



ISSN 0002-3078

АЗƏРБАЙҶАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XL чилд

6 • 1984

УНБ

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 соображения 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 Универсальной десятичной классификации (УДК). К статье прилагается отпечатанный на машинке реферат в двух экземплярах, предназначенный для передачи в один из реферативных журналов ВНИИТИ.

6. В конце статьи нужно указать полное название учреждения, в котором выполнено исследование, фамилии всех авторов а также полный почтовый адрес и номер телефона (служебный и домашний) каждого соавтора.

Кроме того, авторский коллектив должен указать лицо, с которым редакция будет вести переговоры и переписку.

7. Возвращение рукописи автору на доработку не означает, что статья принята к печати. После получения доработанного текста рукопись вновь рассматривается редколлегией. Доработанный текст автор должен вернуть вместе с первоначальным экземпляром статьи, а также ответом на все замечания. Датой поступления считается день получения редакцией окончательного варианта статьи.

8. В «Докладах» публикуются статьи, занимающие не более $\frac{1}{4}$ авторского листа (6 страниц машинописи). В этот объем входят текст, таблицы, библиография (не больше 15 источников), и рисунки, число которых не должно превышать четырех, включая и обозначения «а», «б» и т. д. в том числе вклейки на мелованной бумаге. Вклейки даются только для микрофотографий большого увеличения. Штриховые рисунки (карты, схемы и т. п.) на вклейках не печатаются, а даются на кальке. Текст и графический материал представляются в двух экземплярах. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и графиках недопустимо. Рисунки должны быть выполнены четко, в формате, обеспечивающем ясность передачи всех деталей. Фотографии представляются на глянцевой бумаге. Подписи к рисункам должны быть напечатаны в 2-х экземплярах через два интервала на отдельной странице. На обороте рисунков мягким карандашом указываются фамилии авторов, название статьи и номер рисунка.

(Продолжение на третьей странице обложки)

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XL ЧИЛД

№ 6



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Э. Ю. Салаев (главный редактор), Г. Б. Абдуллаев, 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. Усейнов, Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь).

© Издательство „Элм“ 1984 г.

УДК 517.97-1519.2

МАТЕМАТИКА

Член-корр. АН Азерб. ССР Дж. Э. АЛЛАХВЕРДИЕВ, А. Э. БАШИРОВ

О ДВОЙСТВЕННОСТИ МЕЖДУ ЗАДАЧАМИ УПРАВЛЕНИЯ
И ИНТЕРПОЛЯЦИИ

Существует известная двойственность между линейно-квадратичной задачей управления с независимыми помехами и задачей фильтрации [1]. В настоящей статье показано, что если помехи в линейно-квадратичной задаче управления зависимы, то такая задача двойственна с задачей интерполяции.

Рассмотрим

$$\xi(t) = S(t, 0)\xi_0 + \int_0^t S(t, s)\Phi(s)d\varphi(s), t \geq 0, \quad (1)$$

$$\eta(t) = \int_0^t B(s)\xi(s)ds + \int_0^t \Psi(s)d\psi(s), t \geq 0, \quad (2)$$

где S —эволюционный оператор, B, Φ, Ψ —операторные коэффициенты, ξ_0 —случайная величина с ковариационным оператором $\text{cov } \xi_0 = Q_0$, φ, ψ —случайные процессы с $\text{cov } \varphi(t) = tW$, $\text{cov } \psi(t) = tV$, ξ_0, φ, ψ —взаимно независимы. Задачей линейного оценивания называется нахождение наилучшей (в среднеквадратическом смысле) линейной оценки $\hat{\xi}(t; T)$ состояния $\xi(t)$ относительно наблюдений $\eta(s), 0 \leq s \leq T$. В случае $t < T$ эта задача называется задачей линейной интерполяции, а в случае $t = T$ —задачей линейной фильтрации. Известно, что при некоторых условиях решение задачи линейной интерполяции (1)–(2) имеет вид (см. [2]).

$$\hat{\xi}(t; T) = \int_0^t U(t, s)Q(s)B^*(s)G^{-1}(s)d\eta(s) + \\ + Q(t) \int_t^T U^*(s, t)B^*(s)G^{-1}(s)d\eta(s), \quad (3)$$

где B^* —сопряженный оператору B , $F(t) = \Phi(t)W\Phi^*(t)$, $G(t) = \Psi(t)V\Psi^*(t)$,

$$d\gamma(t) = d\eta(t) - B(t)\hat{\xi}(t; t)dt, \quad (4)$$

$$\hat{\xi}(t; t) = \int_0^t U(t, s)Q(s)B^*(s)G^{-1}(s)d\eta(s), \quad (5)$$

Q —решение уравнения Риккати

$$Q(t) = U(t, 0)Q_0U^*(t, 0) +$$

$$+ \int_0^T U(t, s) [F(s) + Q(s) B^*(s) G^{-1}(s) B(s) Q(s)] U^*(t, s) ds, \quad (6)$$

U — возмущенный эволюционный оператор:

$$U(t, s) = S(t, s) - \int_s^t U(t, r) Q(r) B^*(r) G^{-1}(r) B(r) S(r, s) dr, \quad (7)$$

Обозначим

$$\tilde{S}(t, s) = S^*(T-s, T-t), \quad \tilde{B}(t) = B^*(T-t), \quad \tilde{F}(t) = F(T-t), \\ \tilde{G}(t) = G(T-t) \quad (8)$$

и рассмотрим задачу стохастического оптимального управления

$$x(t) = \int_0^t \tilde{S}(t, s) \tilde{B}(s) u(s) ds + \int_0^t \tilde{S}(t, s) \Lambda(s) d\lambda(s), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (9)$$

$$z(t) = \int_0^t C(s) x(s) ds + v(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (10)$$

$$I(u) = M \left\{ \int_0^T [\langle u(t), \tilde{G}(t) u(t) \rangle + \langle x(t), \tilde{F}(t) x(t) \rangle] dt + \right. \\ \left. + \langle x(T), Q_0 x(T) \rangle \right\}, \quad (11)$$

где Λ и C — операторные коэффициенты, λ и v — случайные процессы, $M\{\cdot\}$ — математическое ожидание, $\langle \cdot, \cdot \rangle$ — скалярное произведение. Множество допустимых управлений определим, как в [3]. Показано, что при некоторых условиях, допускающих зависимость случайных процессов λ и v , оптимальное управление $\hat{u}$ в задаче управления (9) — (11) имеет следующий вид обратной связи (см. [3]):

$$\hat{u}(t) = -\tilde{G}^{-1}(t) \tilde{B}^*(t) \tilde{Q}(t) M_t^{\hat{u}} \{ \hat{x}(t) \} - \\ - \tilde{G}^{-1}(t) \tilde{B}^*(t) M_t^{\hat{u}} \left\{ \int_t^T \tilde{U}^*(s, t) \tilde{Q}(s) \Lambda(s) d\lambda(s) \right\}, \quad (12)$$

где $\hat{x}$ — состояние, соответствующее оптимальному управлению $\hat{u}$, $M_t^{\hat{u}}\{\cdot\}$ — условное математическое ожидание относительно наблюдений до момента t , соответствующих оптимальному управлению $\hat{u}$, $\tilde{Q}$ — решение уравнения Риккати

$$\tilde{Q}(t) = \tilde{U}^*(T, t) Q_0 \tilde{U}(T, t) + \int_t^T \tilde{U}^*(s, t) [\tilde{F}(s) + \\ \tilde{Q}(s) \tilde{B}(s) \tilde{G}^{-1}(s) \tilde{B}^*(s) \tilde{Q}(s)] \tilde{U}(s, t) ds, \quad (13)$$

$\tilde{U}$ — возмущенный эволюционный оператор:

$$\tilde{U}(t, s) = \tilde{S}(t, s) - \int_s^t \tilde{S}(t, r) \tilde{B}(r) \tilde{G}^{-1}(r) \tilde{B}^*(r) \tilde{Q}(r) \tilde{U}(r, s) dr. \quad (14)$$

Обозначим

$$d\alpha(t) = \Lambda(t) d\lambda(t), \quad (15)$$

$$d\beta(t) = d\alpha(t) + \tilde{B}(t) \hat{y}(t) dt, \quad (16)$$

$$\hat{y}(t) = -\tilde{G}^{-1}(t) \tilde{B}^*(t) M_t^{\hat{u}} \left\{ \int_t^T \tilde{U}^*(s, t) \tilde{Q}(s) d\alpha(s) \right\}. \quad (17)$$

Тогда с помощью (9) и (14) (12) можно расписать в виде

$$\hat{u}(t) = -\tilde{G}^{-1}(t) \tilde{B}^*(t) \tilde{Q}(t) M_t^{\hat{u}} \left\{ \int_0^t \tilde{U}(t, s) d\beta(s) \right\} - \\ - \tilde{G}^{-1}(t) \tilde{B}^*(t) M_t^{\hat{u}} \left\{ \int_t^T \tilde{U}^*(s, t) \tilde{Q}(s) d\alpha(s) \right\}. \quad (18)$$

Далее из (8) следует, что решения уравнений (6), (7) и (13), (14) связаны между собой следующим образом:

$$\tilde{U}(t, s) = U^*(T-s, T-t), \quad \tilde{Q}(t) = Q(T-t). \quad (19)$$

Обозначим

$$M(t, s) = U(t, s) Q(s) B^*(s) G^{-1}(s), \quad (20)$$

$$N(t, s) = Q(t) U^*(s, t) B^*(s) G^{-1}(s). \quad (21)$$

Тогда с помощью (20), (21) и с учетом (8), (19) выражения (3) и (18) можно расписать соответственно в виде

$$\hat{x}(t; T) = \int_0^t M(t, s) d\eta(s) + \int_t^T N(t, s) d\gamma(s), \quad (22)$$

$$\hat{u}(t) = -M_t^{\hat{u}} \left\{ \int_0^t M^*(T-s, T-t) d\beta(s) + \int_0^T N^*(T-s, T-t) d\alpha(s) \right\}. \quad (23)$$

Формулы (22) и (23) выражают двойственность между задачами интерполяции и управления: если коэффициенты, входящие в задачи (1) — (2) и (9) — (11), связаны между собой, как в (8), то коэффициенты при решениях этих задач связаны подобным же образом. Переход из одних коэффициентов в другие получается следующими операциями: а) обращением времени, б) сопряжением, в) соответствующей перестановкой. Наконец, отметим, что двойственность наблюдениям η и обновляющему процессу γ (см. (4)) ставит в соответствие случайные процессы β (16)) и α (см. (15)) соответственно, а линейному оптимальному фильтру $\hat{x}(t; t)$ (см. (5)) соответствует $\hat{y}(t)$ (см. (17)).

Литература

1. Браммер К., Зифлинг Г. Фильтр Калмана—Бьюси. М., Наука, 1982.
2. Curtain R. F. SIAM J. Contr. Optim., 14, 1976, № 6, 11.4—11.50. З. Баширов А. Э. Автореф. канд. дисс. Киев, 1980.

Институт кибернетики
АН Азерб. ССР

Поступило 17. VI 1982

Ч. Е. Аллахвердиев, А. Э. Баширов

ИДАРЭЕТМЭ ВЭ ИНТЕРПОЛЈАСИЈА МЭСЭЛЭРИНИИ ГОШМА
ОЛМАСЫ БАГГЫНДА

Мәгаләдә асылы тәсәдуфи һәјәчанланмаја мә'руз галмыш хәтти квадратик идарә-
етмә мәсәләси илә интерполјасија мәсәләсиниин гошма олмасындан бәһс едилир.

Dj. E. Allahverdiyev, A. E. Bashirov

ON DUALITY BETWEEN CONTROL AND SMOOTHING PROBLEMS

It is shown that there exists duality between the linear quadratic cost control
problem with the dependent noises and the smoothing problem. ■

АЗЕРБАЙҖАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫИ МӘ'РУЗЭЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XL ЧИЛД

№ 6

1984

УДК 513.83

МАТЕМАТИКА

В. Ш. ЮСУФОВ

ПОЛУГРУППЫ ГОМЕОМОРФНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ
БИКОМПАКТОВ

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

Характеризуемость компактов с непустой внутренностью конечно-
мерных евклидовых пространств различными их полугруппами гоме-
оморфных преобразований (отображений в себя) рассмотрена в [1—3].
В настоящей статье посредством полугрупп гомеоморфных преобра-
зований изучаются бикомпакты некоторых подклассов класса всех
бикомпактов.

Пусть X — бикомпакт, содержащий такое открытое подпростран-
ство Ω_X , что для любых двух точек $\xi, \eta \in \Omega_X$ и каждой окрестности
 V_ξ точки ξ существует гомеоморфизм a пространства X в себя с
условием, что $aX \subseteq V_\xi$, $a\eta = \xi$ и множество $a\Omega_X$ открыто в X . Обоз-
начим класс всех таких бикомпактов через P . Далее, пусть X — нуль-
мерный бикомпакт, такой, что для любых двух точек $\xi, \eta \in X$ и каж-
дой окрестности V_ξ точки ξ существует открытый гомеоморфизм a
пространства X в себя с условием, что $aX \subseteq V_\xi$, $a\eta = \xi$. Обозначим
класс всех таких нуль-мерных бикомпактов через P' . Ясно, что обоб-
щенные канторовы дисконтинуумы D^∞ бесконечного веса принадлежат
классу P' . Очевидно, что $P' \subset P$. Легко также видеть, что компакты с
непустой внутренностью конечномерных евклидовых пространств при-
надлежат классу P .

Пусть $X \in P$ и a — такой гомеоморфизм X в Ω_X , что множество
 $a\Omega_X$ открыто. Обозначим множество всех таких гомеоморфизмов че-
рез $H(\Omega_X)$. Пусть $\{K_i\}_{i \in I}$ — система бикомпактов, содержащихся в Ω_X с
условием, что $\bigcup_{i \in I} \text{Int } K_i = \Omega_X$. Через $H_{\{K_i\}}(\Omega_X)$ обозначим полугруппу,

состоящую из всех таких $a \in H(\Omega_X)$, что $aX \subseteq K_{i_0}$, где $i_0 \in I$. Пусть те-
перь a — такой гомеоморфизм X в X , что $a\Omega_X \subseteq \Omega_X$ и множество $a\Omega_X$ от-
крыто. Обозначим множество всех таких гомеоморфизмов через $H_X(\Omega_X)$,
а через D_{Ω_X} обозначим подполугруппу полугруппы $H_X(\Omega_X)$ с усло-
вием, что $H_{\{K_i\}}(\Omega_X) \subseteq D_{\Omega_X} \subseteq H_X(\Omega_X)$. Для пространства $Y \in P$ вводя-
тся аналогичные полугруппы $H(\Omega_Y)$, $H_{\{K_i\}}(\Omega_Y)$, где $\bigcup_{i \in I} \text{Int } K_i = \Omega_Y$,

$H_Y(\Omega_Y)$, D_{Ω_Y} .

Теорема 1. Если полугруппы D_{2X} и D_{2Y} изоморфны, то подпространства Ω_X и Ω_Y гомеоморфны.

Как следствие теоремы 1 получим следующую теорему:

Теорема 2. Если $X, Y \in P$ и полугруппы D_{2X} и D_{2Y} изоморфны, то топологические ранги пространства X и Y одинаковы.

Следствие 1. Обозначим через $\kappa(Z)$ такое кардинальнозначное топологическое свойство, что если Z' — замкнутое подмножество Z , то $\kappa(Z') \leq \kappa(Z)$. Тогда если $X, Y \in P$ и полугруппы D_{2X} и D_{2Y} изоморфны, то $\kappa(X) = \kappa(Y)$.

Следствие 2. Обозначим через ρ топологическое свойство, которое наследственно по замкнутым подмножествам. Пусть $X \in P$ и обладает свойством ρ . Тогда, если $Y \in P$ и полугруппы D_{2X} и D_{2Y} изоморфны, то и Y обладает свойством ρ .

Предложение 1. Если $X \in P$ и не является пространством, состоящим только из одной точки, то $|X| \geq c$.

Предложение 2. Если $|X| > 1$, то $|D_{2X}| \geq c$.

Предложение 3. Пусть $X \in P$ и Y — такое бикомпактное подпространство X , что $\text{Int}_X(Y \cap \Omega_X) \neq \emptyset$, тогда $Y \in P$.

