроксимируется выражением:

$$h[n] = h_m v^2[n] - (h_m - 1) q_{1n}^2[n], \quad (3)$$

где $h_m = H_m/H_n$, H_n — предельный напор.

Нестационарное движение каждого нефтепродукта описывается телеграфным уравнением. Поставленная задача решается при нулевых начальных и следующих граничных условиях:

$$q_1(0, t) = q_{1n}(t), \quad h_2(h_2, t) = 0 \text{ при } t > 0,$$

где h_2 — длина магистрального продуктопровода.

Условия сопряжения нефтепродуктов в точке $x = l_1$

$$q_1(l_1, t) = q_2(l_1, t), \quad h_1(l_1, t) = h_2(l_1, t).$$

В выражения (2) и (3) входит неизвестная функция $q_{1n}[n]$. Согласно [5], для функции $q_{1n}[n]$ в дискретной форме в области оригиналов можно получить следующие рекуррентные соотношения

$$h_{1n}[n] = \theta_2[n] + \sum_{m=0,5r,\lambda}^n \theta_3[m] h_{1n}[n-m] - \sum_{m=0}^{n-1} \theta_1[n-m] h_{1n}[m], \quad (4)$$

$$q_{1n}[n] = A_1[n] - \sum_{m=0}^n \theta_6[m] h_{1n}[n-m], \quad (5)$$

$$h_{2n}[n] = \frac{1}{\mathcal{E}} \sum_{m=0}^n \theta_8[n-m] q_{2n}[m] - \sum_{m=0}^{n-1} \theta_7[n-m] h_{2n}[m], \quad (6)$$

где

$$A_1[n] = \theta_5[n] - \sum_{m=0}^{n-1} \theta_4[n-m] q_{1n}[m],$$

$$\theta_1[n] = \kappa_1[n] + \kappa_2[n], \quad \theta_2[n] = \kappa_5[n] - \kappa_3'[n],$$

$$\theta_3[n] = \kappa_4[n], \quad \theta_4[n] = 1 + \kappa_3[n], \quad \kappa_3' = \sum_{m=r,\lambda}^n \kappa_3[m],$$

$$\theta_5[n] = \sum_{m=0}^n \kappa_5[n] = n + 1, \quad \theta_6[n] = \kappa_1[n] - \kappa_2[n],$$

$$\theta_7[n] = \kappa_6[n] + \kappa_7[n], \quad \theta_8[n] = 1 - \kappa_8[n],$$

$$\kappa_j[n] = \begin{cases} 0 & \text{при } n < \eta_j \\ e^{-\eta_j} + \eta_j \sum_{m=\eta_j+1}^n e^{-\eta_j m} \frac{I_1(\theta_j \sqrt{m^2 - \eta_j'^2})}{\sqrt{m^2 - \eta_j'^2}} & \text{при } n \geq \eta_j \end{cases}$$

$$j = 3, 5, 8, \quad \eta_3 = 2\alpha_1\tau_1, \quad \eta_3' = r_1\lambda_1, \quad \theta_3 = \frac{\alpha_1 T}{\lambda}, \quad r_1 = \frac{\tau_1}{\tau}, \quad \eta_5 = \alpha_1\tau_1,$$

$$\eta_5' = 0,5r_1\lambda, \quad \theta_5 = \theta_3, \quad \eta_8 = 2\alpha_2\tau_2, \quad \eta_8' = r_2\lambda, \quad \theta_8 = \frac{\alpha_2 T}{\lambda}, \quad r_2 = \frac{\tau_2}{\tau},$$

$$\kappa_1[n] = e^{-\epsilon_1 n} I_0(\epsilon_1 \sqrt{n^2 - \epsilon_2'^2}), \quad \text{где } e = 2, 4, 7, \quad \epsilon_2 = \theta_3, \quad \epsilon_2' = \eta_3',$$

$$\epsilon_4 = \epsilon_2, \quad \epsilon_4' = \eta_5', \quad \epsilon_7 = \theta_8, \quad \epsilon_7' = \eta_8', \quad \kappa_8[n] = e^{-\epsilon_8 n} I_0(\epsilon_8, n),$$

где $\xi = 1,6$, $\alpha_1 = \theta_3$, $\alpha_2 = \theta_8$

В выражение (5) входит неизвестная функция $h_{1n}[n]$, для определения которой подставим значение функции $q_{1n}[n]$ из (5) в (6):

$$h_{1n}[n] = \frac{1}{\mathcal{E}} \sum_{m=0}^n \theta_8[n-m] \left\{ A_1[m] - \sum_{j=0}^m \theta_6[j] h_{1n}[m-j] \right\} - \sum_{m=0}^{n-1} \theta_7[n-m] h_{1n}[m] \quad (7)$$

Окончательное выражение (7), после некоторых элементарных математических преобразований, можно представить в виде:

$$h_{1k}[n] = \theta (A_2[n] - A_3[n]), \quad (8)$$

где

$$A_2[n] = \frac{1}{\theta} \sum_{m=0}^n \theta_s [n-m] A_1[m] - \sum_{m=0}^{n-1} \theta_7 [n-m] h_{1k}[m],$$

$$A_3[n] = \frac{1}{\theta} \sum_{m=1}^n \theta_s [n-m] \sum_{j=0}^{m-1} \theta_6 [m-j] h_{1k}[j] - \frac{\theta_6[0]}{\theta} \sum_{m=0}^{n-1} \theta_s [n-m] h_{1k}[m],$$

$$\theta = \frac{1}{1 + \frac{1}{\theta} \theta_6[0] \theta_s[0]}$$

Таким образом, получили связанные между собой выражения. Это позволяет численным методом последовательно по рекуррентным соотношениям определить значения функций $q_{1k}[n]$, $h_{2k}[n]$ и $q_{1k}[n]$

Литература

1. Кадымов Я. Б. Переходные процессы в системах с распределенными параметрами. Наука, М., 1968.
2. Цыпкин Я. З. Теория линейных импульсных систем. Физматгиз, 1963.
3. Кадымов Я. Б., Мамедов А. И., Мусаев В. Г. ИВУЗ "Нефть и газ", № 2, 1978.
4. Корелев М. А. Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов, № 8, М., ВНИИОЭНГ, 1978.
5. Кадымов Я. Б., Мамедов А. И., Аскерзаде Б. А., Алиев Р. М. ДАН Азерб. ССР, № 8, 1981.

НИПИ НЕФТЕХИМАВТОМАТ

Поступило 21. VII 1981

Р. М. Алиев

МАКИСТРАЛ НЕФТ МӘСУЛЛАРЫ КӘМӘРИНДӘ МӘРКӘЗДӘНГӘЧМА
НАСОСУ ИЛӘ НЕФТ МӘСУЛЛАРЫНЫҢ АРДЫЧЫЛ ВУРУЛМАСЫНЫҢ
КЕЧИД ПРОСЕСЛӘРИНИҢ ҺЕСАБЛАҢМАСЫ

Мәғаләдә макистрал нефт мәсуллары кәмәриндә мәркәздәнгәчма насосу иле нефт мәсулларының ардычыл вурулмасының кечид просесләринин һесаблинамасы методу тәклиф едилмишдир.

R. M. Aliev

NONSTATIONARY PROCESSES DESIGN OF CONSEQUENT PETROLEUM
PRODUCTS TRANSFER WITH CENTRIFUGAL PUMP UNIT
IN THE MAIN PRODUCTS PIPE LINE

The numerical design method of nonstationary processes of consequent transfer of two petroleum products is given in the work.

УДК 553.982

ХИМИЯ НЕФТИ

Ф. Р. БАБАЕВ

РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НЕФТЕЙ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР В. С. Алиевым)

В настоящее время наряду с традиционным изучением химического состава нефти обязательным является исследование гетерокомпонентов нефти, к числу которых относятся и микроэлементы.

Данные о микроэлементах нефтей способствуют расширению наших представлений о нефтематеринском материале и о тех геохимических условиях, при которых он изменялся в процессе нефтеобразования.

Из большого числа микроэлементов, содержащихся в нефтях, менее всего изучены радиоактивные элементы, хотя они представляют большой интерес для нефтяной геохимии [7, 8].

Геохимические данные о распространении и распределении радиоактивных элементов важны не только для разработки органической геохимии радиоэлементов, но и для решения вопросов проблемы происхождения нефти, ее миграции, расширения ресурсов урана, усовершенствования радиометрических методов поисков нефти [2, 5, 27, 30].

В настоящей статье сделана попытка обобщить накопленные данные по содержанию радиоэлементов в нефтях некоторых месторождений Советского Союза.

Систематическое изучение радиоактивности нефтей было начато после установления высоких содержаний радия в нефтяных водах [9].

Ранее изучение радиоактивности нефтей в пределах СССР было отнесено к исследованию нефтей месторождений Биби-Эйбат и Наф-талан.

В 33 образцах нефтей месторождения Биби-Эйбат радия не было обнаружено [16]. Отрицательным был ответ по вопросу содержания радия и в нефтях месторождения Наф-талан [14].

Спустя несколько лет в работе [24] появляются сведения о наличии урана в некоторых пробах зол нефтей месторождений Биби-Эйбат и Наф-талан.

Из исследованных же 20 образцов нефтей Бакинского района, только в 9 удалось обнаружить слабую радиоактивность, за счет содержания радия не более $3,5 \cdot 10^{-1} \%$ [15].

Определения радиоэлементов проведены для 13 проб нефтей месторождения Наф-талан. Содержание урана изменяется в широких пределах от $8,4 \cdot 10^{-7}$ до $4848 \cdot 10^{-7}$ г/кг [19], оно связано с асфальтово-смолистыми компонентами и отсутствует зависимость от удельного веса [18].

Нефти некоторых месторождений Кировабадской области (Азерб. ССР) также содержат уран (в среднем) от $5,6 \cdot 10^{-7}$ — $131 \cdot 10^{-7}$ г/кг [18].

Необходимо отметить, что содержание радиоэлементов в большинстве исследованных нефтей на несколько порядков ниже кларкового [19].

В работе [30] представлены результаты определения урана в нефтях третичных и отчасти мезозойских (верхний мел) отложений Азербайджана.

Все радиоэлементы (уран, торий, ионий, радий) в нефтях могут быть отнесены к числу постоянных микрокомпонентов. Обнаруживается различие в концентрации урана в нефтях отдельных месторождений [30].

По повышенному содержанию урана выделяются нефти метано-нафтового типа, т. е. наблюдается зависимость между содержанием урана и химическим типом нефти. Состав нефти в какой-то степени влияет на накопление в ней урана [1,30].

В. А. Уиковская [23] обнаружила уран в нескольких образцах из Берекея (Даг. АССР) Майли-Су, Шубар-Кудак (Казахск. ССР).

Р. А. Твердова и др. [5, 20, 22] изучали радиоактивность нефтей Волгоградской области. В 35 пробах нефтей из отложений карбона и девона уран содержится в пределах от $0,21 \cdot 10^{-6}$ до $4,76 \cdot 10^{-5}$ г/л и является составной частью золы нефтей девона и карбона, что, по-видимому, указывает на их генетическую связь.

В нефтях палеозоя Волгоградской области уран изменяется в пределах $6,5 \cdot 10^{-8}$ — $1,5 \cdot 10^{-5}$ г/л.

Анализ 70 проб нефтей Нижнего Поволжья [21] показал, что концентрация урана в нефтях Нижнего Поволжья изменяется от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $6,0 \cdot 10^{-6}$ г/л.

Для исследованных нефтей авторы прослеживают зависимость содержания урана от асфальто-смолистой части нефти. Отмечается тенденция увеличения содержания урана с увеличением удельного веса нефтей, а для нефтей Нижнего Поволжья с возрастанием в нефти содержания серы, азота и нафтеновых углеводородов [5, 20—29]. Г. П. Шкретта [26,28] для нефтей Гнедынецовского и Рыбальского месторождений отмечает, что величина радиоактивности меняется в зависимости от удельного веса [26] и от содержания смол и парафинов [28]. Характер распределения и пространственного изменения радиоактивности нефтей Днепровско-Донецкой впадины изучался им на основании исследования флюидов месторождений. Анализ подвергнуто 300 проб нефтей из 17 месторождений [27].

Выявлено, что радиоактивность нефтей присуща непосредственно самим углеводородам и связана, вероятно, со смолистой частью [27], скорее всего с содержанием порфиринов и гетеромолекулярных компонентов [29].

В. А. Филонов [25] определил наличие урана в нефтях Днепровско-Донецкой и Припятской впадин в пределах $(1,48—18,9) \cdot 10^{-7}$ г/л. Содержание урана находится в обратной зависимости от зольности нефти.

Результаты исследований нефтей палеогеновых отложений Ферганской депрессии позволили А. К. Лисицину [13] установить четкую связь содержания урана в нефти с величиной ее удельного веса. Уран и радий обнаружены в нефтях месторождения Небит-Даг (Туркмения) [30].

На радиоактивность изучены нефти из разных горизонтов палеозойских отложений Башкирии [11]. Авторы отмечают, что радиоактивность нефтей в среднем падает с уменьшением удельного веса, содержания серы и смолистых веществ.

Проведены определения содержания урана в нефтях месторождений Гойткорт (Восточное Предкавказье) и Караулбазар (Амударьинский нефтегазоносный бассейн). Содержание урана $(5,7—11,3) \cdot 10^{-6}$ г/л [2].

Концентрация урана в пробах нефтей Жирновского месторождения — $4,2 \cdot 10^{-9}$ г/г, а в пробах нефти Преображенской площади — $0,51 \cdot 10^{-9}$ г/г [8].

Для нефтей Припятского прогиба сохраняется общая тенденция возрастания содержания урана с увеличением смолистости и удельного веса нефтей [6, 10]. Накопление урана, по-видимому, происходит как в результате окисления, так и утяжеления нефтей [6].

В нефтях палеозойских отложений Волгоградского Поволжья содержание урана изменяется от 5,0 до $60,0 \cdot 10^{-7}$ г/л и полностью соответствует изменению физико-химических свойств нефтей и гидрогеологической обстановке в разрезе [24]. На примере Волгоградского Поволжья и Белорусии выявляется тенденция увеличения урана с уменьшением глубины их залегания и соответствующим ростом их удельного веса [9].

Р. П. Готтих [9а] с сотрудниками определили уран и радий в нефтях различных регионов Советского Союза. Содержание урана изменяется от $0,7 \cdot 10^{-7}$ до $6,2 \cdot 10^{-7}$ % на сырую нефть.