Предложение 4. Тихоновское произведение X семейства бикомпактов $\{X_\alpha \in P\}_{\alpha \in A}$ принадлежит классу P , если все сомножители X_α , за исключением конечного их числа, являются нуль-мерными бикомпактами класса P' .

Пусть X — локально-бикомпактное хаусдорфово пространство, удовлетворяющее следующему условию:

а) для любых точек $\xi, \eta \in X$ и каждой окрестности V_ξ точки ξ существует открытый гомеоморфизм a пространства X , такой, что $aX \subseteq V_\xi$, $a\eta = \xi$. Обозначим класс всех таких пространств через R' .

Предложение 5. Пусть $X \in R'$ и Y — бикомпактное подпространство X , такое, что $\text{Int}_X Y \neq \emptyset$. Тогда $Y \in P$. Наоборот, каждый бикомпакт Y класса P гомеоморфен бикомпакту с непустой внутренностью некоторого пространства X класса R' .

Пусть $X \in P$ и удовлетворяет следующему условию:

б) для каждого бикомпакта $K \subseteq \Omega_X$ и произвольной точки $\xi \in \Omega_X \setminus K$ существуют гомеоморфизмы a, b пространства X в себя, такие, что $a\Omega_X \subseteq \Omega_X$, $b\Omega_X \subseteq \Omega_X$, множества $a\Omega_X$ и $b\Omega_X$ открыты в X , $a\eta = b\eta$, когда $\eta \in K$, но $a\xi \neq b\xi$. Обозначим класс всех таких бикомпактов через P' .

Обобщенные канторовы дисконтинуумы D^ω бесконечного веса $\aleph_0$ и компакты с непустой внутренностью конечномерных евклидовых пространств принадлежат классу P' .

Предложение 6. Пусть $X \in P'$ и Y — такое бикомпактное подпространство X , что $\text{Int}_X(Y \cap \Omega_X) \neq \emptyset$. Тогда $Y \in P'$.

Пусть $X \in P$ и удовлетворяет следующему условию:

в) для каждой точки $\xi \in \Omega_X$ и каждой окрестности V_ξ точки ξ найдутся окрестность $\bar{V}_\xi$ и гомеоморфизм a с областью определения $\bar{V}_\xi$, такие, что $\bar{V}_\xi \subseteq \Omega_X \cap V_\xi$, $a\bar{V}_\xi = \bar{V}_\xi$, $a\xi \neq \xi$, но $a\eta = \eta$, когда $\eta \in \text{Fr } \bar{V}_\xi$. Если $X \in P$ и удовлетворяет условию в), то легко показать, что X будет удовлетворять и условию б), т. е. $X \in P'$.

Предложение 7. Пусть $X \in P$ и удовлетворяет условию в), а $Y \in P$ и нульмерно. Тогда $X \times Y \in P$ и удовлетворяет условию в), а значит, и подавно $X \times Y \in P'$.

Для компактов X с непустой внутренностью конечномерных евклидовых пространств, где, например, $\mathcal{O}_X = \text{Int } X$, и обобщенных канторовых дисконтинуумов D^ω бесконечного веса, условие в) выполняется.

Предложение 8. Пусть $X \in P$ и удовлетворяет условию в), а Y — такое бикомпактное подпространство X , что $\text{Int}_X(Y \cap \Omega_X) \neq \emptyset$. Тогда $Y \in P$ и удовлетворяет условию в).

Под характеризуемостью топологического пространства X класса K полугруппой $F(X)$ (непрерывных, замкнутых, открытых, гомеоморфных и т. д.) отображений пространства X в себя понимается выполнение следующего утверждения.

Для любых двух пространств X и Y класса K из (алгебраической) изоморфности $F(X)$ и $F(Y)$ вытекает гомеоморфность пространств X и Y .

Теорема 3. Пусть $X, Y \in P'$. Если полугруппы D_{2X} и D_{2Y} изоморфны, то подмножества Ω_X и Ω_Y изотопны относительно пространств X и Y .

Следствие. Полугруппа D_{2X} характеризует пространство X класса P' .

Пусть $X \in P'$ и $X = \bar{\Omega}_X$. Класс этих пространств обозначим через P''' .

Теорема 4. Пусть $X, Y \in P'''$ и полугруппы D_{2X} и D_{2Y} изоморфны. Каждый изоморфизм φ полугруппы D_{2X} на D_{2Y} имеет вид

$$\varphi a = \bar{f} a \bar{f}^{-1}, \quad \forall a \in D_{2X},$$

где $\bar{f}$ — гомеоморфизм пространства X на Y , являющийся продолжением гомеоморфизма f подпространств Ω_X и Ω_Y , индуцированного изоморфизмом φ полугруппы D_{2X} на D_{2Y} .

Следствие. Пусть $X \in P'''$. Каждый автоморфизм ψ полугруппы D_{2X} на себя имеет вид

$$\psi a = \bar{g} a \bar{g}^{-1}, \quad \forall a \in D_{2X},$$

где $\bar{g}$ — гомеоморфизм пространства X на себя, являющийся продолжением гомеоморфизма g подпространства Ω_X на себя, индуцированного автоморфизмом ψ полугруппы D_{2X} .

Литература

1. Глускин Л. М. Изв. вузов. Математика. 19, 1960, № 6, 62. 2. Gluskin L. M. Semigroup Forum, 14, 1977, № 2, 95. 3. Юсуфов В. Ш. ДАН Азерб. ССР, XXXII 1976, № 11.

Институт математики
и механики АН Азерб. ССР

Поступило 26. II 1982

БИКОМПАКТЛАРЫН ГОМЕОМОРФ ИН'ИКАСЛАРЫНЫН ЖАРЫМГРУППЛАРЫ

Мәгаләдә бүтүн бикомпактлар синфинин мөҗлән алт синфи гомеоморф ин'икасларын мұхтәлиф жарымгрупплары вәситәсилә характеризә олуишудур.

V. Sh. Yusufov

SEMIGROUPS OF HOMEOMORPHIC MAPS OF COMPACT HAUSDORFF SPACES

In this paper the space of some subclass of the class of all compact Hausdorff spaces by different semigroups of its homeomorphic maps is characterized.

Г. Ш. ГУСЕЙНОВ, Ф. А. АСКЕРОВ

ЗАДАЧА РАССЕЯНИЯ ДЛЯ НЕСАМОСОПРЯЖЕННОГО РАЗНОСТНОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА НА ОСИ

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

1. Рассмотрим бесконечную систему уравнений

$$a_{n-1}y_{n-1} + b_n y_n + a_n y_{n+1} = \lambda y_n, \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \quad (1)$$

где $\{y_n\}_{-\infty}^{\infty}$ — искомое решение, λ — комплексный параметр и

$$a_n, b_n \in C, \quad a_n \neq 0 \quad (n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots), \quad \sum_{-\infty}^{\infty} e^{|n|} (|1 - a_n| + |b_n|) < \infty. \quad (2)$$

Мы обозначили через C поле комплексных чисел, а через ε — фиксированное положительное число. В уравнении (1) положим $\lambda = 2 \cos z$, где $z = \xi + i\tau$. Из работы [1] следует, что при условии (2) уравнение (1) имеет единственные решения $\{f_n(z)\}_{-\infty}^{\infty}$, $\{g_n(z)\}_{-\infty}^{\infty}$ регулярные в полуплоскости $\text{Im} z > -\frac{\varepsilon}{2}$ (ε — то же число, что и в условии (2)), непрерывные вплоть до прямой $\text{Im} z = -\frac{\varepsilon}{2}$ и представимые в виде

$$f_n(z) = \alpha_n e^{inz} \left(1 + \sum_{m=1}^{\infty} A_{nm} e^{imz} \right), \quad g_n(z) = \beta_n e^{-inz} \left(1 + \sum_{m=1}^{\infty} B_{nm} e^{-imz} \right). \quad (3)$$

При этом имеют место соотношения

$$a_n^2 = \frac{\alpha_{n+1}^2}{\alpha_n^2} = \frac{\beta_n^2}{\beta_{n+1}^2}, \quad b_n = A_{n1} - A_{n-1,1} = B_{n-1} - B_{n+1,-1} \quad (n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

и для A_{nm} и B_{nm} справедливы оценки

$$|A_{nm}| \leq C_a e^{-(n+\frac{m}{2})}, \quad |B_{nm}| \leq D_a e^{-(n+\frac{m}{2})}$$

соответственно при $n \geq a$ и при $n \leq a$, где C_a и D_a — конечные положительные числа.

При $|\text{Im} z| \leq \frac{\varepsilon}{2}$, $z \neq \kappa\pi$ ($\kappa = 0, \pm 1, \dots$), пары $\{f_n(z)\}_{-\infty}^{\infty}$, $\{f_n(-z)\}_{-\infty}^{\infty}$

и $\{g_n(z)\}_{-\infty}^{\infty}$, $\{g_n(-z)\}_{-\infty}^{\infty}$ образуют две фундаментальные системы решений уравнения (1) с $\lambda = 2 \cos z$.

Имеют место соотношения

$$\begin{aligned} f_n(z) &= a(z) g_n(-z) + b(z) g_n(z), \\ g_n(z) &= -b(-z) f_n(z) + a(z) f_n(-z). \end{aligned}$$

При этом функция $a(z)$ аналитична в полуплоскости $\text{Im } z > -\frac{\varepsilon}{2}$.

Корни функции $a(z)$, расположенные в полуполосе

$$P_+ = \left\{ z = \xi + i\tau \mid -\frac{\pi}{2} \leq \xi \leq \frac{3\pi}{2}, \tau \geq 0, z \neq 0, \pi \right\},$$

будем называть сингулярными числами уравнения (1). При условии (2) множество сингулярных чисел уравнения (1) конечно. Невещественные сингулярные числа обозначим через $z_1, \dots, z_\alpha$, а вещественные — через $z_{\alpha+1}, \dots, z_\beta$. Кратность m_k корня z_k уравнения $a(z) = 0$ назовем кратностью сингулярного числа z_k ($k = 1, \dots, \beta$). Существуют

цепочки чисел $\{x_0^1, \dots, x_{m_1-1}^1\}$ и $\{x_0^j, \dots, x_{m_j-1}^j\}$, такие, что справедливы равенства

$$\frac{f_n^{(p)}(z_j)}{p!} = \sum_{v=0}^p x_{p-v}^j \frac{g_n^{(j)}(z_j)}{v!}, \quad \frac{g_n^{(p)}(z_j)}{p!} = \sum_{v=1}^p \Lambda_{p-v}^j \frac{f_n^{(j)}(z_j)}{v!}$$

($p=0, 1, \dots, m_j-1, j=1, \dots, \alpha$), при этом $x_0^j \Lambda_j = 1$. Положим $r(z) = -\frac{b(-z)}{a(z)}$, $r_1(z) = \frac{b(z)}{a(z)}$ при $|\text{Im } z| \leq \frac{\varepsilon}{2}$ и

$$M_{nk} = i e^{-inz_k} \sum_{p=0}^{m_k-1} x_{m_k-1-p}^k \frac{1}{p!} \frac{d^p}{dz^p} \left[\frac{(z-z_k)^{m_k}}{a(z)} e^{inz} \right]_{z=z_k}. \quad (4)$$

Функция $r(z)$ называется коэффициентом отражения. M_{nk} является многочленом по n степени m_k-1 , где m_k — кратность сингулярного числа z_k , и называется нормировочным многочленом.

Определение. Совокупность величин $\{r(z); z_1, \dots, z_\alpha; M_{n1}, \dots, M_{n\alpha}\}$ будем называть данными рассеяния уравнения (1).

2. Обозначим через L замкнутый оператор, порожденный операцией $(Ly)_n = a_n y_{n-1} + b_n y_n + a_{n+1} y_{n+1}$ в гильбертовом пространстве

$l_2(-\infty, \infty)$ векторов $y = \{y_n\}_{n=-\infty}^{\infty}$, таких, что $\sum_{n=-\infty}^{\infty} |y_n|^2 < \infty$, со скалярным произведением $(x, y) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x_n \bar{y}_n$. Для оператора L можно установить следующие утверждения.

1. При условии (2) оператор L имеет непрерывный спектр, заполняющий сегмент $[-2, 2]$, а его дискретный спектр может состоять лишь из конечного числа точек, лежащих вне сегмента $[-2, 2]$.

Пусть $\lambda_k = 2 \cos z_k$ ($k = 1, \dots, \beta$), где z_k ($k = 1, \dots, \beta$) — сингулярные числа уравнения (1). Числа λ_k ($k = 1, \dots, \alpha$) являются собственными значениями, и других собственных значений оператора L нет.

Числа $\lambda_{\alpha+1}, \dots, \lambda_\beta$ принадлежат непрерывному спектру и называются спектральными особенностями оператора L . Кратности $m_1, \dots, m_\beta$

m_α сингулярных чисел $z_1, \dots, z_\alpha$ совпадают с кратностями собственных значений $\lambda_1, \dots, \lambda_\alpha$.

2. Если уравнение (1) не имеет спектральных особенностей, то для любого вектора $h = \{h_n\}_{n=-\infty}^{\infty}$ из пространства $l_2(-\infty, \infty)$ справедлива следующая формула разложения:

$$\begin{aligned} h_n &= \sum_{k=1}^{\alpha} \left\{ \frac{d^{m_k-1}}{dz^{m_k-1}} M_k(z) f_n(z) G_h(z) \right\}_{z=z_k} + \\ &+ \frac{1}{4\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{1}{a(\xi)a(-\xi)} [f_n(\xi) F_h(-\xi) + g_n(\xi) G_h(-\xi)] d\xi, \end{aligned} \quad (5)$$

где

$$M_k(z) = \frac{(z-z_k)^{m_k}}{2ia(z)(m_k-1)!}, \quad F_h(\xi) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} h_n f_n(\xi), \quad G_h(\xi) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} h_n g_n(\xi).$$

При наличии спектральных особенностей интеграл в формуле (5) расходится и требует подлежащей регуляризации, что вполне осуществимо. По этому поводу в случае полуоси см. [2, 3].

3. Имеют место следующие уравнения, связывающие коэффициенты представлений (3) с данными рассеяния:

$$F_{2n+m} + A_{nm} + \sum_{k=1}^{\alpha} A_{nk} F_{k+m+2n} = 0, \quad m = 1, 2, 3, \dots,$$

$$\frac{1}{\alpha_n^2} = 1 + F_{2n} + \sum_{k=1}^{\alpha} A_{nk} F_{k+2n},$$

$$\Phi_{2n+m} + B_{nm} + \sum_{k=-1}^{-\infty} B_{nk} \Phi_{k+m+2n} = 0, \quad m = -1, -2, -3, \dots,$$

$$\frac{1}{\beta_n^2} = 1 + \Phi_{2n} + \sum_{k=-1}^{-\infty} B_{nk} \Phi_{k+2n},$$

где

$$F_n = \sum_{k=1}^{\alpha} M_{kn} e^{inz_k} + F_n^{(1)}, \quad \Phi_n = \sum_{k=1}^{\alpha} \Lambda_{kn} e^{-inz_k} + \Phi_n^{(1)},$$

$$F_n^{(1)} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{2}+i\delta}^{\frac{3\pi}{2}+i\delta} r(z) dz, \quad \Phi_n^{(1)} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{2}+i\delta}^{\frac{3\pi}{2}+i\delta} r_1(z) dz;$$

числа Λ_{kn} строятся по формуле (4) заменой в ней чисел x_m^j на Λ_m^j , число $\delta > 0$ и достаточно маленькое. Заметим, что функция $r_1(z)$ числа Λ_{kn} однозначно выражается через данные рассеяния.

Сформулируем необходимые условия на данные рассеяния. Теорема. При условии (2) данные рассеяния уравнения (1) обладают следующими необходимыми свойствами:

1) $r(z)$ мероморфна в полосе $|\text{Im } z| < \varepsilon_0$ и $r(z+2\pi) = r(z)$, где $\varepsilon_0 = \min \left\{ \frac{\varepsilon}{2}, \varepsilon_1 \right\}$, ε_1 — расстояние от оси $\text{Im } z = 0$ до невещественных

нулей функции $a(z)$;
 2) $r(z)$ не имеет неведущих полюсов в полосе $|\operatorname{Im} z| < \varepsilon_0$,
 и если $r(\xi_0) = \infty$, $\xi_0 \neq k\pi$ ($k=0, \pm 1, \dots$), то $r(-\xi_0) \neq 0$;
 3) Если $z \neq k\pi$ ($k=0, \pm 1, \dots$), то $1 - r(z)r(-z) \neq 0$ и

$$\lim_{z \rightarrow \pi} |\sin^2 z [1 - r(z)r(-z)]^{-1}| < \infty$$
;

4) При каждом конечном N_1 и N_2 имеют место оценки

$$\sum_{m=N_1}^{\infty} e^{\frac{\varepsilon}{2}m} |f_m^{(1)} - F_m^{(1)}| < \infty, \quad \sum_{m=N_2}^{\infty} e^{-\frac{\varepsilon}{2}m} |\Phi_{m+2}^{(1)} - \Phi_m^{(1)}| < \infty;$$

5) Уравнения

$$h_m + \sum_{k=1}^{\infty} h_k F_{k+m+2n} = 0, \quad m = 1, 2, 3, \dots,$$

$$u_m + \sum_{k=-1}^{\infty} u_k \Phi_{k+m+2n} = 0, \quad m = -1, -2, -3, \dots,$$

при каждом n ($n=0, \pm 1, \dots$) имеют только тривиальные решения, удовлетворяющие соответственно условиям

$$\sum_{m=1}^{\infty} e^{-\frac{\varepsilon}{2}m} |h_m| < \infty, \quad \sum_{m=-1}^{\infty} e^{\frac{\varepsilon}{2}m} |u_m| < \infty.$$

В заключение отметим, что задача, подобная рассмотренной в настоящей статье, в случае несамосопряженного разностного уравнения на полуоси изучалась в [4].

Литература

1. Гусейнов Г. Ш. ДАН СССР, 231, 1976, № 5, 1189–1292. 2. Лянце В. Э. Укр. матем. ж., 20, 1968, № 4, 489–503. 3. Лянце В. Э. Укр. матем. ж., 21, 1969, № 4, 461–474. 4. Гусейнов Г. Ш., Мухтаров Ф. Ш. ИЗВ. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук, II, 1982, № 1, 16–21.

Институт математики
и механики АН Азерб. ССР

Поступило 6. I 1983

Г. Ш. Гусейнов, Ф. Э. Аскеров

БҮТҮН ОХ ҮЗЭРИНДЭ ӨЗ-ӨЗҮНЭ ГОШМА ОЛМАЖАН ИКИНЧИ
ТЭРТИБ ФЭРГ ТЭНЛИЖИ ҮЧҮН СЭПИЛМЭ МЭСЭЛЭСИ

Мэгалэдэ бүтүн ох үзэриндэ өз-өзүнэ гошма олмажан икинчи тэртиб фэрг тэнлиж үчүн сэпилмэ верилэнлэри тэ'ин едилимиш, онларын зэрури хассэлэри ө'рэнлимиш мэхуси нэ гошулмуш векторлар үзрэ а'рылма дүстуру верилмишдир.

G. Sh. Guseinov, F. A. Askerov

THE SCATTERING PROBLEM FOR DIFFERENCE NONSELF-ADJOINT
EQUATION OF THE SECOND ORDER ON THE WHOLE AXIS

Necessary properties of the scattering data for difference nonself-adjoint equation of the second order on the whole axis are discussed.

УДК 517.538.5

МАТЕМАТИКА

Дж. И. МАМЕДХАНОВ, В. В. САЛАЕВ

ЛОКАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛОВ

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

Вопросы, связанные с локальным поведением функции, следует разделить на чисто локальные и локально-внутренние. К задачам с чисто локальными свойствами мы относим такие, в которых определяющим является поведение функции в любой окрестности определенной точки. Если же поведение функции задается вне любой окрестности некоторого числа точек, то такие свойства назовем локально-внутренними.

В данной статье на единичной окружности γ_0 изучаются чисто-локальные свойства сингулярного (особого) интеграла

$$\tilde{f}(t) = \frac{1}{\pi i} \int_{\gamma_0} \frac{f(\xi) d\xi}{\xi - t}, \quad t \in \gamma_0, \quad (1)$$

в зависимости от таких же свойств плотности $f(\xi)$.

Работа возникла на базе [1–3]. Г. Фройдом [1] рассмотрено множество $S(\varphi)$ непрерывных 2π -периодических функций, удовлетворяющих условию

$$|f(x+h) - f(x)| \leq A(f) \varphi(|h|) \quad (0 < h \leq \pi),$$

где $A(f)$ — постоянная, не зависящая от x и h , а $\varphi(h)$ — положительная неубывающая функция, для которой $\varphi(+0) = 0$,

$$\varphi(2h) \leq 2\varphi(h) \quad \left(0 < h \leq \frac{\pi}{2}\right)$$

и $EB > 1$ такое, что

$$1 < \theta < \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\varphi(Bh)}{\varphi(h)} < \lim_{h \rightarrow 0} \frac{\varphi(Bh)}{\varphi(h)} < \theta^{-1} B < B.$$

Кроме того, рассмотрено множество $m_\varphi(f)$ точек x , для которых равномерно по x

$$|f(x+h) - f(x)| = o(\varphi(h)) \quad (x \in m_\varphi(f)) \quad \text{при } h \rightarrow 0, \quad (2)$$

т. е. множество, характеризуемое тем, что в его точках локальное поведение функции $f(x)$ лучше глобального.

В работе [1] показано, что

$$m_\varphi(f) = m_\varphi(\tilde{f}), \quad (3)$$

где

$$\tilde{f}(x) = -\frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma_0} f(\xi) \operatorname{ctg} \frac{\xi - x}{2} d\xi \quad (4)$$

выражается сингулярным (особым) интегралом с ядром Гильберта.* Это предложение Г. Фройда очевидно развивает классическую теорему Племелья—Привалова, которая гласит: если $f(x) \in H_\alpha([0, 2\pi])$ ($0 < \alpha < 1$) (H_α —класс Гельдера с показателем α), то и

$$\bar{f}(x) \in H_\alpha([0, 2\pi]) \quad (0 < \alpha < 1).$$

В связи с этим А. А. Гончаром [2] была поставлена следующая задача: пусть $f \in H_\alpha([0, 2\pi])$ ($0 < \alpha < 1$), а в некоторой точке $x_0 \in [0, 2\pi]$ вместо 0 в соотношении

$$|f(x_0 + h) - f(x_0)| = O(|h|^\alpha), \quad h \rightarrow 0,$$

задана некоторая скорость стремления к нулю, например,

$$|f(x_0 + h) - f(x_0)| = O(|h|^{\alpha+\beta}) \quad (\beta > 0).$$

Как будет вести себя особый интеграл $\bar{f}$ в этой же точке x_0 ? В [2] показано, что при $\alpha + \beta < 1$

$$|\bar{f}(x_0 + h) - \bar{f}(x_0)| = O(|h|^{\alpha+\beta-\frac{\beta}{1+\alpha}}).$$

В [3] введен в рассмотрение следующий класс функций. Пусть γ —замкнутая жорданова k -кривая (т. е. кривая, удовлетворяющая условию $\exists k \geq 1, s(t, \tau) \leq k|\tau - t|$, где $s(t, \tau)$ —небольшая из длин дуг, стягивающих точки $t, \tau \in \gamma$) и точки $\pm 1 \in \gamma$. Через $L_\alpha^\beta(\pm 1)$ ($0 < \alpha < 1, \beta \geq 0$) обозначен класс функций, для которых

$$\forall z_1, z_2 \in \gamma: |f(z_1) - f(z_2)| \leq \text{const} \cdot \max(|1 - z_1|^2, |1 - z_2|^2) |z_1 - z_2|^\alpha.$$

Для этого класса функций в [3] выведено соотношение

$$f \in D_\alpha^\beta(\pm 1) \Leftrightarrow \bar{f} \in D_\alpha^\beta(\pm 1) \quad \text{при } \alpha + \beta < 1.$$

Анализ результатов приводит к следующим классам функций.

Обозначим через H_α класс функций, удовлетворяющих условию

$$|f(t) - f(\tau)| = O(|t - \tau|^\alpha), \quad \forall t, \tau \in \gamma_0, \quad 0 < \alpha \leq 1.$$

Через $H_\alpha^{\alpha+\beta}(t_0)$ обозначим множество тех $f \in H_\alpha$, для которых в точке $t_0 \in \gamma_0$ выполнено условие

$$|f(t) - f(t_0)| = O(|t - t_0|^{\alpha+\beta}), \quad t \in \gamma_0 \quad (0 < \alpha \leq 1, \beta \geq 0).$$

Через $D_\alpha^\beta(t_0)$ —множество функций, определенных на γ_0 и удовлетворяющих условию

$$|f(\tau) - f(t)| = O(|\max(|t - t_0|, |\tau - t_0|)|^\beta |t - \tau|^\alpha), \\ t, \tau \in \gamma_0, \quad 0 < \alpha \leq 1, \beta \geq 0,$$

где $t_0 \in \gamma_0$ —фиксированная точка.

Очевидно, $D_\alpha^\beta(t_0) \subset H_\alpha^{\alpha+\beta}(t_0)$. Несмотря на внешнее различие в определении этих классов, они могут быть выражены в одних и тех же терминах. Для этой цели приведем следующее описание класса $H_\alpha^{\alpha+\beta}(t_0)$.

$$\text{Лемма 1. } f \in H_\alpha^{\alpha+\beta}(t_0) \Leftrightarrow |f(t_1) - f(t_2)| \leq$$

$$\leq \text{const} \cdot \ln(|\max(|t_1 - t_0|, |t_2 - t_0|)|^{\alpha+\beta}, |t_1 - t_2|^\alpha).$$

Это дает основание ввести метрическую характеристику функций, непрерывных на γ_0 . Пусть $f \in C(\gamma_0)$ ($C(\gamma_0)$ —множество непрерывных на γ_0 функций) и пусть $t_0 \in \gamma_0$. Обозначим

* Особые интегралы (1) и (4) отличаются на регулярный интеграл,

$$\gamma_\eta(t_0) = \{t \in \gamma_0: |t - t_0| \leq \eta\},$$

$$\omega_\eta^{\alpha+\beta}(\delta, \eta) = \max_{\substack{t \in \gamma_\eta(t_0) \\ \tau \in \gamma_\eta(t_0)}} |f(t) - f(\tau)|, \quad \delta, \eta \geq 0.$$

Функцию $\omega_\eta^{\alpha+\beta}(\delta, \eta)$ назовем чисто локальным модулем непрерывности функций f в точке t_0 . В терминах $\omega_\eta^{\alpha+\beta}(\delta, \eta)$ классы $H_\alpha^{\alpha+\beta}(t_0)$, $D_\alpha^\beta(t_0)$ описываются следующим образом:

$$f \in H_\alpha^{\alpha+\beta}(t_0) \Leftrightarrow \omega_\eta^{\alpha+\beta}(\delta, \eta) = O(\min\{\delta^\alpha, \eta^{\alpha+\beta}\}),$$

$$f \in D_\alpha^\beta(t_0) \Leftrightarrow \omega_\eta^{\alpha+\beta}(\delta, \eta) = O(\delta^\alpha \eta^\beta).$$

Кроме того, нами доказаны следующие предложения.

1°. Предложение Г. Фройда, а именно $m_\varphi(f) = m_\varphi(\bar{f})$, и без дополнительного условия равномерности по x в соотношении (2) остается в силе.

2°. Улучшен результат работы [2], а именно: доказана

Теорема 1. Пусть $f \in H_\alpha^{\alpha+\beta}(t_0)$, $0 < \alpha \leq 1, \beta \geq 0$. Тогда справедливы следующие неравенства:

1) при $\alpha + \beta \leq 1$

$$|\bar{f}(t) - \bar{f}(t_0)| = O\left(|t - t_0|^{\alpha+\beta} \ln \frac{2}{|t - t_0|}\right).$$

2) при $\alpha + \beta > 1$

$$|\bar{f}(t) - \bar{f}(t_0)| = O(|t - t_0|).$$

3°. Показано, что полученный в теореме 1 результат окончательный, при этом доказана

Теорема 2. Пусть $\alpha \in (0, 1), \beta > 0, \alpha + \beta < 1$. Тогда существует 2π -периодическая на $[-\pi, \pi]$ функция $f(x) \in H_\alpha^{\alpha+\beta}(0)$, такая, что для последовательности $x_n = 16^{-n}$, $n = 0, 1, 2, \dots$, существует n_0 такое, что

$$|\bar{f}(x_n) - \bar{f}(0)| > C_{\alpha, \beta} x_n^{\alpha+\beta} \ln \frac{1}{x_n}, \quad \forall n \geq n_0,$$

где $C_{\alpha, \beta}$ —постоянная, зависящая лишь от α и β .

4°. С помощью теорем 1 и 2 дан окончательный ответ на вопрос А. А. Гончара.

5°. Доказано, что имеет место правильное вложение $D_\alpha^\beta(t_0) \subset H_\alpha^{\alpha+\beta}(t_0)$, в частности показано, что функция

$$f(x) = \begin{cases} x^{\alpha+\beta} \sin \frac{1}{x^\beta} & \text{при } x \in (0, 1], \\ 0 & \text{при } x = 0 \end{cases}$$

принадлежит классу $H_\alpha^{\alpha+\beta}(0)$, но не принадлежит классу $D_\alpha^\beta(0)$.

6°. Даны описания классов $H_\alpha^{\alpha+\beta}(t_0)$ и $L_\alpha^\beta(t_0)$, а именно доказаны следующие леммы.

$$\text{Лемма 2. } f \in H_\alpha^{\alpha+\beta}(t_0) \Leftrightarrow$$

$$\langle = \rangle \begin{cases} 1) |f(\xi) - f(t)| = 0 (|\xi - t|^a) \text{ при } \xi \in \gamma_{|t-t_0|^{1+\beta/\alpha}}(t) \left(\varepsilon = \frac{1}{2 \cdot 2^{c+\beta/\alpha}} \right) \\ 2) |f(\xi) - f(t)| = 0 (|t - t_0|^{a+\beta}) \text{ при } \xi \in \gamma_{3/2|t-t_0|}(t_0) \setminus \gamma_{|t-t_0|^{1+\beta/\alpha}}^{(t)} \\ 3) |f(\xi) - f(t)| = 0 (|\xi - t_0|^{a+\beta}) \text{ при } \xi \in \gamma \setminus \gamma_{3/2|t-t_0|}(t_0). \end{cases}$$

Лемма 3. $f \in D_a^3(t_0) \langle = \rangle$

$$\langle = \rangle \begin{cases} 1) |f(\xi) - f(t)| = 0 (|\xi - t|^a |t - t_0|^\beta) \text{ при } \xi \in \langle = \rangle \frac{(t)}{|t-t_0|}, \\ 2) |f(\xi) - f(t)| = 0 (|t - t_0|^{a+\beta}) \text{ при } \xi \in \gamma_{3/2|t-t_0|} \setminus \gamma_{|t-t_0|}^{(t)}, \\ 3) |f(\xi) - f(t)| = 0 (|\xi - t_0|^{a+\beta}) \text{ при } \xi \in \gamma_0 \setminus \gamma_{3/2|t-t_0|}^{(t_0)}. \end{cases}$$

7°. Справедлива следующая

Теорема 3. Пусть $f \in D_a^3(t_0)$, $0 < \alpha \leq 1$, $\beta \geq 0$. Тогда при $\alpha + \beta < 1$ $\tilde{f} \in D_a^3(t_0)$. В противном случае, для любых $t_1, t_2 \in \gamma_0$ (обозначим $\delta = |t_1 - t_2|$ и, не умаляя общности, будем считать $|t_1 - t_0| > |t_2 - t_0|$) имеем

$$\langle \text{const.} \rangle \begin{cases} |\tilde{f}(t_1) - \tilde{f}(t_2)| \leq \begin{cases} \max \left\{ \delta \ln \frac{2}{|t_1 - t_0|}, |t_1 - t_0|^\beta \delta^\alpha \right\} & \text{при } \alpha + \beta = 1, \alpha < 1, \\ \delta \ln \frac{2}{\delta} & \text{при } \alpha + \beta = 1, \alpha = 1, \\ \max \{ \delta, |t_1 - t_0|^\beta \delta^\alpha \} & \text{при } \alpha + \beta > 1, \alpha < 1, \\ \delta \max \left\{ 1, |t_1 - t_0|^\beta \ln \frac{|t_1 - t_0|}{\delta} \right\} & \text{при } \alpha + \beta > 1, \alpha = 1. \end{cases} \end{cases}$$

В заключение отметим, что в работах [1,2] доказательства основаны на методах теории приближения, а результаты данной статьи доказаны непосредственно.