Из приведенного фактического материала видно, что к настоящему времени накоплен материал, на основании которого можно в общем виде оценить содержание, предположить форму нахождения и поведения урана в нефтях [24].

Предполагается, что радиоактивные элементы находятся в нефтях в виде металлоорганических соединений [28], сконцентрированы в «тяжелой» части нефти [29]. Значительное количество урана связано с порфириновыми комплексами [5, 20, 22], могут быть взвешенные тонкие частицы уранинита или других урановых минералов и уран, свободно сорбирован на поверхности нефтяных молекул. Ассоциация урана с органическими веществами неслучайна [25, 30].

В. И. Вернадский давно указал на роль органических веществ в концентрации урана: «...Эта концентрация урана органическим веществом — факт исключительный в его геохимической истории...». На связь урана с органическим компонентом указывает также обратная зависимость зольности нефти и содержания урана [25, 30].

Причиной радиоактивности нефти, по-видимому, является растворенная в ней эманация радия, содержание которой колеблется в значительных пределах в зависимости от местности и физических свойств нефти [3].

Ассоциация урана с нефтью, несомненно, является результатом способности ее составных частей, имеющих определенные функциональные группы, улавливать и, следовательно, переносить этот элемент. Хотя существенными для процесса переноса металлов сырой нефтью считаются порфирины, кажется вероятным, что наиболее важными в качестве носителей могут оказаться асфальтены и нафтеновые кислоты [4].

Ни растения, ни животные обычно не содержат уран в заметных количествах. Поэтому причиной проникновения урана в месторождения углесодержательных веществ должны быть вторичные процессы [4].

Накопление урана в нефтях происходит за счет поступления урана извне в процессе окисления нефтей, однако уровень накопления зависит от гидрогеологической обстановки [24]. Окисленные продукты изменения нефтей лучше осаждают уран, чем свежие нефти. Более активно аккумулируется уран дегазированными тяжелыми нефтями [12].

1. Алекперов Р. А. Автореф. канд. дисс., 15 с. Баку, 1960.
2. Алексеев Ф. А., Спиридонов А. И., Зверев В. Л., «Ядерная геология», стр. 107—110. М., 1974.
3. Боговлянский Л. Н. «Изв. ин-та прикладной геофизики», вып. 4, стр. 311—314, 1928.
4. Брегер И. А., Дьюл М. «Геология атомных сырьевых материалов», 95—105. М., 1956.
5. Геохимическая характеристика нефтей и битумов нижнего и среднего карбона месторождений Волгоградской области. Труды ВНИИНГ, вып. 1, 225—247 (авт.: Р. А. Твердова, А. Н. Астахова, А. В. Яковлева, А. Я. Куклинский). Гостоптехиздат, 1962.
6. Глотова Е. С., Грибик Я. Г. «Ядерная геология», 76—82. М., 1978.
7. Глотова Е. С., Крючкова Л. Ф., Филиппова В. В. «Ядерная геология», 108—114, М., 1978.
8. Горбатьюк О. В., Миллер В. В., Спиридонов А. И. «Ядерная геология», 115—122, М., 1978.
9. Готтих Р. П. Автореф. докт. дисс. М., 1975.
- 9а. Готтих Р. П. — Радиоактивные элементы в нефтегазовой геологии. 253 с. М. «Недра» 1980.
10. Грибик Я. Г. Автореф. канд. дисс., 29 л., 1980.
11. Гусева А. Н., Зурова Н. А. Нефтегазовая геология и геофизика, № 2, 60—62, 1963.
12. Данчев В. И., Лапинская Т. А. Месторождения радиоактивного сырья, 254. Изд-во «Недра», М., 1965.
13. Лисицын А. К. «Геохимия», № 7, 634—639, 1960.
14. Лопухин Е. Б. Труды Аз. ОЗФАН СССР, серия физ.-хим., вып. 8, 3—8, 1935.
15. Лопухин Е. Б., Попов Н. П., Абасзаде А. К. Труды АзОЗФАН СССР, серия физ.-хим., вып. 8, 9—18, 1935.
16. Никитин Б. А., Меркулова М. С. Труды Гос. радиового ин-та. Госхимтехиздат. Ленинградское отделение, т. 2, 160—176, 1933.
17. Оношко И. С. Радиоактивные элементы в горных породах, ч. 1, 55, Новосибирск, 1972.
18. Покидин В. К., Прозорович Э. А., Асадуллаева Ф. А. Труды Азерб. НИИ по добыче нефти, вып. 22, ч. 141—152, 1970.
19. Радиоактивные элементы в нефтях Нафтала. Азерб. нефт. хоз-во, № 5, 14—16 (авт.: А. А. Ализаде, В. К. Покидин, Э. А. Прозорович, Ф. А. Асадуллаева), 1970.
20. Твердова Р. А. Геологические исследования на нефть и газ в Волго-Уральской области. Изд-во ЦНИИТЭнефть, М., с 76—80, 1964.
21. Твердова Р. А., Федина В. В. «Геохимия», № 7, 1045—1049, 1974.
22. Твердова Р. А., Федина В. В. Труды ВНИИНГ, вып. 8, 30—38, 1965.
23. Унковская В. А. «ДАН СССР», т. 29, № 5—6, 379—382, 1940.
24. Ураноносность нефтей палеозойских отложений Волгоградского Поволжья. В сб. «Ядерная геология», 66—67 (авт. Е. С. Глотова, Л. Ф. Крючкова, Р. А. Твердова, Н. В. Филиппова), М., 1978.
25. Филонов В. А. «ДАН СССР», т. 159, № 2, 355—356, 1964.
26. Шкретта Г. П. Геология и геохимия горючих ископаемых. «Наукова Думка», вып. 33, 29—37, 1973.
27. Шкретта Г. П. Закономерности образования и размещения промышленных месторождений нефти и газа, 154—156. Львов, 1972.
28. Шкретта Г. П. «ДАН УССР», Б, № 6, 531—533, 1971.
29. Шкретта Г. П. Происхождение нефти и газа и формирование их промышленных залежей, 399—412, «Наукова Думка», 1971.
30. Эфендиев Г. Х., Алекперов Р. А., Нуриев А. Н. Вопросы геохимии радиоактивных элементов нефтяных месторождений, 151., Изд-во АН Азерб. ССР, Баку, 1964.

АГУ им. С. М. Кирова

Ф. Р. Бабаев

Поступило 25. XI 1980

НЕФТИН РАДИОАКТИВ ЕЛЕМЕНТЛЭРИ

Мәгаләдә Совет Иттифагынын бәзи җатагларынын нефтләриндә ашкар олунмуш радиоактив элементләр һаггында мә'луматлар топланылмышдыр. Көстәрилән җатагларынын нефтләриндә уранын мигдары $(0,005-15000) \cdot 10^{-7}$ г/л. вә җа $(5 \cdot 10^{-10}-15 \cdot 10^{-4})$ г/л гәдәрдир.

F. R. Babayev

RADIOACTIVE ELEMENTS OF OIL

In present paper we attempt to generalize the early accumulated data on radioactive elements in oil of some deposits of U.S.S.R. The maintenance of uranium in oil of mentioned deposits shakes from $0.005 \cdot 10^{-7}$ g/l to $15,000 \cdot 10^{-7}$ g/l.

УДК 551.248,2(479.24)

ТЕКТОНИКА

О. Н. ШИРИНОВ

РЕЗУЛЬТАТЫ ПАЛЕОСЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
НА ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. А. Ализаде)

Для оценки сейсмичности, проведения сейсмического районирования и долгосрочного прогнозирования землетрясений, наряду с анализом данных инструментальных наблюдений, важное значение имеет изучение результатов палеосейсмо тектоники. К настоящему времени имеется некоторый опыт изучения землетрясений прошлых эпох путем применения геоморфологических, геологических, археологических и других методов [1, 5]. Указанными авторами генетически выделяются две разновидности морфоскульптур (форм рельефа), связанных с палеосейсмо тектоническими процессами: гравитационно-сейсмо тектонические и сейсмогравитационные.

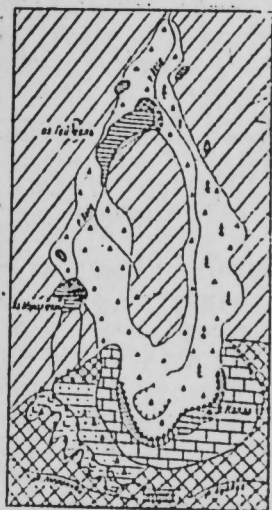
Гравитационно-сейсмо тектонические морфоскульптуры представляются, главным образом, обвалами и связаны с активными сейсмогенными разломами. Сейсмогравитационные морфоскульптуры представляются деструктивными и аккумулятивными формами (оседания склонов гор, обвалы, оползни, земляные лавины, потоки и т. д.) и связаны с катастрофическими землетрясениями 7—9 баллов.

Широко развиты на горной территории Азербайджана обвалы, оползни и формы совместного их проявления, особенно развитые и имеющие большие размеры на тех участках, которые отличаются высокой сейсмичностью. К сожалению, эти формы с точки зрения их связи с сейсмо тектоническими и сейсмическими процессами почти не изучены.

Для Малого Кавказа характерно развитие крупнейших обвалов, из которых следует особо подчеркнуть обвалы на г. Кяпаз, южном склоне Муровдагского хребта, Богурханском поднятии и г. Большой Кирс на Карабахском хребте и т. д.

Наиболее крупной и достоверно связанной с катастрофическими землетрясениями морфоскульптурой на Малом Кавказе является обвал на г. Кяпаз (рис. 1). Развитие его имеет сложную и длительную историю. В литературе принято считать, что обвал г. Кяпаз, запрудивший р. Ахсу, и образование оз. Гей-гель происходили во время катастрофического Гянджинского землетрясения 1139 г., которое основывается на письменное сообщение великого азербайджанского поэта и мыслителя Низами Гянджеви. Анализ строения рельефа показывает, что это был не единственный обвал на г. Кяпаз. Разрушение ее началось с глубокой древности и неоднократно возобновлялось в последующем. Скопления крупных глыб из кяпазских известняков прослеживаются и на противоположном левом берегу р. Ахсу, на поверхности террасы высотой 60 м.

над урезом оз. Гей-Гель. С учетом глубины озера (90 м) и мощности озерных отложений (около 20 м) можно полагать, что до образования озера русло р. Ахсу находилось по отношению к уровню указанной террасы ниже на 170 м. Очевидно, что глыбы известняков, лежащие на поверхности, этой террасы, не могли преодолеть глубокую долину и они образовались намного раньше, когда русло реки находилось на уровне террасы.



Это позволяет заключить, что первоначальный обвал г. Кяпаз. происходил в конце эоплейстоцена, когда резко усиливались тектонические движения, сопровождаемые катастрофическими землетрясениями, и неоднократно повторялся в последующем, включая и 1139 г.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

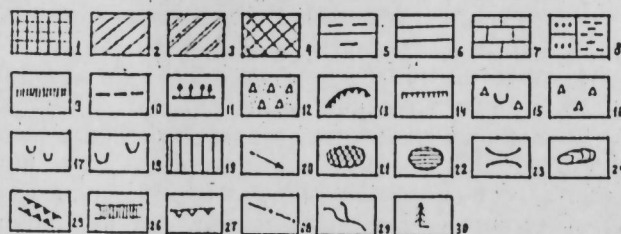


Рис. 1. Схема сейсмогравитационного обвала на г. Кяпаз (М. Кавказ):

1 — сейсмоактивные высокие горы; 2 — сейсмоактивные средние горы; 3 — моноклинные хребты; 4 — сейсмоактивные высокие инверсионные горы на выступах глубинного субстрата; 5 — наложенные впадины; 6 — поверхности выравнивания; 7 — верхнеюрские массивные известняки, слагающие синклинальные плато и вершины; 8 — песчаники (а) и сланцы (б), горизонтально лежащие и подстилающие известняки; 9 — глубинные разломы; 10 — разломы и разрывы; 11 — надвиги; 12 — зоны разрыхления пород вдоль разломов, разрывов и раздвигания макроблоков; 13 — плоскости отрыва сейсмогравитационных микроблоков в коренных породах; 14 — плоскости отрыва в рыхлых образованиях; 15 — сейсмогравитационные овально-оползневые формы; 16 — сейсмогравитационные обвалы; 17 — оползневые потоки; 18 — локально развитые оползни; 19 — сейсмогравитационные макроблоки; 20 — направления движения сейсмогравитационных блоков; 21 — обвальные плотины; 22 — озера и болота, образовавшиеся в результате сейсмогравитационных процессов; 23 — перевальные седловины в зоне раздвигания крупных блоков; 24 — скалистые гребни; 25 — антецедентные долины; 26 — сквозные долины — фрагменты древних долин; 27 — уступы в горизонтально залегающих породах; 28 — водоразделы хребтов; 29 — реки и ручьи; 30 — еловые леса на обвалах.

Интенсивное развитие обвалов на г. Кяпаз было обусловлено также тектоникой, т. е. расположением ее в зоне поперечного поднятия, которое Э. Ш. Шихалибейли [7] проводит через г. Кяпаз и г. Гямыш.

В юго-восточной части Большого Кавказа чрезвычайно интенсивно развиты оползни [2, 3, 4]. При прочих равных условиях они особенно широко распространены в сейсмоактивных зонах, для которых характерны интенсивные современные движения и разрушительные высокобалльные землетрясения (7—9 баллов).

Сеймотектонические процессы и катастрофические землетрясения настолько воздействуют на рельеф земной поверхности, что местами,

кроме морфоскульптур, образуются и особые морфоструктуры, отличающиеся от первых относительно крупными размерами, сложностью генезиса и строения. Далее нами дается характеристика некоторых из них.

Канлыгельская тектоно-гравитационная котловина образовалась на южном склоне Муровдагского хребта в зоне упомянутого поперечного поднятия, активного в новейшем этапе, на узле

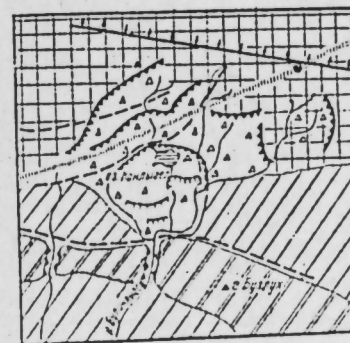


Рис. 2. Схема сейсмогравитационного обвала в районе оз. Канлыгель на южном склоне Муровдагского хребта (М. Кавказ). Обозначения те же, что и на рис. 1.



Рис. 3. Схема сейсмогравитационного обвала вблизи г. Гямыш Муровдагского хребта (Малый Кавказ). Обозначения те же, что и на рис. 1.

пересечения Муровдаг-Зодского поперечного сейсмогенного разлома и Муровдагского надвига, в результате грандиозного обвала и оползания, вызванного сеймотектоническими процессами (рис. 2). Она расположена на высоте 2000—2600 м и занимает около 20 км² площади. Формирование ее происходило в несколько фаз. Река Булангсу образовала в обвально-оползневой массе врез глубиной 60 м, свидетельствующий о древности (поздний плейстоцен) начальных фаз развития обвала. В результате неоднократного повторения обвала вдоль северного борта котловины оз. Канлыгель образовались серии, вложенных друг в друга, тектоно-гравитационных цирков, морфологически схожие с ледниковым цирком. Однако никаких следов оледенения нами здесь не было обнаружено.

Карагельская тектоно-гравитационная котловина приурочена также к полосе указанного поперечного поднятия. В ее образовании главная роль принадлежит сеймотектонике и обусловленным ею гравитационным процессам, следы которых прослеживаются на склоне г. Гямыш на высоте 3200 м в виде огромного цирка и плоскости отрыва крупнейшего обвала. В результате обвала образовался мощный (до 150 м) поток грубообломочного глыбового материала в объеме 1,012 км³, который с большой скоростью двигался на юг и на высоте 2200 м загородил истоки р. Тоурагайчай. Образовалось оз. Карагель (рис. 3). Образование котловины оз. Карагель также не имеет ничего общего с четвертичным оледенением. Но, возможно, что эти тектоно-гравитационные формы впоследствии использовались небольшими каровыми и неподвижными ледниками.

Сеюдлинская тектоно-гравитационная котловина

вая котловина сформирована на узле пересечения Муровдаг-Зодского и Восточно-Севанского глубинных сейсмогенных разломов. Она образовалась на высоте 2200—2600 м, в результате катастрофических сеймотектонических процессов, приведших к оседанию территории пло-

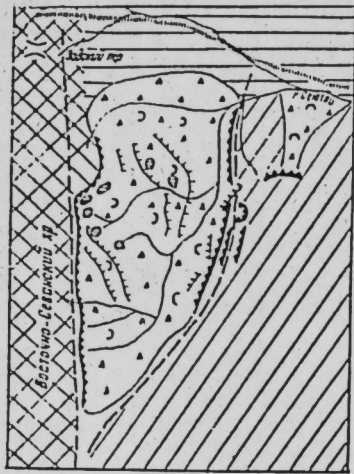


Рис. 4. Схема сеймотектонической грабеновой котловины на восточном склоне Восточно-Севанского хребта (М. Кавказ). Обозначения те же, что и на рис. 1.

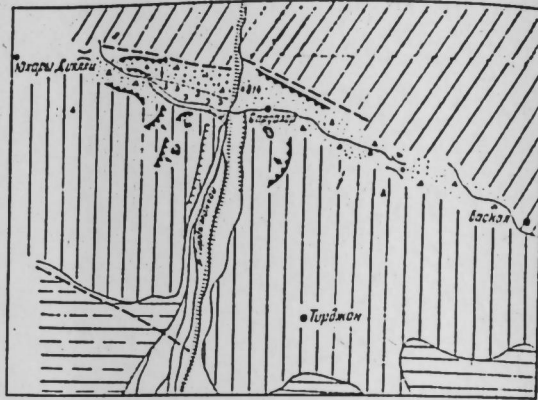


Рис. 5. Схема сеймотектонических и сеймогравитационных форм на южном склоне Ниялдагского хребта (Б. Кавказ). Обозначения те же, что и на рис. 1.

щадью 40 км² (рис. 4). Оседание поверхности сопровождалось крупными обвалами и оползнями, продукты которых мощностью 150 м и объемом в 5—6 км³ заполняют котловину. Поверхность этой толщи образует бугристо-западинный и ступенчатый рельеф.

Первоначально котловина образовалась, по-видимому, в среднем плейстоцене, о чем свидетельствует глубина вреза (120—160 м) речной сети в обвально-оползневую массу. В последующем развитие ее неоднократно возобновлялось и продолжается в современную эпоху.

Сардахарская тектоно-гравитационная гряда образовалась на южном склоне Ниялдагского хребта (Большой Кавказ), довольно активного в новейшем этапе. Интенсивные тектонические движения, периодически сопровождаемые высокобалльными землетрясениями, наблюдаются здесь и в современную эпоху. Гряда образовалась на узле пересечения Западно-Каспийского (Гирдыманчайского) поперечного глубинного разлома с продольным Ниялдагским сейсмогенным разломом, вследствие отрыва от хребта крупного блока и гравитационного смещения ее в южном направлении (рис. 5). Блок занимает 120 км² площади. Развитие его протекает довольно медленным темпом, но периодически (возможно, во время землетрясений) сопровождается катастрофически действующими оползнями, типа Караноурского оползня 1973 г. Плоскость отрыва блока отчетливо прослеживается наличием полосы обнаженного крутого склона, где коренные породы сильно раздроблены.

Вдоль плоскости отрыва, где много родников, закладываются долины небольших ручьев. Местами в связи с оседанием тыловой части тектоно-гравитационных микроблоков, по линии плоскости отрыва встречаются небольшие понижения, занятые озерами и болотами.

Из всего изложенного видно, что в современном рельефе Азербайджана широко развиты формы рельефа, генетически связанные с палеосеймотектоническими явлениями. Детальное и всестороннее изучение их может пролить свет на реконструкцию палеосеймотектонических условий прошлых эпох и оценку сейсмичности отдельных регионов. При этом одновременно можно решить вопрос о роли сеймотектоники и отдельных катастрофических землетрясений в развитии рельефа, чему не уделяется должного внимания.

Литература

1. Агамирзоев Р. А. Геофизическое исследование в сеймоопасных зонах. М., 1971.
2. Ахмедбейли Ф. С. Неотектоника восточной части Большого Кавказа. Изд-во АН Азерб. ССР. Баку, 1966.
3. Будагов Б. А. Геоморфология и новейшая тектоника Юго-Восточного Кавказа. Изд-во «Элм». Баку, 1973.
4. Лилиенберг Д. А. Рельеф южного склона восточной части Большого Кавказа. Изд-во АН СССР. М., 1962.
5. Солоненко В. П. Хромовских В. С. Мощные землетрясения Большого Кавказа. «Природа», № 6, 1974.
6. Шихалибейли Э. Ш. Геологическое строение и история тектонического развития восточной части Малого Кавказа. Тектоническая структура и магматизм. Изд-во АН Азерб. ССР. Баку, 1966.

Институт геологии

Поступило 16. III 1981.

О. Н. Ширинов

АЗƏРБАЙҖАН ƏРАЗИСИНДƏ ПАЛЕОСЕЙМОТЕКТОНИК ПРОСЕСЛƏР ВƏ ОНЛАРЫН НƏТИЧƏЛƏРИ ЫАГГЫНДА

Азəрбајҗанын дағлығ əразисинин релјефиндə мənшəји сеймотектоник просеслəрлə вə зəлзələ илə əлағадар олан формалар кенш јайлымышдыр. Онларын өјрəнилмəsi əразинин сеймик рəјонлашдырылмасында вə зəлзələлəрнин əввэлчəдэн хəбэр верилмэдə бəјүк əһəмијјэт кəсб едир.

O. N. Shirinov

THE RESULTS OF THE PALEOSEISMOTECTONIC PROCESSES ON AZERBAIJAN TERRITORY

In mountain part of Azerbaijan the forms of relief, connected with seismotectonic processes and earthquakes, are widely developed. Their research has a great meaning for seismic zonation and prognosis of the earthquakes.

УДК 552.52(479.24)

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Р. А. МАХМУДОВ, О. А. МАРКАРОВА, В. А. ВЕЛИЕВА

ЛИТОФАЦИИ И ЭЛЕКТРОКАРОТАЖНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
МИОЦЕН-ПЛИОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАКИНСКОГО
АРХИПЕЛАГА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. Д. Султановым)

Район Бакинского архипелага в тектоническом отношении является продолжением в Каспийском море складчатости юго-восточной части Гобустана в его северной части и в южной — Нижнекуринской депрессии.

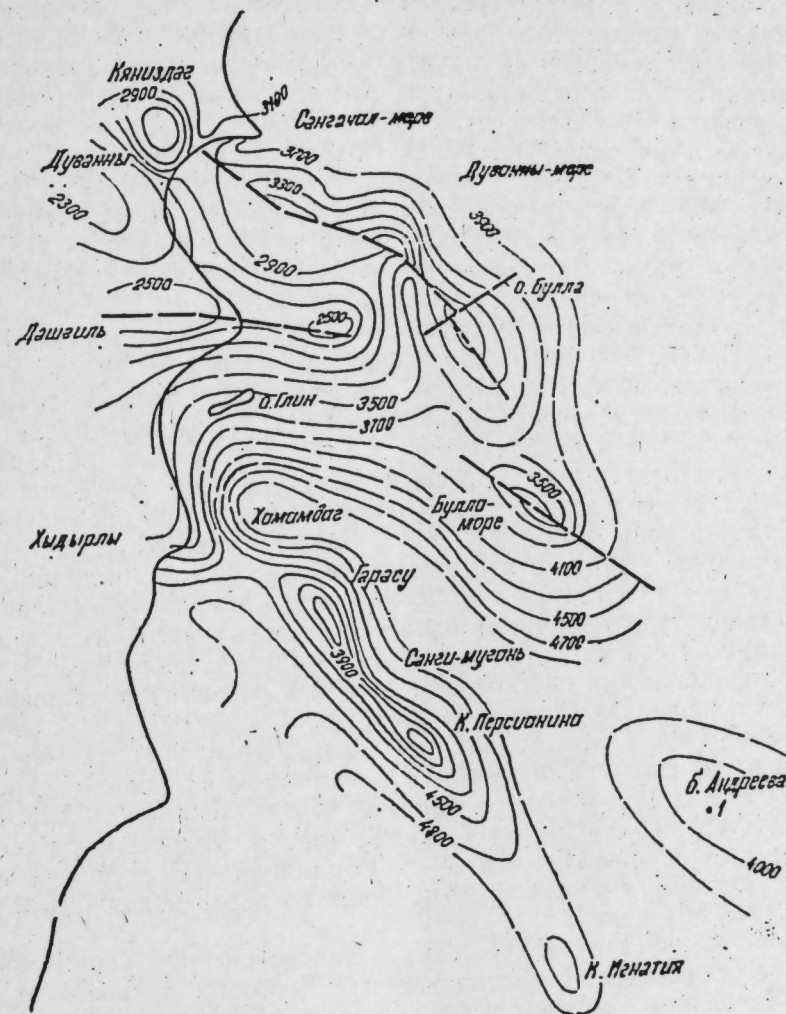
В геологическом строении этого района и прилегающей суши принимают участие в основном миоцен-антропогенный комплекс отложений общей мощностью 6 500 м и более. Твердые продукты выбросов многочисленных грязевых вулканов, осложняющих строение структур в их сводовых частях, свидетельствуют о том, что в строении региона принимают участие также отложения мезозой-палеогенового возраста от юры до олигоцена включительно. Наиболее древние отложения, выходящие на дне моря, относятся к верхнему отделу продуктивной толщи (средний плиоцен).

Чокракский ярус (средний миоцен) литологически представлен известковистыми глинами с пропластками песчаников. Вскрыт скв. 534 и 550, пробуренных на юго-западном крыле складки Сангачал-море. В 1976 г. из этих отложений в скв. 534 (4780—4778 м) был получен фонтан нефти. В этих же отложениях на прилегающей суше-площади Дуванны выявлена газоконденсатная залежь [2]; при опробовании разведочной скв. 70 получили фонтан газа с дебитом 1 млн. м³/сут и конденсата 100 т/сут.

Диатомовые слои (верхний миоцен) литологически представлены плотными глинами с пропластками песчаников; вскрыты как на морских площадях — Сангачал-море (скв. 10, 19, 27), Дуванны-море (скв. 82), так и структурах обрамления — Кянизадаг (скв. 19), Дашгиль (скв. 56, 31, 60). Причем, газокаротажные исследования разреза отложений в интервале глубин 3 640—4 000 м (скв. 60, Дашгиль) показали газонасыщенность миоценовых отложений.

В целом подстилающие ПТ миоцен-палеогеновые отложения считаются одним из перспективных объектов поисково-разведочного бурения, мощность и гипсометрическая глубина залегания которых возрастают в направлении регионального погружения в сторону центральных частей Южно-Каспийской впадины [1]. Если в северной части архипелага перспективы нефтегазоносности улучшаются в сторону погружения (Булла-море, б. Андреева), то в пределах антиклинальной зоны Пирсагат—б. Корнилова—Павлова наиболее перспективными с целью

выявления залежей в миоценовых отложениях следует считать гипсометрически повышенные структуры, как Пирсагат, Хамамдаг-море, Гарасу и др., если учесть, что по аналогии с ПТ литофациальные условия



в пределах этой зоны, видимо, будут ухудшаться с СЗ на ЮВ в сторону регионального погружения. Немаловажное значение имеют небольшие ожидаемые на названных поднятиях глубины вскрытия палеоген-миоценовых отложений, доступные здесь для технического освоения.

Понтический ярус (нижний плиоцен), литологически представлен преимущественно глинами, как правило, не вскрыт на морских структурах, за исключением площадей Дуванны-море (скв. 523, 82), где считается вскрытой кровля понтического яруса, и Алят-море (скв. 3), где после вскрытия подошвы НКГ скважина вошла в подстилаю-

щие отложения, относимые к понтическому ярусу, вскрыв с сокращением нижний отдел продуктивной толщи.

Продуктивная толща (средний плиоцен) имеет повсеместное распространение и является основным нефтегазоносным объектом. Она размыта на сводах антиклинальных поднятий до своего максимума 800—900 м от ее кровли на структурах Хамамдаг-море, Сангачал-море, Дуванны-море, на своде структуры Камень Персипинна — 400—450 м от ее кровли и несколько меньше (200—350 м) на сводах структур Санги—Мугань, Алят-море, Погорелая Плита. В основном прибуренные здесь скважины не достигли подошвы ПТ. Вскрытая мощность ПТ составляет 3800—4000 м и даже доходит до 4700 м (К. Игнатия, скв. 5; Санги—Мугань, скв. 4). Предполагаемая полная мощность ПТ составляет 4800—5200 м. Литологически вскрытая часть ПТ представлена глинистыми образованиями с прослоями песка.