Литература

1. Freud G. Studia Sci. Math., Hungar., 5, 1970, 141-150.
2. Sallay M. Studia Sci. Math., Hungar., 6, 1971, 427-429.
3. Мамедханов Дж. И. Тез. докл. конф., посвящ. 70-летию акад. С. Л. Соболева. Новосибирск, 1979.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 9. III 1982

УДК 539.376

МЕХАНИКА

Л. Х. ТАЛЫБЛЫ

К СООТНОШЕНИЯМ ТЕРМО-ВЯЗКОПЛАСТИЧНОСТИ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЖЕНИЯХ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. К. Мирзаджанзаде)

1. Уравнения состояния. Здесь вязкопластическими называются реономные деформируемые среды, свойства которых при нагружении и разгрузке являются различными [1].

Допустим, что при времени $t < t_1$ в вязкопластическом теле происходит исходное нагружение объемными силами F_i^1 , поверхностными силами R_j , заданными из части S_0 граничной поверхности, при наличии граничного перемещения U_{0i} на части S_u граничной поверхности и нестационарного неоднородного температурного поля $T'(x, t)$. При этом возникающие в теле напряжения $\sigma_{ij}(x, t)$ и деформации $\varepsilon_{ij}(x, t)$ удовлетворяют уравнениям состояния [2]

$$2G_0 \dot{\varepsilon}_{ij} = f_1(\sigma'_{ij}, T') s'_{ij} + \int_0^t \Gamma(t-\tau) f_2[\sigma'_{ij}(\tau), T'(\tau)] s'_{ij}(\tau) d\tau \quad (1.1)$$

или

$$2G_0 \dot{\varepsilon}_{ij} = f_1\left(\frac{\sigma'_{ij}}{b_\tau}\right) s'_{ij} + \int_0^t \Gamma(t-\tau) f_2\left[\frac{\sigma'_{ij}(\tau)}{b_\tau(T'(\tau))}\right] s'_{ij}(\tau) d\tau \quad (1.2)$$

и

$$\theta' = \frac{\sigma'}{K} + 3\alpha_0 \Delta T'. \quad (1.3)$$

Здесь обозначено: $s'_{ij} = \sigma'_{ij} - \sigma' \delta_{ij}$ — девиатор тензора напряжений, $\varepsilon'_{ij} = \varepsilon_{ij} - \varepsilon' \delta_{ij}$ — девиатор тензора деформаций, δ_{ij} — символы Кронекера, $\sigma' = \sigma'_{ii}/3$ — среднее напряжение, $\varepsilon' = \varepsilon'_{ii}/3$ — средняя деформация $\sigma_u =$

$= \left(\frac{3}{2} s'_{ij} s'_{ij} \right)^{1/2}$ — интенсивность напряжений.

Предполагается, что мгновенный модуль сдвига G_0 и функция наследственности $\Gamma(t)$ соответствуют некоторой эталонной температуре T_0 , фиксированной из интересующего температурного диапазона, K — модуль объемной деформации, α_0 — коэффициент линейного расширения, $\theta = 3\alpha$ — относительное изменение объема, $\Delta T = T' - T_0$, T_0 — начальная температура тела. Функции f_1 и f_2 характеризуют степень физической нелинейности и влияние температуры на механические свойства среды, $f_i^0 = f_i(\sigma'_u, T_0)$, b_τ — экспериментально определяе-

мая функция материала [2], причем $b_r(T_0) = 1$, $0 < b_r < 1$ при $T' > T_0$, $b_r > 1$ при $T' < T_0$.

Альтернативными к уравнениям (1.2) являются соотношения

$$\frac{s_{ij}}{2G_0} = \varphi_1^0 \left(\frac{\epsilon_{ij}}{v_r} \right) \dot{\epsilon}_{ij} - \int_0^t R(t-\tau) \varphi_2^0 \left[\frac{\epsilon_{ij}(\tau)}{v_r(T'(\tau))} \right] \dot{\epsilon}_{ij}(\tau) d\tau, \quad (1.4)$$

где $\epsilon_{ij} = \left(\frac{2}{3} \dot{\epsilon}_{ij} \dot{\epsilon}_{ij} \right)^{\frac{1}{2}}$ — интенсивность деформаций, φ_1^0 , φ_2^0 , $R(t)$ v_r — экспериментально определяемые функции, причем $v_r(T_0) = 1$.

Пусть теперь начиная со времени $t = t_1$ в каждой точке тела происходят разгрузка и последующее знакопеременное нагружение объемными силами F_i , поверхностными силами R_i на части S_0 граничной поверхности при наличии граничного перемещения U_{0i} на части S_U граничной поверхности и нестационарного температурного поля $T''(x, t)$. При этом в теле возникают напряжения $\sigma_{ij}(x, t)$, деформации $\epsilon_{ij}(x, t)$ и перемещения $U_i(x, t)$.

Введем следующие разности:

$$\dot{\sigma}_{ij} = \sigma_{ij} - \sigma_{ij}^*, \quad \dot{\epsilon}_{ij} = \epsilon_{ij} - \epsilon_{ij}^* (t \geq t_1), \quad (1.5)$$

где $\sigma_{ij}^*(x, t)$, $\epsilon_{ij}^*(x, t)$ — напряжения и деформации, возникающие в рассматриваемом теле при его продолжающемся исходном нагружении не зависящими от времени параметрами $F_i^*(x, t_1)$, $R_i^*(x, t_1)$, $U_{0i}^*(x, t_1)$, $T^*(x, t_1)$.

При составлении уравнений состояния вязкопластических сред при циклических нагружениях с учетом влияния температуры воспользуемся аналогией с уравнениями (1.1), неявно предполагая, что области физической нелинейности не могут распространяться на зоны тела, в которых при предшествующем нагружении сохранялись области физической линейности

$$2G_0 \dot{\epsilon}_{ij} = f_1^*(\sigma_{ij}^*, T^*) \dot{s}_{ij} + \int_0^t \Gamma_*(t-\tau) f_2^*[\sigma_{ij}^*(\tau), T^*(\tau)] \dot{s}_{ij}(\tau) d\tau, \quad (1.6)$$

$$\dot{\theta} = \frac{\sigma}{K} + 3\alpha_0 \Delta T^*, \quad (1.7)$$

где $t_* = t - t_1$, $\Delta T^*(x, t) = T^*(x, t_1) - T^*(x, t)$. Здесь функции f_1^* , f_2^* считаются не зависящими от вида напряженного состояния. Кроме того, при некоторой эталонной температуре $T'' = T_0$ эти функции, как f_1 и f_2 , удовлетворяют условию $f_1^*(\sigma_{ij}^*, T_0) = f_2^*(\sigma_{ij}^*, T_0) = 1$. При этом уравнения (1.6) становятся линейными и потому функция наследственности $\Gamma_*(t)$ при циклическом нагружении совпадает с функцией наследственности $\Gamma(t)$ при нагружении из естественного состояния.

Функция f_1^* определяется с помощью кривых нелинейной ползучести циклического нагружения, полученных при $t_* \rightarrow 0$ ($t \rightarrow t_1$) и при разных температурах $T' = T_k = \text{const}$: $f_1^*(\sigma_{ij}^*, T') = 3G_0 \epsilon_{ij}^*(0, T') / \sigma_{ij}^*$. В дальнейшем, принимая в (1.2) $\sigma_{ij}^* = \sigma_{ij}^{*(k)} = \text{const}$ и $T' = T_k = \text{const}$, находим $f_2^*(\sigma_{ij}^*, T_k) = [3G_0 \epsilon_{ij}^* / \sigma_{ij}^{*(k)} - f_1^*(\sigma_{ij}^*, T_k)] / (\psi - 1)$, где $\psi(t) = \int_0^t \Gamma(\xi) d\xi$.

Уравнения (1.6) в другой, более общей, форме предложены В. В. Москвитиным [1]. Они в случае $f_1^* = f_1^*(\sigma_{ij}^*)$ совпадают с уравнениями циклического изотермического нагружения вязкопластических сред [1], в случае отсутствия интегральных слагаемых с уравнениями термопластичности при переменных нагружениях В. В. Москвитина [1].

Введем теперь аналогично функции b_r , соответствующей исходному нагружению, функции $b_r(T'')$ при циклическом нагружении, предполагая, что кривые f_1^* и f_2^* при разных постоянных температурах T_k ($k=1, 2, \dots$) могут быть совмещены с кривыми f_1^* и f_2^* при эталонной температуре T_0 путем их смещения вдоль оси $\ln \sigma_{ij}^*$ на определенные отрезки $\omega^*(T_k)$ ($k=1, 2, \dots$) соответственно. Если принять $\omega^*(T_k) = -\ln b_r^*(T_k)$, то $b_r^*(T_0) = 1$, $0 < b_r^* < 1$ при $T' > T_0$, $b_r^* > 1$ при $T' < T_0$. При этом $f_i^*(\sigma_{ij}^*, T') = f_i^0(\sigma_{ij}^* / b_r^*)$, где $f_i^0 = f_i^*(\sigma_{ij}^*, T_0)$ ($i=1, 2$).

Теперь уравнения (1.6) преобразуются к виду

$$2G_0 \dot{\epsilon}_{ij} = f_1^0 \left(\frac{\sigma_{ij}^*}{b_r^*} \right) \dot{s}_{ij} + \int_0^t \Gamma(t-\tau) f_2^0 \left(\frac{\sigma_{ij}^*(\tau)}{b_r^*(T'(\tau))} \right) \dot{s}_{ij}(\tau) d\tau. \quad (1.8)$$

Если в качестве уравнений состояния среды при нагружении из естественного состояния принимаются (1.4), то аналогичные уравнения при циклическом нагружении (альтернативные к (1.8)) представят в следующем виде:

$$\frac{\dot{s}_{ij}}{2G_0} = \varphi_1^0 \left(\frac{\epsilon_{ij}}{v_r} \right) \dot{\epsilon}_{ij} - \int_0^t R(t-\tau) \varphi_2^0 \left(\frac{\epsilon_{ij}(\tau)}{v_r(T'(\tau))} \right) \dot{\epsilon}_{ij}(\tau) d\tau. \quad (1.9)$$

Функции, входящие в уравнения (1.9), определяются с использованием кривых релаксации при переменном нагружении вязкопластического материала, соответствующих разным постоянным температурам. При эталонной температуре T_0 , $v_r(T_0) = 1$.

Отметим, что в уравнениях (1.2), (1.4), (1.8) и (1.9) согласно формам кривых f_1^0 и f_2^0 , φ_1^0 и φ_2^0 , f_1^* и f_2^* , φ_1^* и φ_2^* при эталонных температурах можно воспользоваться аппроксимациями $f_2^0 = A f_1^0$, $\varphi_2^0 = B \varphi_1^0$, $f_2^* = A^* f_1^*$, $\varphi_2^* = B^* \varphi_1^*$ ($A, B, A^*, B^* = \text{const}$). Аналогичные уравнения вязкопластической среды с учетом влияния температуры могут быть написаны для n -го циклического нагружения.

2. *Постановка несвязанной задачи. Аналог теоремы о переменном нагружении В. В. Москвитина с учетом нестационарности и неоднородности температурного поля.* Компоненты напряжений σ_{ij} , деформаций ϵ_{ij} и перемещений U_i , возникающие при исходном нагружении, удовлетворяют уравнениям равновесия, граничным условиям и соотношениям Коши:

$$\sigma_{ij,j} + F_i = 0, \quad \sigma_{ij} l_j = R_i \text{ на } S_0, \quad U_i = U_{0i} \text{ на } S_U, \quad 2\epsilon_{ij} = U_{i,j} + U_{j,i}. \quad (2.1)$$

Кроме того, имеют место (1.2), (1.3) или (1.4), (1.3). При $t \geq t_1$ справедливы соотношения (1.7), (1.8) или (1.7), (1.9) и

$$\sigma_{ij,j} + F_i = 0; \quad \sigma_{ij} l_j = R_i \text{ на } S_0, \quad U_i = U_{0i} \text{ на } S_U; \quad 2\epsilon_{ij} = U_{i,j} + U_{j,i}. \quad (2.2)$$

Если учесть (1.5), (2.1) и (2.2), то приходим к соотношениям

$$\sigma_{ij,j} + F_i = 0; \quad \sigma_{ij} l_j = R_i \text{ на } S_0, \quad U_i = U_{0i} \text{ на } S_U, \quad 2\dot{\epsilon}_{ij} = U_{i,j} + U_{j,i}. \quad (2.3)$$

де

$$F_i^* = F_i'(x, t_1) - F_i'(x, t), R_i^* = R_i'(x, t_1) - R_i'(x, t), U_{0i}^* = U_{0i}'(x, t_1) - U_{0i}'(x, t).$$

Пусть функции $f_1^0, f_2^0, b_1^*, f_1^{*0}, f_2^{*0}, l_1^*$ представимы в виде

$$f_i^0(\sigma_U) = \sum_{k=0}^{m_i} a_k^{(i)}(\sigma_U)^{a_k^{(i)}}, b_1^*(T') = \sum_{k=0}^n d_k \left(\frac{T_0'}{T'} \right)^{b_k},$$

$$f_i^{*0}(\sigma_U^*) = \sum_{k=0}^{m_i} a_k^{*(i)}(\sigma_U^*)^{a_k^{*(i)}}, b_1^*(T'') = \sum_{k=0}^n d_k^* \left(\frac{T_0''}{T''} \right)^{b_k^*},$$

где $i=1,2, m_1, m_2, n$ — конечные числа, $a_k^{(i)}, a_k^{*(i)}, d_k, d_k^*, a_k^{*(i)}, a_k^{*(i)}, d_k^*, d_k^*$ — константы.

Сравнивая соотношения (1.2), (1.3), (2.1) с соответствующими соотношениями (1.8), (1.7), (2.3), приходим к выводу, что если

$$\sigma_{ij} = \sigma_{ij}(x, t, a_k^{(1)}, a_k^{(1)}, a_k^{(2)}, a_k^{(2)}, d_k, d_k, F_i', R_i', U_{0i}', T_0', \Delta T'),$$

$$\epsilon_{ij} = \epsilon_{ij}(x, t, a_k^{(1)}, a_k^{(1)}, a_k^{(2)}, a_k^{(2)}, d_k, d_k, F_i', R_i', U_{0i}', T_0', \Delta T'),$$

то

$$\sigma_{ij}^* = \sigma_{ij}(x, t, a_k^{*(1)}, a_k^{*(1)}, a_k^{*(2)}, a_k^{*(2)}, d_k^*, d_k^*, F_i^*, R_i^*, U_{0i}^*, T_0^*, \Delta T'),$$

$$\epsilon_{ij}^* = \epsilon_{ij}(x, t, a_k^{*(1)}, a_k^{*(1)}, a_k^{*(2)}, a_k^{*(2)}, d_k^*, d_k^*, F_i^*, R_i^*, U_{0i}^*, T_0^*, \Delta T').$$

После определения величин $\sigma_{ij}^*, \epsilon_{ij}^*$ искомые напряжения σ_{ij} и деформации ϵ_{ij} находятся по формулам (1.5).

Таким образом мы, с учетом нестационарного неоднородного температурного поля, доказали теорему — аналог известной теоремы В. В. Москвитина о переменном нагружении, которая без решения дополнительной краевой задачи позволяет определить напряженно-деформированное состояние вязкопластического тела при его переменном неизотермическом нагружении по известному решению соответствующей задачи при неизотермическом нагружении из естественного состояния. Не представляет трудности доказать аналогичную теорему, если в качестве уравнения состояния использовать соотношения (1.9). Подобным образом доказывается теорема о переменном нагружении для любого n -го нагружения.