Остановившись на отдельных горизонтах и свитах нижнего отдела ПТ — КаС, ПК, VIII (НКП св.) и верхнего отдела — VII, V, наиболее перспективных в нефтегазоносном отношении в пределах архипелага, можно отметить следующее. Характерным для всех них является увеличение мощности в направлении с СЗ на ЮВ общего регионального погружения структур и с севера на юг к центральной части архипелага. Улучшение фации в этом же направлении отмечается для структур антиклинальной зоны Кянизадаг — о. Булла и несколько иная, почти противоположная картина наблюдается в пределах антиклинальной зоны Пирсагат — К. Игнатия, что, прежде всего, по-видимому, связано с поступлением терригенного материала из разных источников сноса.

Калинская свита (КаС), литологически представленная здесь глинами с маломощными прослойками песков и песчаников, вскрыта скважинами на площадях Сангачал-море (скв. 27, 29, 10, 81, 43, 550), Дуванны-море (скв. 17, 82, 83, 521) и о. Булла (скв. 504). Интервал глубин вскрытия свиты 3670—5360 м. Максимальная вскрытая мощность КаС составляет 120—180 м. Песчаность 20% (скв. 550, Сангачал-море). На остальных структурах — Булла-море, б. Андреева, и структурах антиклинальной зоны Пирсагат — б. Корнилова—Павлова она пока не вскрыта. Однако ее можно считать одной из перспективных нефтегазо-насыщенных объектов.

Подкирмакинская (ПК) свита литологически характеризуется частым чередованием глинистых пород с грубообломочными образованиями. Глубоким бурением установлена на СВ крыльях ряда структур: Сангачал-море (скв. 10, 27, 543), Дуванны-море (скв. 83, 88, 17, и др.), о. Булла (скв. 504, 525), Хамамдаг-море (скв. 5, 13), Санги-Мугань (скв. 16, 17). Из общей картины улучшения литофациальной характеристики в направлении регионального погружения антиклинальной зоны Кянизадаг — о. Булла некоторым исключением является подкирмакинская свита, в пределах которой на поднятии Сангачал-море песчаность составляет 37—60%, на Дуванны-море увеличивается до 48—67%, а затем несколько снижается до 40% на о. Булла (по данным одной скважины). На Булла-море подкирмакинская свита пока не вскрыта, что же касается структур антиклинальной зоны Пирсагат — К. Игнатия, где она вскрыта лишь единичными скважинами, песчаность составляет 60% на поднятии Хамамдаг-море и уменьшается до 50% на поднятии Санги-Мугань. Хотя при опробовании скважин из ПК-тан воды с газом, вопрос, о наличии или отсутствии углеводородных скоплений в этих отложениях не решен однозначно. В связи с тенден-

цией улучшения фации в ЮВ направлении повышается перспективность свиты погруженных площадей Булла-море, б. Андреева и др. Высокая перспективность ПК свиты следует также из того, что она продуктивна на соседних площадях суши — Карадаге и Локбатане и на поднятиях Апшеронского архипелага.

По VIII горизонту (НКП свита) в направлении погружения антиклинальной зоны Кянизадаг—о. Булла песчаность увеличивается от 42% на Сангачал-море до 60% и более на Дуванны-море и о. Булла. В пределах же структур антиклинальной зоны Пирсагат—К. Игнатия максимальная песчаность отмечается на площади Хамамдаг-море, где она составляет 45% (скв. 5, 8). По направлению на северо-запад и юго-восток от этого поднятия песчаность заметно уменьшается до 25—38% (скв. 8, Санги-Мугань и др.).

По верхнему отделу ПТ построена карта равных мощностей, из которой видно, что мощности верхнего отдела увеличиваются до 3800—3900 м от гипсометрически повышенных структур Кянизадаг на суше и Сангачал-море до о. Булла, Булла-море, б. Андреева. В присводовой части последней пробурена скв. 1, которая при забое 6158 м вскрыта лишь V горизонт балаханской свиты и прошла по верхнему отделу ПТ примерно 4000 м; следовательно, ожидаемая мощность верхнего отдела ПТ в районе б. Андреева превышает 4500 м. Южнее, в пределах антиклинальной зоны Пирсагат—К. Игнатия мощности верхнего отдела ПТ увеличиваются до 4700 м с северо-запада на юго-восток. Далее, на структурах б. Корнилова—Павлова, им. Фиолетова они, видимо, будут больше. Такая картина изменения мощности верхнего отдела ПТ связана с палеогеографической обстановкой, в условиях которой шло осадконакопление на рассматриваемом участке Южного Каспия. Верхний отдел литологически представлен монотонной толщей глины, к низам которой разрез обогащается песчаным материалом, что позволило в нем выделить песчаные горизонты VII и V, являющиеся здесь основными нефтегазоносными объектами.

По VII горизонту в пределах антиклинальной зоны Кянизадаг—о. Булла общей протяженностью 35 км отмечается тенденция увеличения песчаности в направлении увеличения мощности; пределы ее изменения здесь составляют 35—60%. В пределах антиклинальной зоны Пирсагат — К. Игнатия, где песчаность сравнительно меньше — 30—50% зоны с максимальным содержанием песков 40—50% тяготеют к СЗ крыльям прибрежных структур Хамамдаг-море, Гарасу, замещаясь к юго-востоку зонами с меньшими значениями песчаности 30—40%.

В районе антиклинальной зоны Кянизадаг—о. Булла кровля V горизонта залегает в интервале глубин от 1640 (скв. 29, Дуванны-море) до 3554 м (скв. 504, о. Булла), т. е. в направлении с северо-запада на юго-восток кровля V горизонта погружается примерно на 2000 м. Максимальные значения мощности до 170 м V горизонта встречаются в погруженной части этой зоны (о. Булла). Песчаность увеличивается в среднем от 15% на Сангачал-море, 26% на Дуванны-море до 32% на о. Булла, на Булла-море примерно песчаность V горизонта составляет 35—38% и на б. Андреева она равна 40% (скв. 1). На поднятиях антиклинальной зоны Пирсагат—К. Игнатия песчаность уменьшается с северо-запада на юго-восток.

Важно, что характер изменения литофации приходит в соответствие с электрокаротажными показаниями, отражающими, в частности, степень нефтегазонасыщения. С северо-запада на юго-восток в направле-

нии общего погружения структур идет улучшение показателей геоэлектрической характеристики пластов ρ_k и ПС в пределах северных структур и обратная зависимость в пределах структур южнее расположенной антиклинальной зоны Пирсагат—К. Игнатия. Средние значения максимальных величин кажущихся удельных сопротивлений изменяются от 8 до 42,5 ом по VII горизонту и от 2,5 до 20,5 ом по V горизонту.

В пределах структур антиклинальной зоны Сангачал—о. Булла ρ_{kmax} составляет 25 ом на Сангачал-море, 27 ом на Дуванны-море, 31 ом на о. Булла. На Булла-море эти же значения возрастают до 42 ом. К центральной части Бакинского архипелага максимальные значения ρ_{kmax} уменьшаются до 8—18 ом. На Хамамдаг-море они составляют в среднем 8 ом, о. Гарасу—18 ом. Военмор—12 ом, Санги-Мугань—10 ом, К. Персианина—10,5 ом, т. е. ρ_{kmax} здесь уменьшается в направлении с северо-запада на юго-восток, исключение на общем фоне такого изменения составляет лишь поднятие Хамамдаг-море.

По V горизонту в пределах антиклинальной зоны Сангачал—о. Булла значения ρ_{kmax} увеличиваются в среднем от 5 ом на Сангачал-море, 7 ом на Дуванны-море до 19 ом на о. Булла. На Булла-море значение этого показателя составляет 20,5 ом. В центральной части архипелага эти значения уменьшаются до 3,5—2,5 ом с некоторой тенденцией уменьшения их с северо-запада на юго-восток.

Таким образом, в исследуемом регионе отмечается тенденция улучшения фации в направлении с СЗ на ЮВ в пределах северной антиклинальной зоны и в обратном направлении — антиклинальной зоны Пирсагат—К. Игнатия, что объясняется особенностями палеогеографической обстановки и процессов осадконакопления среднеплиоценового бассейна.

Литература

1. Алиханов Э. Н. Нефтегазоносность Каспийского моря, 1977.
2. Гусейнов А. Н., Ахмедов А. М., Ханларова Ш. Г. АНХ № 11, 1980.
3. Хенров М. Б., Халилов Н. Ю. АНХ № 1, 1981.
4. Потапов И. И. Электрокаротаж в нефтяной геологии, 1948.
5. Оруджев В. А., Маркарова О. А., Махмудов Р. А., Велиева В. А. «Уч. зап. АЗИНЕФТЕХИМа», № 4, 1973.
6. Султанов А. Д., Мазанов Д. Д. «ДАН Азерб. ССР», т. XXXVI, № 7, 1980.

Институт геологии

Поступило 2. IV 1981.

Р. А. Махмудов, О. А. Маркарова, В. А. Вэлијева

БАКЫ АРХИПЕЛАГЫНЫН МИОСЕН-ПЛИОСЕН ЈАШЛЫ ЧӨКҮНТҮЛЭРИНИН ЛИТОФАСИЈАСЫ ВӘ ЕЛЕКТРОКАРОТАЖ ХҮСУСИЈАТИ

Бақы архипелагында Миосен вә Плиосен јашлы чөкүнтүлэрини литофасијасы вә галынлыгыларынын тәдиги нәтижәсиндә Орта Плиосен чөкүнтүлэринини галынлыгынын шимал-гәрбдән чәнуб-шәрг истигамәтиндә артмасы кәстәрилир. Елә бу истигамәтдә дә фасијанын јашылашмасы шимали антиклинал зонасында вә әкс истигамәтдә нә Пирсаат-Игнатија Дашы антиклинал зонасында мүшәһидә едилир. Белә вәзијјәт Орта Плиосен һөвзәсинини палеогеографијасы вә чөкмә процесси илә изаһ едилир.

R. A. Makhmudov, O. A. Markarova, V. A. Velieva

LITOFACIES AND ELECTRIC LOGGING OF MIOCENE-PLIOCENE SEDIMENTS OF BAKU ARCHIPELAGO

As a result of investigation of litofacies and thicknesses of Pliocene sediments of Baku archipelago, the increase of Middle Pliocene thicknesses is fixed from NW to SE. In the south direction the facies are improved between North anticline zone and in reverse direction from anticline zone of Pirsaat to Ignatii stone, which is Pliocene basin.

З. А. НОВРУЗОВА, А. М. АСКЕРОВ

СРАВНИТЕЛЬНО-АНАТОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВИДОВ РОДА АСПЛЕНИУМ ФЛОРЫ КАВКАЗА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР В. И. Ульянищевым)

Род Асплениум (сем. Aspleniaceae) содержит около 700 видов, широко распространенных по всему земному шару, достигая наибольшего разнообразия в тропиках. Будучи одним из древних родов папоротников, он известен с мела, а на Кавказе — с миоцена и плиоцена. В СССР род Асплениум насчитывает 26, на Кавказе — 9 видов [1]:

1. *A. septentrionale* (L.) Hoffm.
2. *A. viride* Huds.
3. *A. trichomanes* L.
4. *A. ruta-muraria* L.
5. *A. adiantum-rigrum* L.
6. *A. dagestanicum* Christ
7. *A. woronowii* Christ
8. *A. pseudolanceolatum* Fom.
9. *A. hermanni-christi* Fom.

Следует отметить, что 4 вида (*A. dagestanicum*, *A. woronowii*, *A. pseudolanceolatum*, *A. hermanni-christi*) были описаны с Кавказа и считаются эндемиками этого региона. Однако в последнее время у разных исследователей, особенно европейских птеридологов (7), самостоятельность этих таксонов вызывает сомнение.

В течение ряда лет мы изучали анатомическое строение папоротников из флоры Кавказа, в связи с их систематикой и экологией [2, 3, 4, 5]. Как показали эти исследования, анатомические данные имеют большое значение в систематике папоротников, особенно при выяснении критических видов.

Настоящая статья посвящается обобщению результатов анатомического исследования *A. viride* и 4 критических видов асплениума из флоры Кавказа. Результаты изучения остальных видов приводились в наших предыдущих работах [3, 4].

1. *A. viride*. Перышко гипостоматическое, мезофилл гомогенного типа, решетчатый. Верхняя эпидерма по сравнению с нижней крупноклетчатая. Пучки I и II порядка расположены в мезофилле и отграничены паренхимной обкладкой. Тип стелы пучка—протостела. В местах расположения пучков отмечаются некоторые утолщения перышек. Черешок округлого очертания с углублением с одной стороны; под эпидермой колленхимное кольцо из 2—4 слоев клеток. Основная ткань состоит из однородных, многоугольных, широкополостных, тонкостенных клеток, в центральную часть которой включен проводящий пучок, окруженный эпидермой. Тип стелы — актиностела.

2. *A. dagestanicum*. Редкий вид, эндем Дагестана. Был собран лишь дважды: «Кюринский р-н, окр. с. Кураг. 21. V 1902, Алексеев, Воронов, № 450, Р»-тип; там же, окр. с. Буршаг (ныне Агульский р-н), северный склон горы Ахаахв, 20. V 1902, они же, № 948». Последний, обнаруженный нами экземпляр, хранится в гербарии Тбилисского университета. Некоторые птеридологи считают его идентичным с *A. creticum*. Для сравнительного изучения, материал по *A. creticum* нам любезно прислал английский птеридолог Fraser-Jenkins, собранный им в 1979 г. в Турции (Анталиа, Генк-даг, 2250 м. над ур. моря, № 9812).

Перышко *A. dagestanicum* гипостоматическое, мезофилл гомогенного типа. Проводящий пучок со стелой типа — протостела. Черешок округло-овальной формы, покрыт колленхимным кольцом. Основная ткань состоит из многоугольных паренхимных клеток с несколько утолщенной оболочкой. В центральную часть основной ткани включен проводящий пучок со стелой типа антиностела (рис. 1).

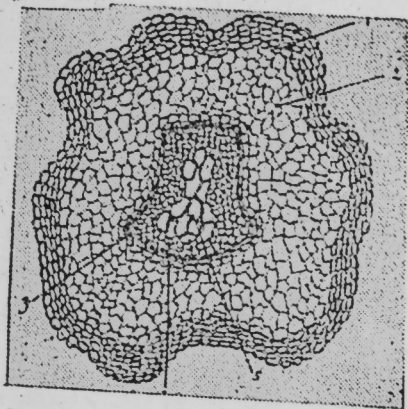


Рис. 1. Аспениум дагестанский: 1 — колленхимное кольцо; 2 — основная паренхима; 3 — эндодерма и перичикл; 4 — флоэма; 5 — ксилема. Для всех рисунков ув. 4×10.

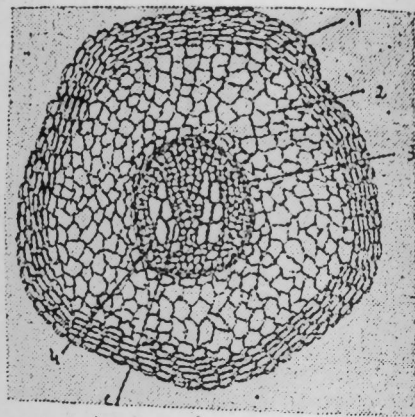


Рис. 2. Аспениум критский. Обозначения те же, что и на рис. 1.

A. creticum отличается от *A. dagestanicum* строением черешка, который на поперечном срезе округло-овальной формы. Клетки основной ткани овальные или несколько удлиненные. Проводящий пучок, окруженный перичиклом и эндодермой округло-овального очертания. Тип стелы — плектостела (рис. 2).

3. *A. hermanni-christi*. Узко-локальный, эндемичный вид флоры Абхазии. В настоящее время предполагают, что он идентичен с восточносредиземноморским *A. lepidum* ssp. *hausknechti*. Материал по *A. hermanni-christi* для анатомического изучения брался из классического местонахождения (Абхазия, окр. с. Бзыб, на развалинах Бзыбской крепости, 26 VII 1980, А. М. Аскеров, ВАК), по *A. lepidum* С. Presl — "Herdarjum univ. Belgradensis, m. Zlot, in rupestribus, 16. X 1929, Soska, ВАК". *A. hermanni-christi* характеризуется перышками Черешок овальной формы, с колленхимными выростами с двух сторон, присоединенными колленхимным кольцом. Основная ткань состоит из многоугольных, сомкнутых клеток; в центральную часть включен проводящий пучок овальной формы. Тип стелы — актиностела (рис. 3).

A. lepidum отличается от *A. hermanni-christi* строением черешка — на поперечном сечении почти полукруглого очертания с впадиной в средней части диаметра; колленхимное кольцо — из 2—3 слоев клеток. Проводящий пучок треугольного очертания. Тип стелы — протостела.

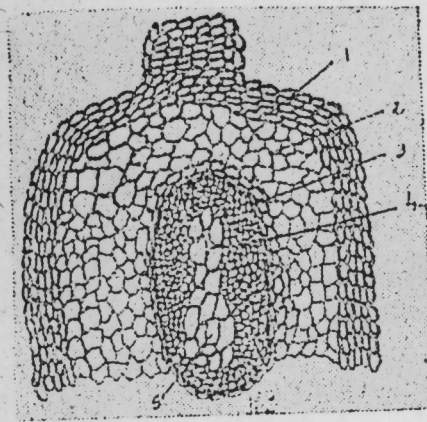


Рис. 3. Аспениум Германа-Христа. Обозначения те же, что и на рис. 1.

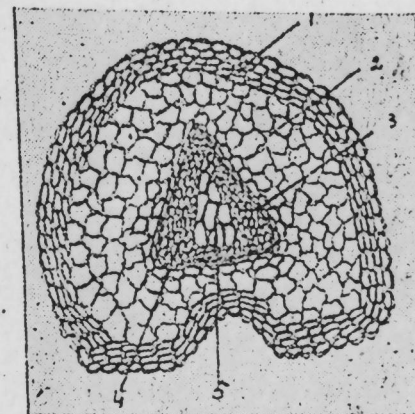


Рис. 4. Аспениум чешуйчатый. Обозначения те же, что и на рис. 1.

4. *A. wogonowii*. Узко-эндемичный, горно-колхидский вид. По письменному сообщению Fraser-Jenkins (1980), он недавно найден также в Турции. Некоторые ботаники предполагают, что этот вид является очень близким к другому горно-колхидскому виду *A. pseudolanceolatum* а по устному сообщению А. А. Колаковского (1980), он представляет собой ювенильную стадию этого вида. Сравнительно изучались эти виды по материалам, собранным А. М. Аскеровым в 1980 г. в Абхазии (гора Мамздышха). Перышко у *A. wogonowii* гипостоматического типа. Мезофилл — дорзовентральный. Полисадная ткань — мелкоклеточная, рыхлая. Губчатая ткань очень рыхлая, клетки разбросаны, изодиаметрические, некоторые с выростами. Проводящие пучки располагаются в мезофилле; в участках расположения пучков со стороны верхней эпидермы наблюдается заметная выпуклость, со стороны нижней эпидермы — незначительная. Пучок округлого или несколько овального очертания, в центре располагается ксилема окруженная флоэмой, к которой примыкают клетки перичикла и эндодерма. Черешок полукруглого очертания с ушками; покрыт колленхиматическим кольцом. В центральную часть основной ткани включена проводящая система в виде одного пучка. В центре пучка наблюдаются два участка ксилемы полулунного очертания, окруженных флоэмой. Тип стелы — плектостела (рис. 5).

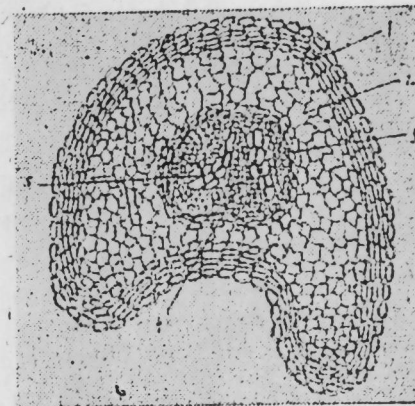


Рис. 5. Аспениум Воронова. Обозначения те же, что и на рис. 1.

5. *A. pseudolanceolatum*. Перышко гипостоматического ти-

па, мезофилл—дорзовентральный. Полисадная ткань состоит из 2—3 слоев мелких клеток, образуя межклетники. Губчатая ткань из одиночных, рыхло расположенных клеток. В местах расположения проводящих пучков I порядка со стороны верхнего эпидермиса наблюдается незначительная выпуклость. Пучки II, III порядка расположены в мезофилле.

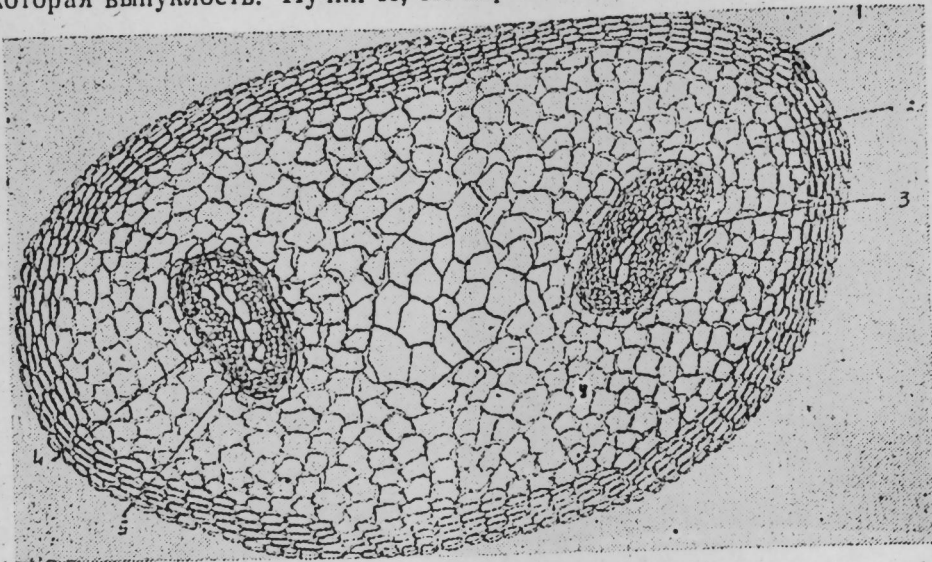


Рис. 6 Аспениум ложноланцетный. Обозначения те же, что и на рис. 1.

Черешок овальной формы, покрыт колленхиматическим кольцом. В основную ткань включены два пучка идентичной формы и размеров, которые расположены по одной центральной линии. Каждый пучок ограничен от основной ткани эндодермой. Тип стелы переходный к диктиостеле (рис. 6).

Таким образом, результаты сравнительно-анатомического анализа показывают самостоятельность видов *A. dagestanicum*, *A. hermanni—christi*, *A. woronowii* и *A. pseudolanceolatum*, вопреки мнению ряда птеридологов Европы.

Литература

1. Аскеров А. М. «ДАН Азерб. ССР», № 8, 1977.
2. Новрузова З. А., Аскеров А. М. «Изв. АН Азерб. ССР, серия биол. наук», № 1, 1973.
3. Новрузова З. А., Аскеров А. М., Аббасова В. С. «ДАН Азерб. ССР», № 9, 1977.
4. Новрузова З. А., Аскеров А. М. «Изв. АН Азерб. ССР, серия биол. наук», № 3, 1978.
5. Новрузова З. А., Аскеров А. М. «ДАН Азерб. ССР», № 9, 1979.
6. Тахтаджян А. Л. Высшие растения, т. 1, Изд. АН СССР. М.—Л., 1956.
7. Brownsey P. J. Bot. J. Linn. Soc., 1976, п. 72.

Институт ботаники

З. Э. Новрузова, А. М. Эскеров

Поступило 3. VI 1981

ГАФГАЗ ФЛОРАСЫНЫН АСПЕНИУМ ЧИНСИ НӨВЛЭРИНИН МҮГАЈИСЭЛИ-АНАТОМИК АНАЛИЗИ

Ҳазирида аспениум чинсиндан Гафгаз флорасында 9 нөв рашт келир. Онлардан дөрдү (*A. pseudolanceolatum*, *A. woronowii*, *A. hermanni—christi*, *A. dagestanicum*) мухталиф вахтларда Абхазия ва Дагъистан МССР-дан тасвир едилмишләр. Сон илләр-дә бир сыра Европа птеридологлары һәмни нөвләрин систематик чәһәтдән сәрбәст ол-маларына шүбһә илә жанашараг, онлары дикәр јахын аспениум нөвләри илә бирләш-дирмәји тәклиф етмишләр. Гејд олунан критик нөвләр үзрә А. М. Эскеров тәрәфиндән топланылмыш јени һербари материаллары бир сыра Европа өлкәләриндән алынмыш вә

Гафгаз нөвләри илә там охшар олмалары гејд олунан нүмунәләрлә мугајисәли-анато-мик методла өјрәнилмишдир. Нәтичәдә Гафгаз нөвләрини сәхијјәләндирән бир сыра әләмәтләр ашкар едилмишдир. Беләликлә, онларын сәрбәст нөв олмалары анатомик тәдқиғатларла тәсдиғ едилмишдир. Мәғаләдә һәмчинин *B. viride* нөвүнүн дә анатомик тәсвири верилмишдир.

Z. A. Novruzova, A. M. Askerov

THE COMPARATIVE-ANATOMICAL ANALYSIS OF SPECIES OF ASPENIUM GENUS OF CAUCASIAN FLORA

The results of comparative-anatomical investigation of Caucasian representatives of *Asplenium* genus are given. Comparatively the following critical species have been studied: *Asplenium woronowii* (*A. pseudolanceolatum*), *A. hermanni—christi* (*A. lepidium*), *A. dagestanicum* (*A. creticum*), *A. pseudolanceolatum* (*A. woronowii*). The species independence is determined.

УДК 613.6:63:612.122.1

МЕДИЦИНА

Т. А. ЭПВАЗОВ

ДИНАМИКА УРОВНЯ САХАРА В КРОВИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ НЕРВНО-ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. А. Топчибаевым)

Известно, что углеводам принадлежит важнейшая роль в энергетическом статусе организма. Деятельность всех органов и систем, все функциональные отправления организма зависят в той или иной мере от концентрации сахара в крови.

Роль центральной нервной системы в регуляции углеводного обмена издавна привлекала внимание ученых. Начало этих исследований было положено знаменитым опытом Клода Бернара с «сахарным уколом» в дно четвертого желудочка мозга, вызвавшим значительное увеличение сахара в крови, что позволило предположить наличие функциональной связи между центральной нервной системой и углеводным обменом. Дальнейшими многочисленными исследованиями была доказана ведущая роль центральной нервной системы и ее вегетативного отдела в регуляции углеводного обмена и наличии контроля над этими процессами со стороны коры головного мозга [1, 2, 3, 4, 5].

При этом был установлен факт воздействия эмоционального возбуждения на углеводное равновесие организма. Великолепно поставленные опыты позволили В. Кэннону еще в 1927 г. обосновать механизм возникновения психической (эмоциональной) гипергликемии, а именно, что в основе эмоциональных возбуждений лежит усиление тонуса симпатической нервной системы.

В свете современных представлений относительное постоянство уровня сахара в крови обеспечивается тесным взаимодействием органов и систем организма (гипофиз, надпочечниковая система, печень и др.), регуляция которых осуществляется в основном подкорковыми отделами головного мозга. Однако центральная регулирующая роль в углеводном обмене принадлежит коре головного мозга [6, 7, 8].

Все большее использование умственного труда вследствие научно-технического прогресса таит угрозу возникновения гипергликемии в процессе трудовой деятельности из-за большого напряжения нервно-эмоциональной сферы. При этом установлена связь между уровнем гипергликемии и степенью сложности работ [9, 10].

Механизация труда и автоматизация производства в ряде специализированных отраслей сельского хозяйства значительно уменьшили физические нагрузки работников. Однако все более широкое применение современной сельскохозяйственной техники на различных этапах сельскохозяйственных работ, сжатые сроки выполнения отдельных трудо-

вых операций, наряду со всеувеличивающейся интенсификацией сельского хозяйства способствовало возникновению значительных нервно-эмоциональных напряжений. В этой связи можно ожидать, что у работников современных сельскохозяйственных комплексов, в первую очередь у механизаторов, возникнут нарушения в углеводном обмене.

Под нашим наблюдением находилось 136 хлопкоробов, из которых 74 были механизаторами, исследования проводились в самый напряженный период — в период сбора урожая. Сжатые агротехнические сроки, удлиненный до 10—12 ч рабочий день сопряжены с высокой нагрузкой на психоэмоциональную сферу.