Литература

1. Москвитин В. В. Циклические нагружения элементов конструкций. М.: Наука, 1981.
2. Талыбы Л. Х. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и мат. тем. наук, II, 1982, № 6.

Институт математики и механики
АН Азерб. ССР

Поступило 3. V 1982

Л. Х. Талыбы

ТЕРМОӨЗҮЛҮ ПЛАСТИКЛИГИН ДӘЈИШӘН ЈҮКЛӘНМӘДӘ МУНАСИБӘТЛӘРИНӘ ДАИР.

Мәғаләдә өзүлү пластик мүһитләрин (јүкләнмәдә вә јүклән бошалмада мүхтәлиф хассәләрә малик деформасияларан реоном мүһитләрин) дәјишән јүкләнмә тән-

ликләри—В. В. Москвитинин мәлүм тәнликләринин варианты тәклиф олунур вә бу тәнликләрә дахил олан функцияларын, сабитләрин тәчрүби тәјин едилмәси үсулу верилир. Башлангыч јүкләнмә тәнликләри кими дәјишән јүкләнмә тәнликләри дәријазн јолла мәсәлә һәллине тәтбиг үчүн даһа әлverişли мунасибәтләрә кәтирилир. Гејри-гәрарлашмыш вә гејри-бирчинс температур саһәсини нәзәрә алимагла, дәјишән гејри-изотермик јүкләнмәдә чинсини кәркиклик-деформасија вәзијјәтини тәјин етиәјә имкан верән теорем—В. В. Москвитинин дәјишән јүкләнмә һағғында теореминин аналогу исбат олунур.

L. Kh. Talyby

TO THE RELATIONS OF THE THERMO-VISCOUS-PLASTICITY UNDER THE REPEATED LOADINGS

The article offers the equations of the repeated loading of the viscous-plastic mediums (the reonomial deformable mediums, properties of which under the loadine and off-loading are different) taking into account the sufficiently general image of the temperature on the mechanical property. It is reduced to the method of the experimental definition of the material function and constant appearing in these equations. It is converted similarly to the equation of initial loading. Taking into account the non-stationarity and non-homogeneity of temperature field, the theorem-analogue of the V. V. Moskvitin theorem on the variable loading is proved, which permits without solution of the complementary problem to define the stress-deformable condition of the body under the repeated non-isothermal loading by the certain solution of the corresponding problem under the loading from natural conditions.

Г. М. НИФТИЕВ, С. А. АБУШОВ, Б. Г. ТАГИЕВ

ОСОБЕННОСТИ ФОТОПРОВОДИМОСТИ ЛЕГИРОВАННЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ GaSe <Sn>

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

Одной из особенностей селенида галлия является резко выраженная анизотропия свойства, обусловленная слоистостью структуры и анизотропией химической связи. Связь между атомами внутри слоев носит в основном ковалентный характер, а между слоями она является слабой связью типа Ван-дер-Ваальса. Каждый слой кристалла построен из четырех гексагональных плотноупакованных одноатомных подслоев, расположенных в последовательности Se—Ga—Ga—Se. В зависимости от упаковки слоев существуют β -, ϵ -, γ - и δ -политипы [1,2]. Из-за структурных особенностей слоистые кристаллы, в том числе GaSe, стали объектом многих экспериментальных и теоретических исследований, обзоры которых приведены в [3,4].

В работе [5] исследована фотопроводимость образцов монокристаллов GaSe, омические контакты у которых созданы на одной зеркальной поверхности, перпендикулярной к оптической оси C . Направление поляризованного света параллельно слоям. Хотя в этом случае возможна реализация случая $\vec{E} \parallel \vec{C}$, однако при такой конфигурации электродов электрическое поле, которое обуславливает перенос образованных фотоносителей, распределяется в тонком приповерхностном слое. Следовательно, не все фотоносители, созданные светом в объеме полупроводника, оказываются во внешнем поле и потому дают незначительный вклад в фотопроводимость.

В [6] рассмотрено влияние анизотропии подвижности носителей заряда на фотопроводимость нелегированных монокристаллов GaSe при различных конфигурациях токовых контактов. Но образцы всех конфигураций освещаются светом, направление которого параллельно оптической оси C , что не позволяет реализовать случай $\vec{E} \parallel \vec{C}$.

Спектральное распределение фотоэда и фототока нелегированных монокристаллов GaSe с n - и p -типа проводимостями при различных конфигурациях токовых контактов и различных направлениях распространения света относительно оси C кристалла рассмотрено также в [7].

Однако в [5–7] не учтены роль примесей и влияние полярности приложенного напряжения на спектр фотопроводимости в зависимости от конфигурации контактов.

Целью настоящей статьи является выяснение роли структурных особенностей в фотоэлектрических свойствах, определение механизма примесной фотопроводимости и влияние полярности освещаемых при-

контактных областей на спектр фотопроводимости монокристаллов GaSe, легированных оловом.

Для достижения поставленной цели нами и приготовлены образцы двух конфигураций. В первом случае оба контакта наносились напылением индия в вакууме на одну из зеркальных поверхностей, перпендикулярных к оптической оси C кристалла, а свет падал в направлении вдоль оси C . Во втором случае сплошные токовые контакты нанесены на противоположные зеркальные поверхности, перпендикулярные к оси C , а световой зонд направлен вдоль слоев.

Эксперименты проводились при температурах 293 и 77 К. Монокристаллы ϵ -модификации p -GaSe:0,01 ат. % Sn выращены методом Бриджмена. Удельное сопротивление при 293 К вдоль слоев $\rho_{||} = 3,5 \times 10^7$ Ом·см и поперек слоев $\rho_{\perp} = 1,4 \cdot 10^8$ Ом·см.

Для исследования спектрального распределения фотопроводимости использовался свет, модулированный дисковым модулятором частотной модуляции 19 Гц. Сигнал фотопроводимости снимался с нагрузочного сопротивления и усиливался селективным микрольтметром типа У2-6, а затем после синхронного детектирования записывался на самописце КСП-4.

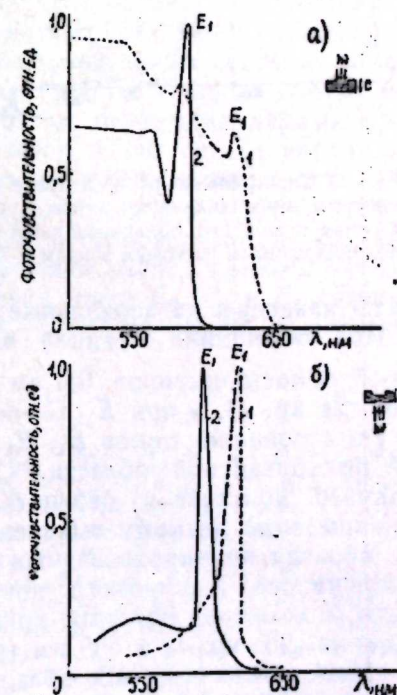


Рис. 1. Спектральное распределение фоточувствительности монокристаллов GaSe при расположении токовых контактов на освещаемой (а) и неосвещаемой (б) поверхностях образца при 293 и 77 К. Толщина кристалла 2 мм

На рис.1 при 77 и 293 К представлены кривые спектрального распределения фоточувствительности для случая освещения противоположных поверхностей, перпендикулярных к оси C , на одной из которых созданы токовые контакты. Рис. 1а показывает, что при 293 К, когда свет направлен вдоль оси C , со стороны токовых контактов на спектральном распределении фотопроводимости появляются два максимума при длинах волн 583 и 618 нм (кр. 1), а при 77 К на

спектре fotocувствительности выявлены один ярко выраженный максимум ($\lambda = 588$ нм) и глубокий минимум ($\lambda = 575$ нм)—кр. 2. В случае, когда свет падает на бесконтактную поверхность кристалла вдоль оси C при 293 К на спектре выявлен ярко выраженный узкий пик ($\lambda = 618$ нм), который при 77 К смещается в область коротких волн $\lambda = 588$ нм (рис. 16).

(Кривые спектрального распределения fotocувствительности в случае, когда световой зонд направлен перпендикулярно к оси C кристалла, представлены на рис. 2. При этом сплошные токовые кон-

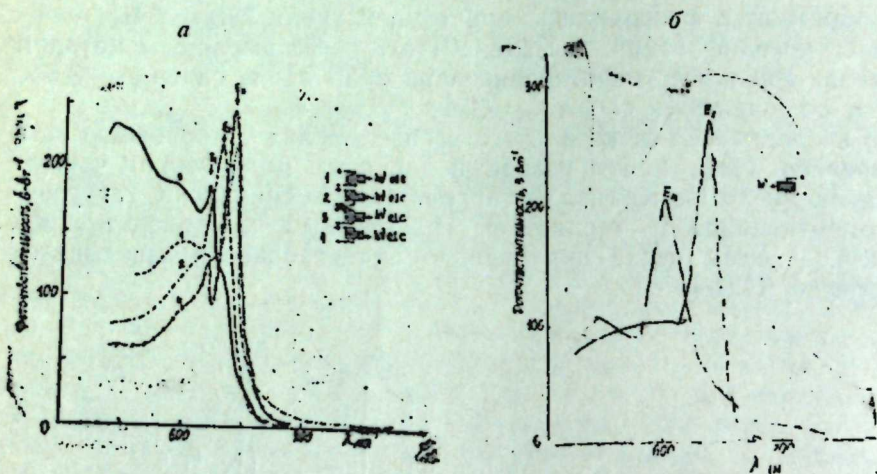


Рис. 2. Спектральное распределение fotocувствительности монокристаллов GaSe при освещении перпендикулярно к оси C кристалла. Расстояние между контактами 2 мм: а — при освещении поляризованным световым зондом и 293 К; б — при освещении неполяризованным световым зондом и 77 К (кр. 1); 293 К (кр. 2)

такты нанесены на зеркальные поверхности, перпендикулярные к оси C . При освещении средней части образца световым зондом в виде узкой полосы шириной 0,5 мм в случае $E \parallel C$ выявляется пик E_3 (рис. 2а кр. 1), а при $E \perp C$ — пики E_1 и E_3 (рис. 2а, кр. 2). Величина и существование пиков E_1 , E_2 и E_3 зависят от полярности освещаемой приконтактной области. Смещение светового зонда от положительного контакта к отрицательному приводит к росту пика E_3 и одновременно четкому выявлению пика E_1 (рис. 2а, кр. 4). Освещение образца неполяризованным светом приводит к появлению одного интенсивного и широкого примесного пика в спектре фотопроводимости, положение которого при 293 и 77 К соответствует длинам волн 642 (рис. 2б, кр. 1) и 605 нм (рис. 2б, кр. 2) соответственно.

Монокристаллы GaSe обладают зеркальной поверхностью и малой концентрацией поверхностных дефектов [8]. Существование высокой чувствительности в области коротких длин волн в случае, когда токовые контакты расположены на освещаемой поверхности, связано с малой вероятностью поверхностной рекомбинации. Сужение области спектральной fotocувствительности в случае, когда токовые контакты расположены на неосвещаемой поверхности, перпендикулярной оси C (рис. 1 б), связано с межслоевыми барьерами и анизотропией подвижности носителей заряда [9–11]. Резкое уменьшение fotocувст-

вительности в области коротких длин волн ($h\nu \gg E_g$) происходит из-за малой подвижности носителей заряда вдоль оси C . При этом очень незначительная часть созданных носителей заряда участвует в фотопроводимости.

Следует отметить, что в легированных монокристаллах GaSe независимо от способа освещения и конфигурации контактов выявляется только пик E_1 , который связан с распадом прямого экситона на дефектах, обусловленных упаковкой слоев и неконтролируемыми примесями.

При введении в GaSe примеси Sn в запрещенной зоне образуются мелкие акцепторные центры, которые частично могут термооптически заполняться электронами. Эти центры при освещении положительного или отрицательного электрода заполняются дырками или электронами и инжектированными электрическими полем и светом. При освещении положительной приконтактной области примесная фотопроводимость очень слабая, а в случае освещения отрицательной приконтактной области она становится резко выраженной. Поэтому с движением светового зонда от середины к отрицательному электроду примесная фотопроводимость растет.

Исследование спектрального распределения фотопроводимости при различных конфигурациях токовых контактов и направлений света показывает, что для изучения примесных состояний в слоистых полупроводниках GaSe удобным является случай, когда световой зонд направлен перпендикулярно к оси C кристалла, а токовые контакты находятся на противоположных поверхностях, перпендикулярных оси C , так как длина пути света увеличивается и тем самым увеличивается число фотоносителей, вносящих вклад в фотопроводимость.

Сравнение полученных данных с результатами исследований поглощения [11], электропоглощения [12] и фотопроводимости [13, 14] позволяет заключить, что за пик E_1 ответствен распад прямого экситона на дефектах кристаллической решетки, пики E_2 , E_3 и E_4 связаны с переходом электронов с уровней $E_v + 0,069$, $E_v + 0,098$, $E_v + 0,106$ эВ в зону проводимости.

Литература

1. Jellinek F. a. Hahn H. Zs. Naturf., 16, 1961, 713.
2. Abdullaeva S. G. a. Mamedov H. S. Phys. Stat. Sol. (a), 40, 1977, k 7.
3. Evans B. L. Optical and electrical properties of layer structures, ed. P. A. Lee. Dordrecht, 1976, 1.
4. Williams P. M. Optical and electrical properties of layer structures, ed. P. A. Lee. Dordrecht, 1976, 273.
5. Мехтиев Н. М., Рудь Ю. В., Салаев Э. Ю. ФТП, 12, 1978, вып. 8, 1566.
6. Kaznicki Z. T., Muschke K., Shimid P. J. Phys. Sol. Stat. Phys., 12, 1979, 3749.
7. Adduci F., Ferra M., Pantalo P., Cingolani A., Minafra A. Phys. Stat. Sol. (a), 15, 1973, 303.
8. Manfredotti C., Momin A. M., Mukli R., Rizzo A. a. Vasenelli L. V. IL Nuovo Cimento, 39B, 1977, 257.
9. Shimid P. H. a. Moose K. Helv. Phys. acta, 45, 1972, 870.
10. Тагиев Б. Г., Нифтиев Г. М., Алиев Н. А., Плиев Ф. И., Меджидов А. Б., Гасанов И. А. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук, 1978, №4.
11. Sasaki S. V., Hamaguchi C. IL Nakai Japan. J. Appl. Phys., 14, 1975, 494.
12. Thaur Le Chia, Depeursinge C. Solid State Communication, 21, 1977, 317.
13. Белецкий Г. Л., Дильбазов Т. Г., Нейманзаде Н. К., Салаев Э. Ю., Сулейманов Р. А., Мамедов Ш. С. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук, 1976, № 4, 47.
14. Алиев И. М., Гаджиев А. Р., Тагиев Б. Г. ФТП, 15, 1981, вып. 12, 2407.

Институт физики АН Азерб. ССР

Поступило 12. III 1982

АШГАРЛЫ GaSe<Sn> МОНОКРИСТАЛЛАРЫНЫН
ФОТОКЕЧИРИЧИЛИНИН ХҮСУСИЈАТЛАРИ

Мүхтәлиф конфигурацијалы чәрәјан контактлары олан Ga>Se нүмунәләринин фототәссәсләгәнин спектрал пәјланмасы ишығын полјаризасија векторунун кристалын С охуна нәзәрән мүхтәлиф вәзијәтләриндә вә мүхтәлиф гүтблү электронлары ишыгландырмагда тәдгиг едилмишдир. Далга узунлуғунун 618 нм (E_1) 630 нм (E_2) вә 638 нм (E_3) гүјмәтләриндә вә 642 нм (E_4) дәрәд пик ашкар едилмишдир. $E \parallel C$ олдугда E_2 , $E \perp C$ олдугда E_1 вә E_3 , полјаризә олунамаш ишыг зонду илә ишыгландырыгда исә далга (E_4) пик мушәһидә олунар. Мүәјјән едилмишдир ки, E_1 пик дүз екситонун кристал гәфәсинин дефектләриндә парчаланмасы, E_2 вә E_3 вә E_4 пикләри исә электронларын $E_v + 0.07$, $E_v + 0.098$ вә $E_v + 0.106$ сәвијәләриндән кечиричи зонаја кечмәси илә әләгәдардыр.