Определение сахара в крови проводилось по общепринятой методике Хагедорна-Иенсена в динамике рабочего дня. Все исследуемые, по нашей просьбе, в дни взятия крови соблюдали определенный режим. Первое и второе (перед обедом) взятие крови производилось натощак, после обеда, включающего легкие растительные блюда, и до конца работы, т. е. до третьего взятия крови, они также не принимали пищи.

Проведенные исследования показали, что у всех обследованных содержание сахара в крови в начале работы было в пределах нормы (80—120 мг%). В течение рабочего дня наблюдалось повышение этого уровня. Так, у механизаторов в середине рабочего дня (перед обедом) в 7,2%, а в конце его 33,4% случаев содержание сахара в крови превышало 120 мг%, в то время как при ручном сборе урожая соответственно в 9,6 и 18,8% случаев. Вместе с тем, у механизаторов не наблюдалось ни одного случая снижения сахара в крови ниже 80 мг%, а у лиц, занятых ручным сбором это снижение отмечалось в единичных случаях.

Динамика содержания сахара в крови у лиц, занятых механизированным и ручным сбором урожая

Группы обследованных	n	Количество сахара в крови, мг % $M \pm m$			$P <$		
		в начале работы	в середине работы	в конце работы			
		1	2	3	1—2	2—3	1—3
Механизаторы	74	101,4 ± 2,6	118,2 ± 2,78	121,8 ± 2,92	0,001	0,001	0,02
Лица, занятые ручным сбором	52	93,8 ± 2,0	108,4 ± 2,22	115,6 ± 2,86	0,02	0,01	0,05

В таблице представлены средние данные изменения сахара в крови.

Как видно из таблицы, у всех обследованных уровень сахара в крови увеличивается в динамике рабочего дня. Однако прослеживается четкая взаимосвязь между характером трудовой деятельности и содержанием сахара в крови. У механизаторов вследствие более высоких нервно-эмоциональных нагрузок уровень сахара в крови выше, чем у лиц, занятых ручным сбором урожая, причем нарастание гипергликемии в динамике рабочего дня у механизаторов более выражено.

Определенный интерес представляет выявление особенностей гликемической реакции в зависимости от стажа работы, так как эти данные в известной мере могут служить доказательством значения профессиональных особенностей трудовой деятельности на нарушение углеводного обмена. Анализ полученного материала позволил выявить довольно любопытные данные. У механизаторов и лиц, занятых ручным сбором

урожаю, с малым стажем работы уровень сахара в крови и динамика его изменения в течение рабочего дня примерно одинаковы и статистически не значимы. Так, у механизаторов уровень сахара в начале, середине и в конце работы составляет $94,4 \pm 2,6$ мг%, $106,2 \pm 1,9$ мг% и $115,2 \pm 2,3$ мг%, в то время как у лиц, занятых ручным сбором, соответственно $92,8 \pm 2,4$ мг%; $105,6 \pm 2,0$ мг%; $113,6 \pm 2,6$ мг%. Вместе с тем, динамика гликемических реакций у этих же групп обследованных с большим стажем работы существенно отличается ($P 0,02-0,001$). У стажевых механизаторов уровень сахара в начале, середине и в конце рабочего дня составляет $103,8 \pm 2,8$ мг%, $122,4 \pm 2,6$ мг% и $127,2 \pm 3,0$ мг%, а у лиц этой же стажевой группы, занятых ручным сбором урожая, соответственно $98,8 \pm 2,55$ мг%, $112,8 \pm 2,4$ мг% и $119,6 \pm 2,6$ мг%. Отсутствие выраженных изменений в уровне гипергликемии у малостажевых групп объясняется, на наш взгляд, тем обстоятельством, что лица с малым стажем при ручном сборе урожая из-за отсутствия профессиональных навыков подвергаются дополнительным нервным нагрузкам, что нивелирует уровень сахара в крови у обеих профессиональных групп. Увеличение стажа работы, появление и закрепление трудовых навыков ставит все на свое место — у стажированных механизаторов из-за характерных профессиональных особенностей уровень сахара в крови достоверно выше, чем у лиц, занятых ручным сбором урожая.

Таким образом, проведенные исследования показали наибольшие гликемические сдвиги при выраженных нервно-эмоциональных напряжениях, что проявилось в наиболее заметном увеличении сахара в крови у механизаторов, в особенности с увеличением стажа работы. Результаты работы показали необходимость разработки оздоровительных мероприятий по снижению нервно-эмоциональных нагрузок у механизаторов сельского хозяйства, упорядочению режима их труда и отдыха.

Литература

1. Кэннон В. Физиология эмоций. Л., 1927.
2. Галисов М. А., Маоукало Л. И. Биохимические изменения в крови при эмоциях. «Сов. психоневрология», т. 3, 1932.
3. Седина Н. С. Кортикальная регуляция начальных фаз углеводного обмена. Автореф. докт. дисс., 1954.
4. Айрапетянц М. Г. Труды ин-та в. н. д. АН СССР, серия физиолог., т. 1, 1955.
5. Дришель Г. Регулирование уровня сахара в крови. В кн.: «Процессы регулирования». М., 1960.
6. Соловьев И. И. Сб: научн. трудов Красноярского мед. ин-та, 1958.
7. Седлачек И. Ж. ВНД, т. 8, вып. 3, 1958.
8. Лейбсон Л. Г. Сахар в крови. Регуляция содержания сахара в крови у животных и у человека. М.—Л., 1962.
9. Киколов А. И. Мат-лы IV научн. конф. по физиологии труда, 1963.
10. Ямпольская Е. Г. Кн.: «Физиол. характеристика умств. и физич. труда». М., 1969.

АМИ им. Н. Нариманова

Поступило 11. III 1981

Т. А. Еввазов

КЭНД ТЭСЭРРУФАТЫ ИШЛЭРИНИН ЈЕРИНЭ ЈЕТИРИЛМЭСИ ШЭРАИТИНДЭ ГАНДА ШӘКӘРИН МИГДАР ДИНАМИКАСЫ СИНИР-ЕМОСИОНАЛ КӘРКИНЛИЛИН КӨСТЭРИЧИСИДИР

Ичәриләриндә 74 нәфәрин механизатор олдуғу 136 пәмбыгчы иш күнү әрзиндә (иш күнүнүн башланғычы, ортасы вә сонунда) мұәјинә едилмишдир. Апарылмыш тәдқи-гәтләр көстәрди ки, иш күнү әрзиндә мұәјинәдән кечәнләрин һамысының ганында шә-кәрин мигдары жүксәлмишдир.

Велә ки, шәкәрин мигдарының жүксәлмәси даһа чох механизаторларда өзүнү көс-тәрди. Бу да онларын әмәк фәалијәтинин әсәб-емосионал кәркинлијинин жүксәк ол-масы нәтичәсидир.

Һипергликемик реакцијаларын иш стажы илә әлағәдар олдуғу да исбат олуимуш-дур. Стажлы механизаторларда һипергликемијанын сәвијәси әл илә пәмбыг јыған ејин стажлы ишчиләриникиндән жүксәкдир.

Т. А. Еввазов

DYNAMICS OF SUGAR LEVEL IN BLOOD AS AN INDICATOR OF NEUROEMOTIONAL TENSION AT CARRYING OUT AGRICULTURAL WORKS

136 cotton-gathering workers, 74 of which were mechanizers, were examined in working-day dynamics (at the beginning, in the middle and in the end of the work). The conducted investigations showed that sugar content in blood of all examined workers increased in working-day dynamics. It is also shown that sugar level increase is most expressed in the blood of mechanizers, being the result of high neuroemotional tensions which are typical for their working activity.

The dependence of hyperglycemic reactions on the period of work is revealed. The level of hyperglycemia in the organisms of mechanizers having a long period of work is for certain higher than that of workers engaged in hand-gathering of the harvest with the same period of work.

Р. НҮСЕЈНОВ

АҒА ИСМАЈЫЛ ЗӘБИҢН КӘНЧӘ ШӘҢРӘНКИЗИ

(Азәрбајчан ССР ЕА академики Н. М. Араслы тәғдим етмишидир)

«Зәбиһ өз әсринин Мирзә Әләкбәр Сабири олуб, әфсус ки, онун да гәдри билинмәјибдир вә әш'арына рәвач верән олмајыбдыр» [1, 531]—Фиридун бәј Көчәрли белә јазырды.

Аға Исмајыл Зәбиһ 1781-чи илдә Кәнчәдә доғулмуш, орада тәһсил алмышдыр. Мирзә Шәфи Вазеһин (1794—1852) 1825—30-чу илләрдә Кәнчәдә тәшкил етдији «Дивани-һикмәт»ин үзвү олмушдур. Сонралар Тәбризә көчүб, тичарәтлә мәшғул олмушдур. Анчаг «Дивани-һикмәт»лә әлагәни кәсмәмиш, 1852-чи илдә Вазеһин өлүмүндән сонра мәчлисә рәһбәрлик едән Мирзә Мейди Начи илә мәктублашмышдыр. Мәктубларда о, Начини ше'р—сәнәт устады, көзәл тәбиб кими гијмәтләндирир. Шаир 1868-чи илдә Тәбриздә вәфат етмишидир. Шаирлијиндән әлавә, јажшы каллиграфмыш. Ана дилиндә јаздығы ше'рләринин кичик бир һиссәси чап едилмишидир. Ф. Көчәрлинин јаздығына көрә, фарсча диваны олмушдур [1, 523].

Республика Әлјазмалары Фондунда Салман Мүмтаз архивиндә Аға Исмајыл Зәбиһин «Кәнчә әснафы» адлы бир ше'ри сахланылыр. Азәрбајчан әдәбијатында шәһрәнкиз жанрынын ән марағлы нүмунәләриндән бири олан бу ше'р мүхәммәс-мүстәзад шәклиндәдир вә 29 бәндән ибарәтдир.

Бәллидир ки, шәһрәнкиз тематикасы ики ганада әјрылыр—шәһәрләрин, бир дә сәнәт вә пешә саһибләринин тәсвири. Зәбиһ ше'ри мәһз икинчи мөвзуда гәләмә алынмышдыр. Бу ше'рдә XIX әсрин башланғычындакы Кәнчәнин социал панорама чызылыр, 85 сәнәт вә пешә саһибинин ады чәкилир. Зәбиһ мисраларында тачир, баггал, бәззәз, әттар (әтирсатан), хәббаз (чөрәкчи), ашпаз, гәссаб, даббаг, киришчи, чулаһ (тохучу), әллаф, шәрбаф, чәртаб, һәллач, сәррач, әррадәчи (арабачы), һәччам, дәллак, һалбәнд, аһәнкәр (дәмирчи), күмчи, белчи, нәччар (дүлкәр), хәјјат, харрат, куләһдуз (папагчы), чарыгчы, галајчы, кабабчы, питипәз, пачапәз, һалвачы, сабунчу, базикәр, ханәндә, рәггас, гәзәлхан, чәнки, фәјтончу, бәнна, кәрпиччи, кәчпәз, мөһрәкеш, кәнкан, тәбиб, нәвасаз, чөпчү, кәһһал (көз һәкими), дәллал, рәммал, бузчу, гәләндәр, зәркәр, һаммал, мираб, бағбан, дәјирманчы, дулусчу, ипәкчи, голтугчу, зурначы, кәффаши, бычагчы, шамчы, кәндирбаз, паландуз, хәркеш, ме'мар вә с. әснаф елчиләрини көрүрүк.

Зәбиһин «Кәнчә әснафы»ндакы сурәтләр галерејасында тәкчә кәнчәлиләр дејил, кәлмәләр дә әкс олуноушдур. «О тајдан тәшриф кәтирмиш, өзүнү аршын јарым ағ илә мүәммәм гылмыш ачкөз закир вә ванз-

ләр, мәһәррәм әји кәлчәк минбәри јаланларла долдуран фырылдагчы: мәрсижәханлар», шәһәр мејданындакы «солдатлар»...

С. Мүмтаз архивиндә бу ше'рин әлјазмасы ики вариантдадыр вә бунлардан бири гараламадыр. Ше'р С. Мүмтазын хәтти илә јазылмышдыр. Вахтилә «Кәнчә әснафы»нын бир нечә бәндиини Фиридун бәј Көчәрли чап етдирмишидир. Лакин бу, ше'рин үчдә бир һиссәси демәкдир. Зәбиһ шәһрәнкизинин әсил бәдни дәјери онун бүтөвлүјүндә әјдынлашыр: Фиридун бәј Көчәрлидәки бәндләрдән бири С. Мүмтаз мәтниндә јохдур:

Филчүмлә Иранын сөјләјим вәсфини мәнгул-та олмаја чох тул.
Иранда мәкәр гәһәтди бир адәми-мә'гул-һәм лајигү мәғбул?
Бир көвдәнин адыны гојуб најиби-консул-гылмыш буну мәрсул.
Тәзкирә баһасы дејибән наһәг алыр пул-бу замини-мәхзул.
Бирдир буна дәрвиш илә әфсункәрү түччар-дәллакү чамадар [1, 530].

Зәбиһин «Истәр» вә «Истәмәз» адлы ики мәнзумәси мәшһурдур. «Истәр» рәдифли мүхәммәсиндә һәчв вә тәнгид характерли шәһрәнкизләрин далғасы һисс олуноу. Фиридун бәј Көчәрли Зәбиһин бу ше'ри илә Ә. һагвердијевин «Хортданын чәһәниәм мәктублары» арасында јажынлыг тапыр, Молла Пәнаһ Вағиф кими, «өз әсриндә јашајан адамларын рәзил әхлагындан вә чиркин өвсафындән» сөз ачдығыны јазыр [1, 524].

«Истәр» рәдифли ше'р исә бир нөв бу мүхәммәсин давамы вә јекуну кими сәсләнир. Шаир минбир фитнә-фәсад көрдүју шәһәрдән бирјоллуг баш көтүрүб кетмәји арзулајыр:

Бу шәһрин гилү-галындан губари-гәм тутуб көнлүм,
Учуб көнлүм гушу һәр ләһзә Азәрбајчан истәр [1, 527].

Белә чыхыр ки, һәр ики ше'р Тәбриздә јазылмышдыр. Чүнки Зәбиһин бу шәһәрә мүрациәт етмәси, орада бир мүддәт тичарәтлә мәшғул олмасы, һәтта тачирбашылыға гәдәр јүксәлмәси бәллидир.

Лакин замана, әтрафына тәнгиди нәзәрләрлә бахмаға адәт етмиш Зәбиһ Кәнчәдә дә көнлүнүн истәдијини тапа билмир. Кәнчәнин тәрифи вә тәсвириңә һәср етдији шәһрәнкиздә әслиндә бу јерин социал анатомиясыны үзә чыхарыр, бүтүн нөгсанлары, гүсурлары ачыб көстәрир.

Нәзәрә алсаг ки, шәһрәнкиз жанрынын нүмунәләри тәк Азәрбајчан әдәбијатында дејил, фарс, урду, түрк ше'рләриндә дә јарадылмыш, бу ше'р нөвүнүн алман әдәбијатында шванк, франсыз поезиясында фаблио кими паралелләри олмуш вә тәкчә биздә бу жанр тәдгиг едилмәмишидир, тапылан һәр јени нүмунәнин әһәмијјәти даһа әјдын олар.

Дејилиш тәрзинә көрә, Зәбиһин «Кәнчә әснафы» дәрбәндли Мирзә Чәбрајыл Сипеһринин «Бојаг» үнванлы шәһрәнкизинә [3, 146—156] чох бәнзәјир. Мәһз Сипеһри шәһрәнкизи дә панорамлылығы илә диггәти чәлб едир.

Белә бир факты да хатырлатмағы лазым билирик ки, Зәбиһин «Кәнчә әснафы» мүхәммәси Мәһсәтидән сонра бу шәһәрин сәнәт вә пешә саһибләринә һәср едилмиш ән марағлы шәһрәнкиздир вә жанрын илк нүмунәсидир ки, мүхәммәс-мүстәзад шәклиндә гәләмә алынмышдыр.

Әкәр XII әсрдә Зәбиһдән хејли әввәл Мәһсәти Кәнчәнин дәмирчисиндән, дүлкәриндән, папагчысындан мәһәббәтлә, романтик бир диллә сөһбәт ачырдыса, Зәбиһ ејни пешә саһибләриндән гымыша-гымыша, ки-најә илә бәһс едир. Зәбиһин сирајәтедичи бахышлары јашадығы шәһәрин, кен мәһада мүасири олдуғу чәмијјәтин дәрин гатларына ишләјир, рәнк-рәнк јаланлары, һијләләри, фырылдағлары тапыр вә бу нөгсанлар бир шаирин үрәк јанғысына говушуб ше'рә ахыр:

Дегану әкинчиләрин әһвалы жамандыр—бағырлары гандыр.
Бағбанларын устады хијар илә соғандыр—мәшһури-чаһандыр.
Аварә дәјирманчыларын һәр бири хандыр—чүн буғда кирандыр.
Јузбашыларә сөјләсә бир кәс ки, филандыр—бир әф'и иландыр.
Језникләр олуб һәр бири бир әғраби-чәррар—бу хәлгә дилазар.
Десникләр олуб һәр бири бир әғраби-чәррар—бу хәлгә дилазар.

Зәбиһ шәһрәнкизиндә шәһәрин мүхтәлиф вәзифә вә сәнәт сәһибләринин һәр бири кәстәрдијимиз характерик бәнддә олдуғу кими чәми бир мисрада хатырланыр. Лакин Зәбиһин бу бирчә мисрасы һәр дәфә о гәдәр тутарлы, јериндә дејилмиш олур ки, артыг изаһа еһтијач галмыр вә бир-бир говушан бу мисралар-микропортретләр үмуми бир аһәнк јарадыр, ағлы-гаралы чәмијјәтин дахилдән чәкилмиш фотосуна чеврилир. Зәбиһ Кәнчәнин моллаларыны әлләмә адландыранда, гануни-шәриәтин газы илә рәвиғ тапдығы дејәндә бир гәдәр тәәччүбләнирсән. Лакин көрәндә ки, бу зүмрәнин охудуғу «дүшвар елм самавар бәһси»-дир, Зәбиһин әсил мәгсәдини аңлајырсан. Бу кичик шәһәрдә јүз ијирми ики бағгал варса да, дулусчу чәми бир нәфәрدير. Мисралар дәјишдикчә, Зәбиһин мүшәһидә дәғиглији даһа бариз шәкилдә ортаја чыхыр. Шәрбаф—ипәк парча тохујан ишсиз, бир гарын әппәјә мөһтачдыр. Күмчиләр дә әлләри гојунларында, гәмнак галыблар. Папагчы, дәрзи, харрат вә дүлкәрин кефи исә көкдүр. Һалвачыларын мајасы гујруг илә бәһмәздир, аңчаг бундан бир нәфәрин белә хәбәри јохдур. Кәнчәнин ханзадәси сәрхошлуға гуршаныб, мејханәдә мәст дүшүб галыб. Голтугчулар—хырда алверчиләрин сатдығы «кәрбасу әләкдир» вә шаир онларын кизли сиррини фаш едир—аршынлары көдәкдир, мүштәрини өлчүдә алдадырлар. Шаир тәәссүф едир—бу шәһәрдә һәкимләр аздыр. Тәк-тәк олан сәриштәсизләр дә ја «чуһуд ја да әчәмдир». Бу јерин көз һәкиминин савады јалныз бир шејә јарајыр—көр көзә бахмаға. Сәбиһ гәләминдә базикәр, ханәндә, рәггас, гәзәлхан «фиргеји-шејтанә» дөнүр. Бәнналар, кәрпичкәсәнләр ишсиз галыблар.

Кәффашу чарыгчы кечиб әфзун илә һәддән—јетмиш илә сәксән
Бычагчысы фулад әвәзинә верир аһән—мискәрдәди чох фәни.
Шамчы гата билдикчә гатар пијләрә роуғән—вермәз бири рәвшән.

Илк мүкәммәл нүмунәләри XII әсрдә көрүнән шәһрәнкизләр әввәл-ләр јалныз фарсдилли поезија үчүн доғма жанр идиләрсә, XV әсрдән түркдилли ше'рә дә кениш сирајәт едиблар. XVIII әсрдә Јахын вә Орта Шәрг халглары әдәбијјатында бу жанр артыг унудулмаға башлајанда Азәрбајчан әдәбијјатында Молла Пәнаһ Вагиф, Шакир Ширвани, Гасым бәј Закир бу ше'р нөвүнүн чох көзәл үлкүләрини гәләмә алыблар. Вә бу нүмунәләрдә жанрын ады илә мөвзусу арасында уғурлу сәсләшмә јараныб, соснал сәксәкәләр шәһрәнкиз күзкүсүндә әкс олунубдур. Әдәбијјатымыздакы шәһрәнкиз силсиләсинин ән уғурлу нөгтәләриндән бириндә, өз «Кәнчә әснафы» илә биркә Аға Исмајыл Зәбиһ дајаныр.

Гајнаглар

1. Фиридун бәј Көчәрли. Азәрбајчан әдәбијјаты, I ч., Б., 1978. 2. Республика әлјазмалары фонду. С. Мүмтаз архиви, АРХ-38 Г-13 (273). 3. Ел шаирләри. Б., 1935.

Јахын вә Орта Шәрг Халглары Институту

Алынмышдыр 12.II.1981

Р. Б. Гусейнов

ГЯНДЖИНСКИЙ ШАХРАНГИЗ АГА ИСМАИЛА ЗАБИХА

Шахрангиз Ага Исмаила Забиха (1781—1868), посвященный ремесленникам Гянджи, хранится в рукописном фонде АН Азербайджанской ССР в архиве С. Мумтаза. Шахрангиз написан в форме мухаммас-мустазад. Это первый образец жанра, который написан в такой форме. По своему изложению «Гянджинские ремесленники» Забиха схожи с шахрангизом Сипехри. Стихотворение Ага Исмаила — второй полный шахрангиз после шахраншуба Махсати, посвященный ремесленникам Гянджи. В стихотворении описываются 85 ремесленников Гянджи из строк А. И. Забиха, вырисовывается полная социальная панорама этого азербайджанского города XIX в.

R. B. Huseynov

SHAHRANGIZ OF GANJA BY A. I. ZABIH

Shahrangiz, one of the most interesting genre of the Persian-Turkish-Azerbaijani poetry, has not been studied. One of the urgent tasks of oriental studies is the publication of these literary memoirs. Shahrangiz of Aga Ismail Zabih (1781—1868) devoted to the craftsmen of Ganja is kept in the Fund of Manuscripts of the Azerbaijan Academy of Sciences in Mumtaz's archives. Shahrangiz is written in the form of mukhammas—mustazad. In the poem the description of 85 craftsmen is given. Zabih gave complete social panorama of the Azerbaijan city of the 19th century.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазийјат

- Р. О. Әфәндијев. Жарымохда функцијанын төрәмәләринин хәтти операторларла јакынлашмасы 3
- М. Р. Бунјадов, В. А. Гасымов. Гапанма әмәлијјатлы бул чәбрләри үчүн Ејленберг-Зилбер теоремн 7
- Е. Ә. Нүсәјнов. Нүвәси лагарифмик мәхсусијјәтә малик биринчи нөвтәклик үчүн пројексиналма үсулунын әсасландырылмасы 10

Механика

- Ј. М. Севдимәлијев. Гејри-хәтти тағын сүрүнчәклик деформасијасы дахилиндә дајаныглыгы 13

Жарымкечиричиләр физикасы

- М. И. Әлијев, А. З. Данбов, И. Г. Оганова. n - InSb Епитаксинал тәбәгәләриндә термомагнит эффектләри 18
- М. А. Мәһдијев. $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ бәрк мәһлуллары илә вакуум сәрһәддиндә перпендикулјар квантлајычы магнит сәһәсиндә јаранан тамм сәтһ һаллары 23
- Е. Ј. Салајев, К. Р. Аллаһвердијев, Ш. Г. Гасымов, Т. Г. Мәммәдов, М. А. Низамәтдинова. TeSe кристалында кинетик хәссәләрә һидростатик тәзјигин тәсири 28
- Н. Х. Әждәров, А. С. Гәнијев, М. Н. Шаһтахтински. Керманиум-силициум бәрк мәһлулларында сүрмәнин активасија енерјиси 31

Молекулјар физика

- Т. С. Әбилова, Н. Н. Сарванова, Р. Н. Әһмәдов, С. И. Мәһдијев. Метакрилонитрили ИГ-спектри вә нормал рәгсләри 36

Физика

- А. Н. Абдуллајев, И. А. Аксјанов, Ә. И. Мәммәдов. Мүхтәлиф модификасијалы GaSe -нин назик тәбәгәләринин оптик удулмасы 40

Техники механика

- Р. М. Әлијев. Макистрал нефт мәһсуллары кәмәриндә мәркәздәнгачма насосу илә нефт мәһсулларынын ардычыл вурулмасынын кечид просесләринин һесаблинамасы 46

Нефт кимјасы

- Ф. Р. Бабајев. Нефтин радиоактив элементләри 49

Тектоника

- Н. О. Ширинов. Азәрбајчан әразисиндә палеосејмотектоник просесләр вә онларын нәтичәләри һаггында 53

Палеонтолокија

- Р. А. Маһмудов, О. А. Маркарова, В. А. Вәлијева. Бакы архипелагынын Миосен-Плюсен јашлы чөкүнтүләринин литографијасы вә електрокартаж хусусијјәти 58

Ботаника

- З. Ә. Новрузова, А. М. Әскәров. Гафгаз флорасынын аспленнум минси нөвләринин мүгајисәли-анатомик анализ 63

Тибб

- Т. А. Ејвазов. Кәнд тәсәррүфаты ишләринин јеринә јетирилмәси шәраитиндә гаңда шәкәрин мигдар динамикасы синир-емосионал кәркилијин көстәричисидир 68

Әдәбијјатшүнаслыг

- Р. Нүсәјнов. Аға Исмајыл Зәбиһин Кәңчә шәһрәнкизи 72

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

- Р. О. Эфендиев. О приближении производных функций линейными операторами на полуоси 3
- М. Р. Бунятов, В. А. Касимов. Теорема Эйленберга—Зильберта для булевых алгебр с замыканием 7
- Э. А. Гусейнов. Обоснование проекционного метода для нейтрального уравнения первого рода с логарифмической особенностью ядра 10

Механика

- Ю. М. Севдималиев. Устойчивость нелинейной арки при ползучести 13

Физика полупроводников

- М. И. Алиев, А. З. Данбов, И. Г. Оганова. Термомагнитные эффекты в эпитаксиальных пленках $p\text{--}In\text{Sb}$ 18
- М. А. Мехтиев. Поверхностные таммовские состояния на границе твердых растворов типа $Hg_{1-x}Cd_xTe$ вакуумом в квантующем магнитном поле, перпендикулярном к границе 23
- Э. Ю. Салаев, К. Р. Аллахвердиев, Ш. Г. Гасымов, Т. Г. Мамедов, М. А. Низаметдинова. Влияние гидростатического давления на кинетические свойства селенида таллия 28
- Г. Х. Аждаров, А. С. Ганиев, М. Г. Шахтахтинский. Энергия активации сурьмы в кристаллах твердых растворов германия с кремнием 31

Молекулярная физика

- Т. С. Абилова, Н. Н. Сарванова, Р. М. Ахмедов, С. И. Мехтиев. ИК-спектры и нормальные колебания метакрилонитрила 36

Физика

- А. Г. Абдуллаев, И. Г. Аксянов, А. И. Мамедов. Оптическое поглощение тонких пленок $GaSe$ различных модификациях 40

Техническая механика

- Р. М. Алиев. Расчет нестационарных процессов последовательной перекачки нефтепродуктов центробежным насосом, агрегатом в магистральном продуктопроводе 46

Химия нефти

- Ф. Р. Бабаев. Радиактивные элементы нефтей 49

Тектоника

- О. Н. Ширинов. Результаты палеосейсмотектонических процессов на территории Азербайджана 53

Палеонтология

- Р. А. Махмудов, О. А. Маркарова, В. А. Веллева. Литофации и электрокаротажная характеристика мисцен-плиоценовых отложений Бакинского архипелага : : : : : 58

Ботаника

- З. А. Новрузова, А. М. Аскеров. Сравнительно анатомический анализ видов рода *Asplenium* флоры Кавказа 63

Медицина

- Т. А. Айвазов. Динамика уровня сахара в крови как показатель нервно-эмоциональной напряженности при выполнении сельскохозяйственных работ 68

Литературоведение

- Р. Б. Гусейнов. Гянджинский шахрангиз Ага Исмаила Забиха 72

9. Текст статьи печатается на белой бумаге через два интервала на одной стороне листа стандартного размера, с полями с левой стороны (не более 28 строк на одной странице по 58—60 знаков в строке). В тексте нельзя делать рукописные вставки и вклейки.

Статьи, напечатанные на портативной машинке, не принимаются.