G. M. Niftiev, S. A. Abushov, B. G. Tagiev

PHOTOCONDUCTIVE PECULIARITIES IN DOPED GaSe<Sn>
MONOCRYSTALS

The spectral distribution of photosensitivity under different configurations of current leading with the polarized light vector directed to the C-axis of the crystal and towards the polarity of the illuminated electrodes was investigated. Three peaks at the wave lengths of 618 (E_1), 630 (E_2), 638 (E_3) and 642 (E_4) nanometers were revealed in the photosensitive spectra. In case of $E \parallel C$ peak E_2 and $E \perp C$ peak E_1 and E_3 were manifested. Under the illumination of non-polarised light, the wide mixed impurity peak was observed at the wave-length of 642 nanometers. It is established that for peak E_1 decay of direct excitons on the defective crystal lattice is responsible. Peaks E_2 and E_3 are related with the electron junction (transfer) level $E_v + 0.069$ eV, $E_v + 0.098$ eV, $E_v + 0.106$ eV in the conduction band.

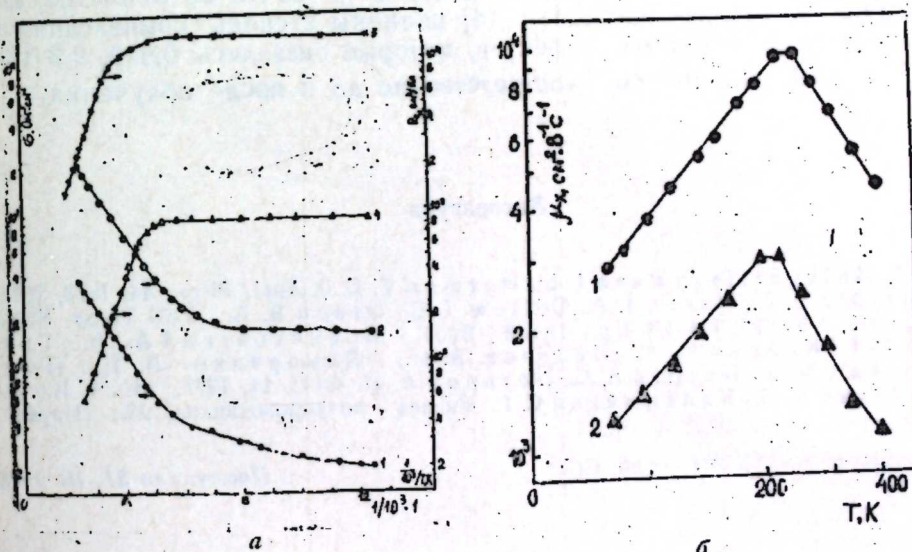
Член-корр. АН Азерб. ССР Э. Ю. САЛАЕВ, А. Ш. АБДИНОВ,
К. А. АСКЕРОВ, Ф. И. МАМЕДОВ, Г. С. СЕИДЛИ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБЛУЧЕННЫХ БЫСТРЫМИ
ЭЛЕКТРОНАМИ МОНОКРИСТАЛЛОВ $n\text{-Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$

Исследование влияния электронного облучения на электрические свойства $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ проведено при низких температурах ($T \leq 80$ К) и небольших интегральных потоках электронов (до $\Phi = 5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$) [1,2], при $T = 300$ К, $\Phi \leq 2,2 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-2}$, $\epsilon = 2$ МэВ для кристаллов с $x = 0,24 - 0,28$ [3].

В данной статье приведены результаты исследования электрических свойств кристаллов $n\text{-Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$, облученных при $T=300$ К интегральными потоками электронов до 10^{16} см^{-2} с $\epsilon = 25$ МэВ.

Изучаемые образцы размером $0,05 \times 0,20 \times 0,10 \text{ см}^3$ вырезались из монокристаллических слитков, выращенных методом Бриджмена—



Стокбаргера. Исходная (до облучения) нескомпенсированная концентрация и подвижность свободных носителей заряда (электронов) в них при 77 К составляли соответственно $3 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$ и $3 \cdot 10^3 \text{ см}^2 \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$.

Перед измерением образцы подвергались химическому травлению и припайиванию на открытом воздухе снабжались индиевыми токовыми и холловскими контактами. В диапазоне 77—335 К измерялись температурные зависимости электропроводности (σ), постоянной Холла (R_H) и холловской подвижности (μ_H). Измерения производились в режиме постоянного тока и постоянного магнитного поля ($H=4$ кЭ).

Установлено, что в рассмотренных условиях конверсии типа проводимости изучаемых образцов не происходит. На рисунке (а) приведены характерные кривые температурной зависимости σ (кр. 1 и 2 до и после облучения соответственно) и K_x (кр. 3 и 4 до и после облучения соответственно), а на рисунке б — μ_x (кр. 1 и 2 соответственно до и после облучения). Как видно из рисунков, электронное облучение фактически не влияет на ход зависимостей $\sigma(T)$, $K_x(T)$ и $\mu_x(T)$, оно меняет лишь численные значения этих параметров. В частности после электронного облучения проводимость изучаемых образцов и концентрация свободных носителей тока в них увеличиваются, а подвижность свободных носителей заряда уменьшается.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при электронном облучении в изучаемые образцы вводятся точечные радиационные дефекты донорного типа. Относительное изменение электрических параметров ($\mu_x = \frac{\sigma - \sigma_0}{\sigma_0}$, $\gamma_n = \frac{n - n_0}{n_0}$, $\gamma_p = \frac{p - p_0}{p_0}$, где σ_0 , n_0 , p_0 и σ , n , p — значения этих параметров при данной температуре до и после облучения соответственно) зависит от температуры и свое наибольшее значение получает при низких температурах (где доминирует примесная проводимость). При 77 К $\gamma_0 \approx 9$, $\gamma_n \approx 20$; $\gamma_p \approx 1,4$. В области относительно высоких температур (где преобладает собственная проводимость) с ростом температуры γ_0 и γ_n уменьшаются (почти до ~ 4 и ~ 3 соответственно), а γ_p почти не меняется. По формуле Конуэлла—Вайскопфа [4] оценены степень компенсации и концентрация точечных дефектов, которые оказались $0,999$, $9,3 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ и $0,995$; $2,2 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ соответственно до и после облучения.

Литература

1. Meingailis J., Ruan I. L., Harman T. C. J. Appl. Phys., 44, 1973, 2647.
2. Maillon C. E., Naber I. A., Collew I. E., Green B. A. IEEE Trans. Nucl. Sci., 1973, NS-20, 214.
3. Брудный В. Н., Войцеховский А. В., Гречух З. Г., Кривов М. А., Липенко А. И., Лимаренко Л. Н., Пашковский М. В., Петров А. С., Потанов А. И. ФТП. 11, 1977, 540.
4. Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г. Физика полупроводников, М., "Наука", 1977.

Институт физики АН Азерб. ССР

Поступило 31. III 1983

Е. Я. Салаев, Э. Ш. Абдинов, К. Э. Эскеров, Ф. И. Маммедов,
Н. С. Сеидли

СҮР'ЭТЛИ ЕЛЕКТРОН ДЭСТЭСИ ИЛЭ ШҮАЛАНДЫРЫЛМЫШ $n\text{-Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ МОНОКРИСТАЛЛАРЫНЫН ЕЛЕКТРИК ХАССЭЛЭРИ

Мәгәләдә 300 К температурда сүр'әтли электрон дәстәси илэ шүаландырылмыш $n\text{-Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ монокристалларында elektrik кечиричилийнә, холл сабитинә вә јүјүрүклүә шүаланманын тә'сирі өрәнилмишдир. Мүәјјәнләшдирилмишдир ки, электрон шүаланмасы һәмни кәмијјәтләрин температур асыллыгына тә'сир кәстәрмир,

јалпыз онларың әдәди гијәтини дәјишдирир. Алынмыш нәтичәләр шүаланма заманы өрәнилән нүмунәләрә нөгтәви радиасија дефектләринин дахил олмасы илэ изәһ едилир. Шүаланмамыш вә шүаландырылмыш нүмунәләр үчүн нөгтәви дефектләрин консентрасијасы ($\sim 9,3 \cdot 10^{17}$ вә $2,2 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$) вә компенсација дәрәжәси (0,999 вә 0,995) тәјин едилмишдир.

E. Yu. Salaev, A. Sh. Abdinov, K. A. Askarov, F. I. Mamedov, G. S. Seidli

ELECTRICAL PROPERTIES OF $n\text{-Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ SINGLE CRYSTALS IRRADIATED BY HIGH-SPEED ELECTRONS

The temperature dependence of electrical parameters of $n\text{-Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ single crystals irradiated by high-speed electrons in 77–300 K temperature region was investigated. Results may be explained by implantation of point donors defects on irradiation. The levels of compensation and concentration of point defects are obtained.

разив их через результаты измерения $(y_1 - y_1'), (y_2 - y_2'), \dots, (y_{n/2} - y_{n/2}')$, и тесты $(x + \theta_1), (x + \theta_2), \dots, (x + \theta_{n/2})$, а затем, подставив полученные значения b_i в первое уравнение системы (6), получим одно уравнение с одним неизвестным x , решение которого относительно этого неизвестного будет представлять в общем виде алгоритм функционирования тестово-дифференциальной ИИС.

Согласно правилу Крамера [3] решения последних $n/2$ уравнений системы (6) относительно параметров $b_1, b_2, \dots, b_{n/2}$ запишутся в виде

$$b_1 = \frac{D_1}{D}, \quad b_2 = \frac{D_2}{D}, \dots, b_i = \frac{D_i}{D}, \dots, b_{n/2} = \frac{D_{n/2}}{D},$$

где D — определитель вида:

$$D = \begin{vmatrix} (x + \theta_1)^1 (x + \theta_1)^3 \dots (x + \theta_1)^{n-1} \\ (x + \theta_2)^1 (x + \theta_2)^3 \dots (x + \theta_2)^{n-1} \\ \dots \\ (x + \theta_{n/2})^1 (x + \theta_{n/2})^3 \dots (x + \theta_{n/2})^{n-1} \end{vmatrix},$$

а D_i — определитель вида

$$D_i = \begin{vmatrix} (x + \theta_1)^1 (x + \theta_1)^3 \dots (x + \theta_1)^{2i-3} (y_1 - y_1') (x + \theta_1)^{2i+1} \dots (x + \theta_1)^{n-1} \\ (x + \theta_2)^1 (x + \theta_2)^3 \dots (x + \theta_2)^{2i-3} (y_2 - y_2') (x + \theta_2)^{2i+1} \dots (x + \theta_2)^{n-1} \\ \dots \\ (x + \theta_{n/2})^1 (x + \theta_{n/2})^3 \dots (x + \theta_{n/2})^{2i-3} (y_{n/2} - y_{n/2}') (x + \theta_{n/2})^{2i+1} \dots (x + \theta_{n/2})^{n-1} \end{vmatrix}$$

Пользуясь теорией определителей [3], из (7) получим выражение для параметров b_i :

$$b_i = \frac{1}{(x + \theta_1)(x + \theta_2) \dots (x + \theta_{n/2}) \prod [(\theta_u - \theta_g)(2x + \theta_u + \theta_g)]} \times \sum_{j=1}^{n/2} (-1)^{j+i} (y_j - y_j') (x + \theta_1)(x + \theta_2) \dots (x + \theta_{j-1})(x + \theta_{j+1}) \dots (x + \theta_{n/2}) \prod [\theta_u - \theta_g](2x + \theta_u + \theta_g) \left[\sum_{a=1}^{n/2-i} (x + \theta_{a_i})^2 \dots (x + \theta_{a_{n/2-i}})^2 \right]$$

$$1 \leq g < u \leq \frac{n}{2}, \quad g \neq j, \quad u \neq j. \quad (8)$$

В выражении (8) последний сомножитель представляет собой сумму всевозможных произведений по $\frac{n}{2} - i$ различных тестов. Число

таких произведений равно числу сочетаний $C_{\frac{n}{2}-i}^{\frac{n}{2}}$, т. е. сумма берется

по всем сочетаниям $\left(\frac{n}{2} - i\right)$ чисел $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n-i}$ из чисел $1, 2, \dots$

$\frac{n}{2}$. Запись $\alpha \neq j$ означает, что все сочетания, включающие j -й тест $x + \theta_j$, из суммы исключаются.

Подставляя (8) в первое уравнение системы (6), получим основное тестовое уравнение, которое представляет собой уравнение с одним неизвестным x . Влияние всех параметров $b_1, b_2, \dots, b_{n/2}$, а следовательно, и параметров $a_1, a_2, \dots, a_n$ функции преобразования ИС на результат измерения исключено. Этим обеспечивается полное исключение всех медленно меняющихся аддитивных и мультипликативных погрешностей результатов измерения.

Решение первого уравнения системы (6) относительно измеряемой величины x при подстановке этого уравнения в формулу (8) представляет собой обобщенный тестово-дифференциальный алгоритм повышения точности ИИС.

Из этого алгоритма как частный случай могут быть получены все известные алгоритмы при любых степенях полинома, описывающего реальную функцию преобразования ИС. Так, для случая квадратичной функции преобразования, описанной в [2], получим из (8) и (6) известный алгоритм.

$$x = \frac{(y_0 - y_0')}{(y_1 - y_1') - (y_0 - y_0')} \theta. \quad (9)$$

Использование тестово-дифференциальных алгоритмов дает возможность строить точные системы для измерения электрических и особенно неэлектрических величин на базе неточных исходных элементов. В [2] описана в качестве примера силовой измерительная система, позволяющая получить погрешность 0,25 % в диапазоне температур $-50 \dots 50^\circ\text{C}$ при погрешности исходной ИС порядка 10 %.

Разработанный обобщенный тестово-дифференциальный алгоритм повышения точности ИС дает возможность практически для всех видов функции преобразования — как линейных, так и существенно нелинейных синтезировать точную ИИС на базе неточных исходных элементов.

Литература

1. Бромберг Э. М., Куликовский К. Л. Тестовые методы повышения точности измерений. М., "Энергия", 1978.
2. Гасанов Э. И. ДАН Азерб. ССР. XXXIX, 1983, № 4, 33—38.
3. Курош А. Г. Курс высшей алгебры, М., "Наука", 1968.

АЗИСИ

Поступило 20. XI 1983

Е. И. Гасанов

ИНФОРМАЦИОН-ӨЛЧҮ СИСТЕМАЛАРИНИН ДЭГИГЛИЖИНИН ЛҮКСЭЛДИЛМЭСИ ҮЧҮН ҮМУМИЛЭШДИРИЛМИШ ДИФФЕРЕНЦИАЛ- ТЕСТЛИ АЛГОРИТМ

Мағаләдә тестли вә дифференциал методлар асасында дэгиглижин лүксәлдилмәсинин үмумиләшдирилмиш алгоритминин алынмасы мәсәләләриндән бәһс едилир. Тәклиф олунан метод тест блокларында садә аддитив тестләрдән истифадә үчүн шәрәит јарадыр. Мәлүм олдуру кими, бу чүр тестләр електрик вә хүсусән тейри-електрик параметрләри үчүн чох асанлыгла јарадылар.

Тәклиф олунан алгоритмин практики тәтбиғи өлчү системинин үмуми хәтәсини хејли азәлтмаға имкән верир.

Е. И. Gasanov

GENERALIZED TEST-DIFFERENTIAL ALGORITHM OF EXACT INCREASING OF INFORMATION-MEASURING SYSTEMS

This paper deals with the problems of precision increase on the basis of combination of two methods of reformation and test methods. The combined methods make it possible to use the realization of algorithms of increase in precision only for adequate tests, which sufficiently expands the sphere of the use of perspective test methods employed in the increase of precision for measuring electric and particularly non-electric volumes.

УДК 621.315.592

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ

В. И. ИВАНОВ-ОМСКИЙ, Р. Б. РУСТАМОВ, В. А. СМЕРНОВ, Ш. У. ЮЛДАШЕВ

КОГЕРЕНТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ С ОПТИЧЕСКОЙ НАКАЧКОЙ В $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ НА СВЯЗАННОМ ЭКСИТОНЕ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Э. Ю. Салаевым)

Спонтанное и когерентное излучения наблюдались авторами работ [1, 2]. В [1] спонтанное излучение состояло из одной достаточно широкой полосы. Эта полоса интерпретировалась как излучательная межзонная рекомбинация. С увеличением оптической накачки спонтанная линия сужалась и появлялось когерентное излучение с модовой структурой. В [2] также наблюдалось когерентное излучение на эпитаксиальных слоях $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$.

Нами исследовались спектры фотолюминесценции как спонтанного, так и когерентного излучения в $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$. Состав образцов $x \sim 0,3$, концентрация основных носителей $n_{17} \sim 10^{14} \text{ см}^{-3}$, ориентация (III). Эксперименты проводились при температуре жидкого гелия — 4,2 К.

Для записи спектров фотолюминесценции исследуемого материала использовалась установка, собранная на основе спектрометра ИКС-21 с репликой 200 шт/мм. Оптическая накачка фотолюминесценции осуществлялась полупроводниковым гетеролазером $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ с энергией кванта $h\omega = 1,45 \text{ эВ}$ при температуре $T = 4,2 \text{ К}$. Излучение от образца на выходе спектрометра регистрировалось охлаждаемым жидким азотом приемником Ge: Au.

На рис. 1 показаны спектры фотолюминесценции, полученные нами на пропускание (а) и на отражение (б). Как видно, спектр фотолюми-

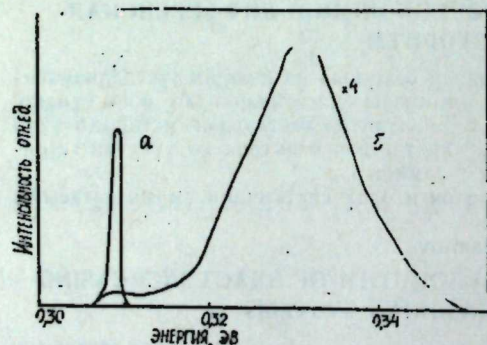


Рис. 1. Спектры фотолюминесценции на пропускание (а) и на отражение (б)

несценции на отражение (б) состоит из двух полос. Линейная зависимость интенсивности фотолюминесценции от интенсивности оптической накачки, большая полуширина линии, а также наблюдение фотолюми-

несценции вплоть до температуры жидкого азота позволили нам приписать коротковолновую полосу межзонным излучательным переходам. Более длинноволновая полоса обусловлена рекомбинацией экситонов, связанных на глубоких нейтральных акцепторах [3].

Из рис. 1а видно, что спектр фотолюминесценции на пропускание состоит только из одной достаточно мощной по интенсивности полосы. Энергетическое положение этой полосы совпадает со связанным экситоном в спектре фотолюминесценции на отражение. Увеличение интенсивности этой линии обуславливается усилением примерно на порядок мощности оптической накачки. Одна из наиболее характерных черт этой полосы — ее небольшая полуширина ($\sim 1 \text{ мэВ}$), суперлинейная зависимость от интенсивности оптической накачки. Такая суперлинейная зависимость экситонной полосы объясняется процессом фотонейтрализации компенсированных акцепторных центров [4].

Отсутствие межзонного перехода в спектре фотолюминесценции на пропускание связано с его большим коэффициентом поглощения.

Нами исследовалось также когерентное излучение в $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$. В когерентном излучении усиление должно равняться, по крайней мере, потерям. Как известно, оно описывается следующим выражением:

$$g = \frac{c^2 j \eta}{8 \pi q n^2 v^2 \Delta v d},$$

где j — скорость возбуждения, η — коэффициент излучательной рекомбинации, n — показатель преломления, v — частота излучаемых фотонов в спонтанной полосе полушириной Δv , d — толщина активной области. Следовательно, полупроводник с меньшей шириной запрещенной зоны будет иметь большее усиление. С другой стороны, экситонная рекомбинация будет давать наиболее узкий спектр, а потому и наибольшее усиление.

Все эти факторы позволили нам создать источник когерентного излучения в $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ на связанных экситонах. Вначале образцы механически шлифовались, затем травились в полирующем травителе (10% Br + 90% $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$). В конечном счете образцы имели толщину около 50 мкм. Для создания резонатора Фабри—Перо образцы кололись. Длина резонатора составляла 200–300 мкм.

Геометрическое расположение оптической части установки показано на рис. 2. Как видно, излучение от гетеролазера $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$

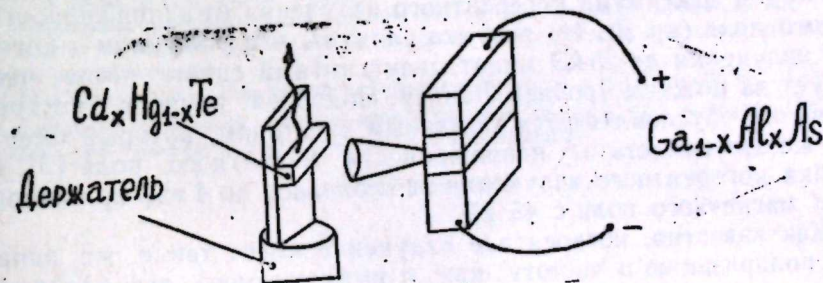


Рис. 2. Геометрическое расположение оптической части экспериментальной установки для исследования когерентного излучения

падало на поверхность (111) образца $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$, а когерентное излучение в $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ исходило из сколотых граней образца.

На рис. 3 показаны спектры когерентного излучения в $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ при различных значениях оптической накачки. Мощность 320 Вт/см² соответствует значению ниже порогового, а 365 Вт/см² — выше поро-

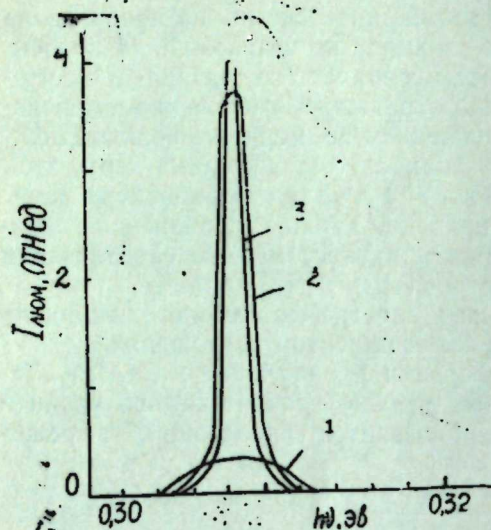


Рис. 3. Спектры когерентного излучения при различных оптических накачках: 1 — при 320; 2 — при 365; 3 — при 1000 Вт/см²

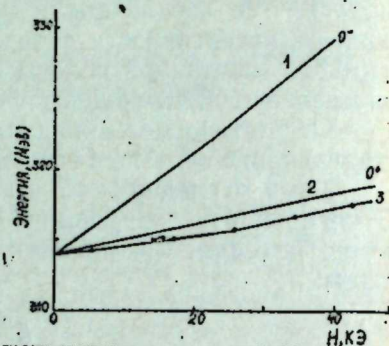


Рис. 4. Зависимость когерентного излучения от напряженности магнитного поля:

1, 2 — верхний и нижний уровни Ландау соответственно; 3 — положение максимумов фотолюминесценции когерентного излучения при различных магнитных полях

гового. Дальнейшее увеличение мощности накачки не приводит к усилению интенсивности когерентного излучения. Это обстоятельство объясняется тем, что когерентное излучение переходит в режим насыщения.

Из-за малой эффективной массы электронов в $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ ($x \sim 0,3$) большой интерес представляет изучение зависимости когерентного излучения от напряженности магнитного поля. На рис. 4 показаны верхний и нижний уровни (кр. 1 и 2) Ландау, а также зависимость положения максимума когерентного излучения от напряженности магнитного поля (кр. 3). Из рисунка следует, что максимум когерентного излучения до 25 кЭ имеет диамагнитный сдвиг, после чего он следует за нижним уровнем Ландау. Подобная природа когерентного излучения обуславливается связанным экситоном, который имеет такую же зависимость от напряженности магнитного поля [5]. Перестройка когерентного излучения наблюдалась до 4 мэВ при напряженности магнитного поля с 45 кЭ.

Как известно, когерентное излучение имеет такие же направления, поляризацию и частоту, как и вынуждающее его излучение. В силу этого нами была снята зависимость интенсивности фотолюминесценции от угла поворота анализатора. Выходящее когерентное излучение имело поляризацию. Степень поляризации составляла $\sim 25\%$.

Таким образом, нами впервые наблюдается когерентное излучение в $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ на связанном экситоне.

Литература

1. Melngailis I. a. Strauss A. J. Appl. Phys. Lett., 8, 1966, 179.
2. Harman T. C. J. Electr. Materials, 8, 1979, № 2, 191.
3. Иванов-Омский В. И., Курбанов К. Р., Мальцева В. А., Смирнов В. А., Юлдашев Ш. У. ФТП, 17, 1983, № 1, 27.
4. Курбанов Л. Н., Машенко В. Е., Могалькин Н. Н., Бритов А. Д. Радиотехн. и электрон., 12, 1967, № 7, 1298.
5. Иванов-Омский В. И., Кохановский С. И., Сейсян Р. П., Смирнов В. А., Юкиш В. А., Юлдашев Ш. У. ФТТ, 25, 1983, 4.

Физико-технический институт
им. А. Ф. Иоффе АН СССР

Поступило 20. III 1984

Институт космических
исследований

природных ресурсов АН Азерб. ССР

В. И. Иванов-Омский, Р. Б. Рустамов, В. А. Смирнов, Ш. У. Юлдашев

$\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ ЭЛАГЭЛИ ЕКСИТОНДА ОПТИКИ ДОЛДУРУЛМУШ КОЭРЕНТ ШУАЛАНМАСЫ

$\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ ($x = 0,3$)-дә фотолуминесценсия спектрләринин эксолунмасы вә һопдурулмасы тәдгиг олунмушдур. Эксолунма фотолуминесценсия спектри ики золагдан ибарәтдир. Гысадалгалы золаг зонадакы шуаланма рекомбинасиясы илә, даһа узундалгалы золаг илә дәрини нејтрал аксепторларла элагэли екситонларын рекомбинасиясы илә шәртләнир.

Һопдурулма фотолуминесценсия спектриндә бир вә чох гыса хәтт мушәһидә олунур. Енергетик вәзијјәтинә, еләчә дә өз тәбiiәтинә кәрә бу хәтти биз дәрини нејтрал аксепторларла элагэли екситонларын рекомбинасиясына анд едилрик.

Мәгаләдә илк дөфә олараг, екситонла элагэли $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ -дә коһерент шуаланмасы һаггында мә'лумат верилир. Коһерент шуаланманын магнит сәһәсинин кәркилијиндән асылылығы гејд едилир. Бурада һәмчинин $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ -дә коһерент шуаланманын полјарлашма дәрәчәси тәјини едилмишдир.

V. I. Ivanov-Omskii, R. B. Rustamov, V. A. Smirnov, S. U. Yuldashev

COHERENT RADIATION WITH OPTICAL PUMPING IN $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ ON A BOUND EXCITON

Reflection and transmission photoluminescence spectra in $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ ($x = 0.3$) were investigated. Reflection photoluminescence spectrum consists of two bands. Short-wave band is conditioned by interzone radiative recombination, and that of long-wave is due to recombination of excitons, which are bound on deep neutral acceptors.

Transmission photoluminescence spectrum has one band which is narrow enough. We explain this band by its energetic position and by its nature as recombination of excitons, which are bound on deep neutral acceptors.

This work is first to announce about coherent radiation on a bound exciton in $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$. The dependence of coherent radiation upon intensity of magnetic field is shown. The degree of $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ coherent radiation polarization is also determined.

УДК 46.2821:621 351

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Г. АБДУЛЛАЕВ, М. С. ГУСЕЯНОВА, Т. Д. ИБРАГИМОВ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ CdHgTe

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

В последние годы резко возрос интерес к получению и изучению свойств твердых растворов CdHgTe. Это связано с развитием фото- и оптоэлектроники, использующих на основе пленок CdHgTe высокоэффективные приемники ИК-излучения, которые обладают высокой обнаружительной способностью.

Получение однородных по молярному составу монокристаллов CdHgTe сопряжено со значительными технологическими трудностями. При изготовлении различных устройств для целей фото- и оптоэлектроники требуются тонкие пластины из CdHgTe (5—100 мкм), которые получают резкой, шлифовкой, полировкой монокристаллов. Однако эти процессы приводят к нарушениям в слоях монокристаллов и делают проблематичной целесообразность изготовления таких пластин.

Разработка методов получения слоев CdHgTe, которые бы обладали однородным молярным составом и физическими свойствами, приближающимися к свойствам монокристалла, является весьма актуальной задачей. В частности большой интерес представляет возможность получения пленок CdHgTe при комнатных температурах электрохимическим методом. Между тем работы, описывающие получение CdHgTe этим методом, в литературе отсутствуют.

Настоящая статья посвящена получению тонких слоев CdHgTe электрохимическим методом и составлению математической модели процесса.

ЭКСПЕРИМЕНТ

Электрохимическое осаждение тройного сплава CdHgTe осуществлялось из электролита, содержащего водные растворы солей CdSO₄ и Hg(NO₃)₂, а также TeO₂, в режиме постоянного тока (рН 5—6, температура 20—25°C, плотность тока 3—5 А/дм²). Анализ образцов проводился на электронном микроскопе «УЭМ-100 С».

После проведения серии экспериментов (37 опытов) получены данные, которые и использованы для отыскания математического описания процесса, т. е. математической модели. Усредненные по значениям входных параметров результаты приведены в табл. 1. (Концентрации на входе приводятся в молях, а на выходе — в процентах).

С учетом сложности процесса, а также невозможности получения количественных соотношений из-за недостаточной изученности механиз-

ма процесса получены эмпирические соотношения, удовлетворяющие некоторым общим и обязательным условиям, таким, как сохранение масс, энергий зарядов и т. д.

Таблица 1

x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	y_3
0,05	0,01	0,03	4,52	67,33	28,15
0,5	0,002	0,003	17,16	50,27	32,57
0,05	0,002	0,003	11,50	57,56	30,94
0,008	0,002	0,005	9,91	59,02	31,07
0,1	0,002	0,003	14,58	53,93	31,49
0,008	0,005	0,01	7,60	61,43	30,94
0,01	0,002	0,003	9,97	59,23	30,80
0,001	0,001	0,003	9,05	57,97	32,98

Отметим, что значения выходных параметров, т. е. y_1 , y_2 и y_3 , даны в виде концентраций, поэтому имеем

$$y_1 + y_2 + y_3 = 100\%.$$

Кроме того, при построении модели должны выполняться условия

$$y_{i(1)} = 0 \text{ при } x_{i(1)} = 0,$$

$$y_{i(1)} \neq 0 \text{ при } x_{i(1)} \neq 0, \text{ а } x_{i(2,3)} = 0.$$

По определению, $y_i = \frac{P_i}{P_1 + P_2 + P_3} \cdot 100\%$, где P_i — вес i -го компонента в сплаве CdHgTe. В силу вышеуказанных условий и экспериментальных данных получены следующие расчетные уравнения модели:

$$y_1 = \frac{\theta_0 + \theta_2 x_2 + \theta_3 x_3 + x_1 (\beta_0 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3)}{1 + c_2 \frac{x_2}{x_1} + a_3 \frac{x_3}{x_1}},$$

$$y_3 = \frac{r_0 + r_1 x_1 + r_2 x_2 + x_3 (t_0 + t_1 x_1 + t_2 x_2)}{\frac{x_1}{x_3} + a_2 \frac{x_2}{x_3} + a_3}.$$

Коэффициенты этих зависимостей, найденные методом наименьших квадратов, сведены в табл. 2.

Таблица 2

θ_0	θ_2	θ_3	β_0	β_2	β_3	r_0
13,073	1907,777	-961,261	19,207	-9510,026	3403,104	-59,069
r_1	r_2	t_0	t_1	t_2	a_2	a_3
10831,889	122660,749	-55259,573	-13203,411	37513,924	0,0934	0,0068

Используя полученную модель, можно исследовать поведение системы при различных входных параметрах, варьируя начальные значения концентраций Cd, Hg, Te в исследуемом интервале.

Отметим, что значения u_1 и u_2 найденные по уравнениям (1) и (2), с достаточной точностью совпадают с их экспериментальными значениями для исследуемого интервала. Средняя погрешность этих значений не превышает 5–10%.

Выводы

1. Получены тонкие слои твердых растворов CdHgTe электрохимическим методом при комнатной температуре.

2. Построена математическая модель процесса, характеризующая зависимость выхода CdHgTe от концентрации входных компонентов в исследуемом интервале.

Литература

1. Горбунова К. М., Полукаров Ю. М. «Электрохимия», I, 1964. 2. Колесник К. В. Автореф. канд. дисс. Киев, 1981. 3. Абдуллаев А. Г., Гусейнова М. С. «Азерб. хим. ж.», 1978, № 1. 4. Ваграмян А. М., Усачев Д. Н., Клименко Н. Л. ЖФХ, 35, 1961. 5. Левин А. И. Теоретические основы электрохимии. М., 1972.

НПО КИ АН Азерб. ССР

Поступило 20. XII 1983

А. Н. Абдуллаев, М. С. Гусейнова, Т. Д. Ибрагимов

CdHgGe-УН ЕЛЕКТРОКИМЈЭВИ ЈОЛЛА АЛЫНМАСЫ ПРОСЕСИНИН РИЈАЗИ МОДЕЛИ

Мәгәләдә отаг температурида CdHgGe-ун назик гатларынын сабит чәрајан режиминдә електрохимјэви јолла алынмасындан бәһс едилір.

Бурада тәдқиғ олуан интервалда CdHgGe-ун чыхышынын кириш компонентләриндән асыллыгынын характеризә едән просесини ријазии модели верилір. Нәмчинин кириш параметрләринин мұхтәлиф гијмәтләриндә системини вәзијјәти кәстәрилір.

A. G. Abdullayev, M. S. Guseynova, T. A. Ibragimov

MATHEMATICAL MODEL OF ELECTROCHEMICAL DEPOSITION PROCESS

The work describes the obtaining of thin layers of CdHgTe by electrochemical method at room temperature and at constant current.

The mathematical model of the process is given, which characterises the dependence of CdHgTe output depending on the concentration of initial components in investigating interval.

The behaviour of the system at different magnitudes of initial parameters in the investigated interval is studied.

УДК 547.584.07+517.269+547.279+543.253

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. С. САЛАХОВ, Н. Ф. МУСАЕВА, Р. С. САЛАНОВА, Э. Ш. МАМЕДОВ

ПОЛЯРОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ ЧЕТЫРЕХХЛОРИСТОГО СЕЛЕНА В АЦЕТОНЕ

Реакцию взаимодействия четыреххлористого селена (SeCl_4) с непредельными соединениями осуществляют обычно в органических растворителях — четыреххлористом углероде или хлороформе [1], серном эфире [2, 3] и др.

Количественные данные по растворимости SeCl_4 в этих растворителях в литературе отсутствуют. Учитывая большую активность SeCl_4 в реакциях присоединения [2] или замещения [1], необходимо подобрать такие растворители, которые хорошо растворяют компоненты реакции при комнатной или низких температурах.

Ранее нами [4] было показано, что реакция присоединения SeCl_4 к N-аллилимидам циклических 1,2-дикарбоновых кислот протекает в эфире или четыреххлористом углероде при температурах минус 20–30°C.

Далее было обнаружено, что ацетон при комнатной температуре хорошо растворяет оба компонента реакции и является удобным растворителем для изучения кинетики этой реакции полярографическим контролем SeCl_4 в реакционной смеси. Однако при выполнении кинетических экспериментов замечено, что продолжительность растворения SeCl_4 в ацетоне существенно сокращается с понижением температуры опыта.

В связи с этим представляло интерес изучить кинетику растворения SeCl_4 в ацетоне. Кинетику растворения SeCl_4 контролировали полярографическим определением его концентрации в ацетоне при температурах 5, 10, 15 и 20°C. Температура термостата регулировалась контактным термометром.

Опыт начинали с введения определенного количества (0,221 г) SeCl_4 в коническую колбу, содержащую 25 мл ацетона. Пробу отбирали микрошприцем после непродолжительного перемешивания содержимого колбы магнитной мешалкой. Зарегистрированную высоту первой волны восстановления SeCl_4 на полярограмме принимали за начало реакции. Скорость вращения оставалась всегда постоянной — 60 об/мин.

Объем проб был постоянен — 10 мкл, промежутки времени τ , через которые отбирали пробы, были произвольными, но при этом соблюдали следующие условия: продолжительность отбора проб была минимальной и тем меньше, чем короче промежутки времени между отборами.

Сперва при полном растворении заданного количества SeCl_4 в 25 мл ацетона определяли высоты волны его, соответствующие концентрации при полном растворении (c)— H , мм. Затем в другом со-
суде начинали проводить процесс растворения и определяли высоты

волн восстановления SeCl_4 , соответствующие промежуткам времени $\tau-H_z$, после чего определяли текущую концентрацию (C_τ) по уравнению

$$C_\tau = \frac{H_z}{H} \cdot C. \quad (1)$$

Если кинетические кривые $\lg \frac{C}{C-C_\tau} - \tau$ линейны, то скорость растворения SeCl_4 вычисляли обычным способом по уравнению

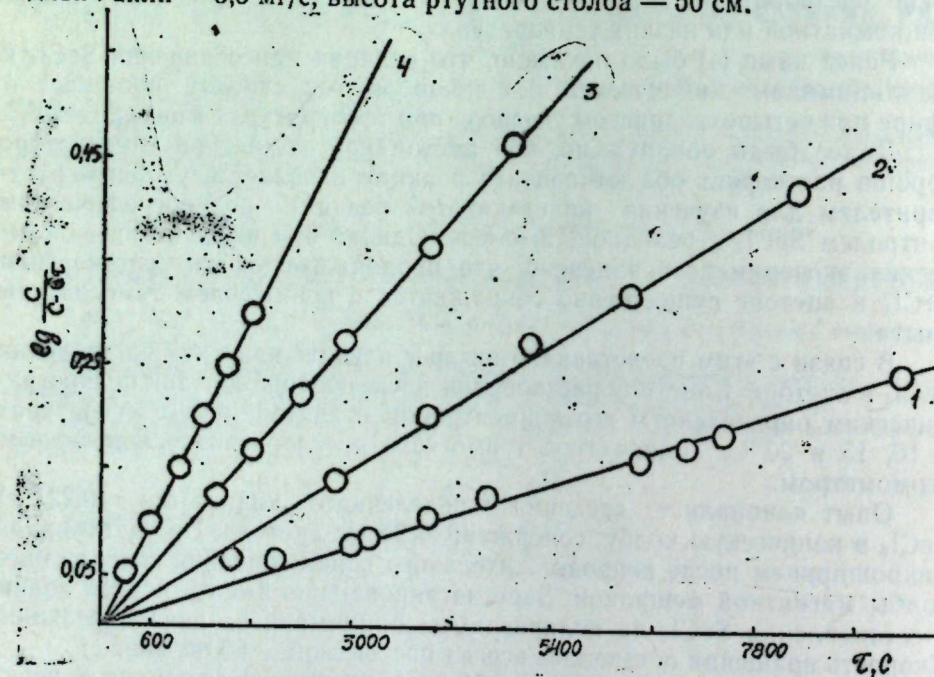
$$k = \frac{2,303}{\tau} \lg \frac{C}{C-C_\tau}, \quad (2)$$

которое является уравнением кинетики реакции первого порядка. Его можно записать в виде уравнения [5]

$$\lg \frac{C}{C-C_\tau} = k\tau. \quad (3)$$

где k — константа скорости растворения, выраженная в секундах.

Условия полярографирования были следующими: фон — 0,1 N раствор KCl в 25 %-ном водном растворе ацетона, объем фонового раствора — 5 мл, температура полярографирования $25 \pm 1^\circ\text{C}$, подавитель кислородных волн — сульфит натрия, период капания ртути — 3,5 с, масса одной капли — 5,5 мг/с, высота ртутного столба — 50 см.



Кинетика растворения SeCl_4 в ацетоне при различных температурах:
1 — 5; 2 — 10; 3 — 15; 4 — 20 °C

Высоты волн восстановления были взяты как среднее из трех измерений. Минимальная концентрация SeCl_4 для надежного определения при помощи этого метода составляла $0,05 \cdot 10^{-3}$ М при чувствительности $6 \cdot 10^{-8}$ мА.

Константы скорости и параметры активации вычислялись по методу наименьших квадратов [6]. Достоверность их проверялась при помощи t -критерия Стьюдента с надежностью 0,95 [7].

Кинетические кривые зависимости $\lg \frac{C}{C-C_\tau} - \tau$ имеют вид прямых (рисунок), проходящих через начало координат. Воспроизводимость скорости растворения очень хорошая — точки мало отклоняются от прямых. По результатам отдельных опытов составлена таблица, в которой приведены значения концентраций и скоростей растворения SeCl_4 для промежутков времени τ , средние величины констант скоростей и термодинамических параметров активации растворения, вычисленные из температурной зависимости констант скорости первого порядка.

Кинетика процесса растворения SeCl_4 в ацетоне при различных температурах

5°C			10°C			15°C			20°C		
τ , с	C_τ , моль/л	$k \cdot 10^4$, с ⁻¹	τ , с	C_τ , моль/л	$k \cdot 10^4$, с ⁻¹	τ , с	C_τ , моль/л	$k \cdot 10^4$, с ⁻¹	τ , с	C_τ , моль/л	$k \cdot 10^4$, с ⁻¹
2800	0,0868	0,6109	1600	0,0863	1,0620	1300	0,1381	2,2132	300	0,0604	3,8617
3900	0,1214	0,6363	2800	0,1554	1,1796	1800	0,1813	2,2096	600	0,1214	4,1362
9500	0,2417	0,6057	3900	0,2072	1,2053	2400	0,2244	2,1723	900	0,1640	3,9141
11400	0,2762	0,6081	5100	0,2589	1,2402	2900	0,2589	2,1814	1200	0,2072	3,9170
12000	0,2935	0,6314	6300	0,2935	1,2029	3900	0,3108	2,1200	1500	0,2417	3,8363
12600	0,3021	0,6281	8200	0,2453	1,1961	4900	0,3626	2,1796	—	—	—
$k_{\text{ср}} = (0,61 \pm 0,007) \cdot 10^{-4}$ с			$k_{\text{ср}} = (1,13 \pm 0,05) \cdot 10^{-4}$ с			$k_{\text{ср}} = (2,17 \pm 0,03) \cdot 10^{-4}$ с			$k_{\text{ср}} = (3,93 \pm 0,14) \cdot 10^{-4}$ с		

$\lg A$	11,59 ± 0,16		
E_a , ккал/моль	20,12 ± 0,20	r 0,9993	s 0,006
$\Delta H^\ddagger$, ккал/моль	19,55 ± 0,19		
$\Delta S^\ddagger$, э. е.	15,32 ± 0,7	r 0,9998	s 0,027
$\Delta G^\ddagger$ (285,6 К), ккал/моль	15,18		

Как видно, полученные нами значения константы скорости растворения при 20 °C примерно в 7 раз больше, чем при 5 °C.

Температурный коэффициент реакции равен 1,93 в интервале 5—10 °C и постепенно уменьшается с повышением температуры (до 1,81 в интервале 15—20 °C), что указывает на кинетический контроль реакции растворения SeCl_4 [8] в ацетоне.

На основании полученных данных можно сказать, что полярографический метод может служить достаточно надежной основой научных представлений о реальных процессах растворения и весьма полезным дополнением при проектировании и усовершенствовании отдельных технологических схем.

Литература

- Деркач Я. Я., Пасмурцева Н. А. ЖОрХ, 9, 1973, 1415.
- Riley F., Bengels F. J. J. Org. Chem., 27, 1962, 2651.
- Мамедов Э. Ш., Салахова Р. С., Гаджили Т. М., Шахтагинский Т. Н. «ДАН Азерб. ССР», XXXI 1978, № 5, 38.
- Мамедов Э. Ш., Салахов М. С., Ахмедов Г. Г., Салахова Р. С.

Бабаев Р. Х., Шахтактинский Т. Н. Авт свид. СССР № 771127, 1980. «Бюлл. изобр.», 1980, № 38. 5. Veleva St. React. Kinet. Catal. Lett., 13, 1980, 351. 6. Батуер Л. М., Позин М. Е. Математические методы в аналитической технике. Л., «Химия», 1971. 7. Зайдель А. Н. Ошибки измерений физических величин. Л., «Наука», 1974. 8. Каковский Н. А., Поташников Ю. М. Кинетика процессов растворения. М., «Металлургия», 1975.

Институт хлорорганического синтеза
АН Азерб. ССР

Поступило 27. IV 1981

М. С. Салахов, Н. Ф. Мусаева, Р. С. Салахова, Е. Ш. Мамедов

СЕЛЕНДОРДХЛОРИДИН АСЕТОНДА ЁЛЛОЛМА ПРОСЕСИНИН КИНЕТИКАСЫНЫН ПОЛЖАРОГРАФИК УСУЛЛА ТЭДГИГИ

Магаләдә селендордхлоридин асетоида ёлл олмасы кинетикасынын полжарографија усулу илә тәдгигиндән, һәмни просесин сүр'әт сабитиндән, кинетики вә термодинамики параметрләринини тә'йининдән бәһс едилир.

M. S. Salakhov, N. F. Musaeva, R. S. Salakhova, E. Sh. Mamedov

POLAROGRAPHIC INVESTIGATION OF KINETICS FOR SOLUTION PROCESS OF SELENIC CHLORIDE IN ACETONE

The kinetics of solution process of selenic chloride in acetone is studied polarographically. The rate constants, kinetic and thermodynamical parameters of activation for the reaction studied are determined.

АЗЕРБАЙДЖАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XL ЧИЛД

№ 6

1984

УДК 547.569.9+541.49+5+1.65+543.422.4

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. А. ШАХГЕЛЬДИЕВ, И. А. АЛИЕВ, Э. А. АГАЕВА

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЭФФЕКТЫ В АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ ЭЛЕМЕНТОВ VI ГРУППЫ Электронодонорные свойства селеноэфиров

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Т. Н. ШАХТАХТИНСКИМ)

Элементоорганические соединения VI группы периодической системы являются достаточно сильными электронодонорами благодаря наличию у гетероатома неподеленных электронных пар (НЭП), способных к координации.

В то время как в литературе имеется обширный материал [1, 2] по электронодонорной способности эфиров и тиоэфиров, сведения об электронодонорных свойствах селеноэфиров весьма ограничены [3, 4]; к тому же трактовка полученных результатов в ряде случаев противоречива [5].

В настоящей статье представлены результаты изучения методом ИК-спектроскопии электронодонорных свойств ряда селеноэфиров PhSeR и R_2Se , где R — углеводородный остаток. В качестве меры электронодонорных свойств принята величина $\Delta\nu(\text{OH})$ — сдвиг частоты валентных колебаний фенольного гидроксила (относительно «свободных» мо-

Значения $\Delta\nu(\text{OH})$ в ИК-спектрах Н-комплексов п-типа соединений RSeR' с фенолом

R	R'	$\nu(\text{OH}), \text{cm}^{-1}$			$\Sigma\sigma^*$
		$\nu=0$	$\nu=\text{S}$	$\nu=\text{Se}$	
C_6H_5	CH_3	150	171	168	+0,6
C_6H_5	C_2H_5	155	183	178	+0,5
C_6H_5	C_3H_7 -н	159	175	178	+0,485
C_6H_5	C_3H_7 -изо	168	192	178	+0,41
C_6H_5	C_4H_9 -н	162	177	177	+0,47
C_6H_5	C_4H_9 -изо	165	181	177	+0,475
C_6H_5	C_4H_9 -трет	212	200	189	+0,3
C_6H_5	C_5H_{11} -н	165	174	181	+0,438
C_6H_5	C_5H_{11} -цикло	170	195	193	+0,34
C_6H_5	C_6H_5	136	179	174	+0,815
C_6H_5	C_6H_5	103	149	147	+0,12
C_6H_5	C_6H_5	282	242	234	-0,2
C_6H_5	C_6H_5	285	248	238	-0,23
$\text{H}-\text{C}_6\text{H}_7$	C_3H_7 -н	