10. Текст статьи должен быть изложен кратко, тщательно отредактирован и подписан авторами в печать. В математических статьях желательно избегать доказательств теорем, лемм и т. п. При использовании в тексте сокращенных названий (кроме общепринятых) необходимо давать их расшифровку.

11. Математические и химические формулы и символы в тексте должны быть вписаны четко. Следует избегать громоздких обозначений, применяя, например, дробные показатели степени вместо радикалов, а также *exp*. Занумерованные формулы обязательно выключаются в красную строку, номер формулы ставится у правого края строки. Желательно нумеровать лишь те формулы, на которые имеются ссылки. Подстрочные и надстрочные индексы и степени следует отмечать карандашом, дугами сверху и снизу:

$$R^n, r_n$$

Греческие буквы нужно обводить (в кружок) красным карандашом. Буквы готического шрифта и рукописные в рукописях не использовать, векторные величины — подчеркивать черным, буквы латинского рукописного шрифта следует отметить на полях (например, *H* *рукоп.*).

Во избежание ошибок следует четко обозначать прописные (заглавные) и строчные буквы латинского алфавита, имеющие сходное начертание (*Cc*; *Kk*; *Pp*; *Oo*; *Ss*; *Uu*; *Vv*; и т. д.), буквы *I(i)* и *J(j)*, букву *l* и римскую единицу *I*, а также арабскую цифру *1* и римскую *I*, (вертикальная черта), *1* и штрих в индексах, *I* (латинское *эль*) и *e*. Прописные буквы подчеркивают карандашом двумя черточками снизу (*C*), а строчные — сверху (*c*).

Следует избегать знаков типа $\sim$ (волна), $\odot$, $\oplus$, $\otimes$; $\square$, $\square$, $\diamond$, $\vee$ $\wedge$ (крешки) над и под буквами, а также знаков:

$$h \quad \times \quad \underline{e}, \quad \phi\phi, \quad \phi, \quad \epsilon$$

Латинские названия вписываются на машинке.

Слова «теорема», «лемма», «следствие», «определение», «замечание» и т. п. следует подчеркивать штриховой чертой, а текст утверждений типа теорем — волнистой чертой (исключая математические символы).

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

12. При описании методики исследования следует ограничиваться оригинальной ее частью. При элементном анализе приводить только усредненные данные.

13. Необходимо тщательно проверить написание местных географических названий.

14. Цитируемая литература приводится общим списком на отдельной странице: ссылки в тексте даются порядковым номером в круглых скобках над строкой (например, ¹⁾). Список литературы оформляется следующим образом:

для книг: инициалы и фамилии авторов, полное название книги, место и год издания;

для журнальных статей: инициалы и фамилия авторов, название журнала, номер тома, номер выпуска, страница и год издания.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

15. Все статьи должны иметь резюме на английском языке, кроме того статьи написанные на русском и азербайджанском языках должны иметь резюме на азербайджанском и на русском соответственно.

Публикация статьи в «Докладах» не препятствует напечатанию расширенного ее варианта в другом периодическом издании.

дано в набор 2/XII 1982 г. Подписано к печати 2/IV 1982 г. ФГ 04223.
Формат бумаги 70×100^{1/16}. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литературная.
Печать высокая. Печ. лист. 7,0. Уч. изд. лист 4,93. Тираж 595. Заказ 5 0. Цена 70 коп.

Издательство «Элм».

3701.3 Баку-143, проспект Нариманова, 31. Академгородок, Главное здание
Типография «Красный Восток» Государственного комитета Азербайджанской ССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.

Баку, ул. Ази Асланова, 10.

1. Описание местности
 2. Описание населения
 3. Описание хозяйства
 4. Описание культуры
 5. Описание религии
 6. Описание истории
 7. Описание географии
 8. Описание климата
 9. Описание флоры
 10. Описание фауны
 11. Описание населения
 12. Описание хозяйства
 13. Описание культуры
 14. Описание религии
 15. Описание истории
 16. Описание географии
 17. Описание климата
 18. Описание флоры
 19. Описание фауны
 20. Описание населения
 21. Описание хозяйства
 22. Описание культуры
 23. Описание религии
 24. Описание истории
 25. Описание географии
 26. Описание климата
 27. Описание флоры
 28. Описание фауны
 29. Описание населения
 30. Описание хозяйства
 31. Описание культуры
 32. Описание религии
 33. Описание истории
 34. Описание географии
 35. Описание климата
 36. Описание флоры
 37. Описание фауны
 38. Описание населения
 39. Описание хозяйства
 40. Описание культуры
 41. Описание религии
 42. Описание истории
 43. Описание географии
 44. Описание климата
 45. Описание флоры
 46. Описание фауны
 47. Описание населения
 48. Описание хозяйства
 49. Описание культуры
 50. Описание религии
 51. Описание истории
 52. Описание географии
 53. Описание климата
 54. Описание флоры
 55. Описание фауны
 56. Описание населения
 57. Описание хозяйства
 58. Описание культуры
 59. Описание религии
 60. Описание истории
 61. Описание географии
 62. Описание климата
 63. Описание флоры
 64. Описание фауны
 65. Описание населения
 66. Описание хозяйства
 67. Описание культуры
 68. Описание религии
 69. Описание истории
 70. Описание географии
 71. Описание климата
 72. Описание флоры
 73. Описание фауны
 74. Описание населения
 75. Описание хозяйства
 76. Описание культуры
 77. Описание религии
 78. Описание истории
 79. Описание географии
 80. Описание климата
 81. Описание флоры
 82. Описание фауны
 83. Описание населения
 84. Описание хозяйства
 85. Описание культуры
 86. Описание религии
 87. Описание истории
 88. Описание географии
 89. Описание климата
 90. Описание флоры
 91. Описание фауны
 92. Описание населения
 93. Описание хозяйства
 94. Описание культуры
 95. Описание религии
 96. Описание истории
 97. Описание географии
 98. Описание климата
 99. Описание флоры
 100. Описание фауны

Вопрос о том, что такое искусство, является одним из самых сложных и спорных в философии. В то время как некоторые считают, что искусство — это просто отражение действительности, другие считают, что это нечто большее, что требует глубокого понимания и интерпретации. В этом эссе мы рассмотрим различные точки зрения на искусство и попытаемся определить, что такое искусство на самом деле.

AUGUST 1960

... ..

КОНСТАНТИНОВСКИЙ М. АНТОНИЙ ПЕТРОВИЧ

1. The first step is to identify the problem or question that needs to be answered. This involves understanding the context and the specific information required.

1940. 1941. 1942. 1943. 1944. 1945. 1946. 1947. 1948. 1949. 1950. 1951. 1952. 1953. 1954. 1955. 1956. 1957. 1958. 1959. 1960. 1961. 1962. 1963. 1964. 1965. 1966. 1967. 1968. 1969. 1970. 1971. 1972. 1973. 1974. 1975. 1976. 1977. 1978. 1979. 1980. 1981. 1982. 1983. 1984. 1985. 1986. 1987. 1988. 1989. 1990. 1991. 1992. 1993. 1994. 1995. 1996. 1997. 1998. 1999. 2000. 2001. 2002. 2003. 2004. 2005. 2006. 2007. 2008. 2009. 2010. 2011. 2012. 2013. 2014. 2015. 2016. 2017. 2018. 2019. 2020. 2021. 2022. 2023. 2024. 2025. 2026. 2027. 2028. 2029. 2030. 2031. 2032. 2033. 2034. 2035. 2036. 2037. 2038. 2039. 2040. 2041. 2042. 2043. 2044. 2045. 2046. 2047. 2048. 2049. 2050. 2051. 2052. 2053. 2054. 2055. 2056. 2057. 2058. 2059. 2060. 2061. 2062. 2063. 2064. 2065. 2066. 2067. 2068. 2069. 2070. 2071. 2072. 2073. 2074. 2075. 2076. 2077. 2078. 2079. 2080. 2081. 2082. 2083. 2084. 2085. 2086. 2087. 2088. 2089. 2090. 2091. 2092. 2093. 2094. 2095. 2096. 2097. 2098. 2099. 2100. 2101. 2102. 2103. 2104. 2105. 2106. 2107. 2108. 2109. 2110. 2111. 2112. 2113. 2114. 2115. 2116. 2117. 2118. 2119. 2120. 2121. 2122. 2123. 2124. 2125. 2126. 2127. 2128. 2129. 2130. 2131. 2132. 2133. 2134. 2135. 2136. 2137. 2138. 2139. 2140. 2141. 2142. 2143. 2144. 2145. 2146. 2147. 2148. 2149. 2150. 2151. 2152. 2153. 2154. 2155. 2156. 2157. 2158. 2159. 2160. 2161. 2162. 2163. 2164. 2165. 2166. 2167. 2168. 2169. 2170. 2171. 2172. 2173. 2174. 2175. 2176. 2177. 2178. 2179. 2180. 2181. 2182. 2183. 2184. 2185. 2186. 2187. 2188. 2189. 2190. 2191. 2192. 2193. 2194. 2195. 2196. 2197. 2198. 2199. 2200. 2201. 2202. 2203. 2204. 2205. 2206. 2207. 2208. 2209. 2210. 2211. 2212. 2213. 2214. 2215. 2216. 2217. 2218. 2219. 2220. 2221. 2222. 2223. 2224. 2225. 2226. 2227. 2228. 2229. 2230. 2231. 2232. 2233. 2234. 2235. 2236. 2237. 2238. 2239. 2240. 2241. 2242. 2243. 2244. 2245. 2246. 2247. 2248. 2249. 2250. 2251. 2252. 2253. 2254. 2255. 2256. 2257. 2258. 2259. 2260. 2261. 2262. 2263. 2264. 2265. 2266. 2267. 2268. 2269. 2270. 2271. 2272. 2273. 2274. 2275. 2276. 2277. 2278. 2279. 2280. 2281. 2282. 2283. 2284. 2285. 2286. 2287. 2288. 2289. 2290. 2291. 2292. 2293. 2294. 2295. 2296. 2297. 2298. 2299. 2300. 2301. 2302. 2303. 2304. 2305. 2306. 2307. 2308. 2309. 2310. 2311. 2312. 2313. 2314. 2315. 2316. 2317. 2318. 2319. 2320. 2321. 2322. 2323. 2324. 2325. 2326. 2327. 2328. 2329. 2330. 2331. 2332. 2333. 2334. 2335. 2336. 2337. 2338. 2339. 2340. 2341. 2342. 2343. 2344. 2345. 2346. 2347. 2348. 2349. 2350. 2351. 2352. 2353. 2354. 2355. 2356. 2357. 2358. 2359. 2360. 2361. 2362. 2363. 2364. 2365. 2366. 2367. 2368. 2369. 2370. 2371. 2372. 2373. 2374. 2375. 2376. 2377. 2378. 2379. 2380. 2381. 2382. 2383. 2384. 2385. 2386. 2387. 2388. 2389. 2390. 2391. 2392. 2393. 2394. 2395. 2396. 2397. 2398. 2399. 2400. 2401. 2402. 2403. 2404. 2405. 2406. 2407. 2408. 2409. 2410. 2411. 2412. 2413. 2414. 2415. 2416. 2417. 2418. 2419. 2420. 2421. 2422. 2423. 2424. 2425. 2426. 2427. 2428. 2429. 2430. 2431. 2432. 2433. 2434. 2435. 2436. 2437. 2438. 2439. 2440. 2441. 2442. 2443. 2444. 2445. 2446. 2447. 2448. 2449. 2450. 2451. 2452. 2453. 2454. 2455. 2456. 2457. 2458. 2459. 2460. 2461. 2462. 2463. 2464. 2465. 2466. 2467. 2468. 2469. 2470. 2471. 2472. 2473. 2474. 2475. 2476. 2477. 2478. 2479. 2480. 2481. 2482. 2483. 2484. 2485. 2486. 2487. 2488. 2489. 2490. 2491. 2492. 2493. 2494. 2495. 2496. 2497. 2498. 2499. 2500. 2501. 2502. 2503. 2504. 2505. 2506. 2507. 2508. 2509. 2510. 2511. 2512. 2513. 2514. 2515. 2516. 2517. 2518. 2519. 2520. 2521. 2522. 2523. 2524. 2525. 2526. 2527. 2528. 2529. 2530. 2531. 2532. 2533. 2534. 2535. 2536. 2537. 2538. 2539. 2540. 2541. 2542. 2543. 2544. 2545. 2546. 2547. 2548. 2549. 2550. 2551. 2552. 2553. 2554. 2555. 2556. 2557. 2558. 2559. 2560. 2561. 2562. 2563. 2564. 2565. 2566. 2567. 2568. 2569. 2570. 2571. 2572. 2573. 2574. 2575. 2576. 2577. 2578. 2579. 2580. 2581. 2582. 2583. 2584. 2585. 2586. 2587. 2588. 2589. 2590. 2591. 2592. 2593. 2594. 2595. 2596. 2597. 2598. 2599. 2600. 2601. 2602. 2603. 2604. 2605. 2606. 2607. 2608. 2609. 2610. 2611. 2612. 2613. 2614. 2615. 2616. 2617. 2618. 2619. 2620. 2621. 26

[illegible]

1. 凡在本行存款、放款、汇兑、贴现、押汇、代理、保管、信托、保险、证券、期货、期权、互换、衍生产品、其他金融业务，均须遵守本行规定。

ALL INFORMATION CONTAINED HEREIN IS UNCLASSIFIED

TO BE FORWARDED TO THE DIRECTOR, FBI, WASHINGTON, D.C.

[illegible]

1. The first of these is the fact that the

ישראלים ויהודים
היו חברים במוסדות

(1000(4) 11 00 911 11) . 72 11

1944-1945

(1) (b) (i) The first condition is that the

700.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1

(c) 1960-1961

1947-1948

от 1.1.1949 год и год (указано)

1990

ALL INFORMATION CONTAINED HEREIN IS UNCLASSIFIED

10. RECOMMENDATIONS

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

1907-1908

TECHNICAL INFORMATION: 11.51

ALL INFORMATION CONTAINED HEREIN IS UNCLASSIFIED
DATE 10-10-2001 BY 60322 UCBAW

1964

11

CHINESE UNIVERSITY OF PETROLEUM (CUP)

DATE H MAGNETIC TIME B/T

RECEIVED

ALL INFORMATION CONTAINED HEREIN IS UNCLASSIFIED

CONFIDENTIAL - SECURITY INFORMATION

... ..

1. *Chlorophyll a* (Chl a) is the primary photosynthetic pigment in most plants and algae. It is a green pigment that absorbs light energy in the blue and red regions of the visible spectrum.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO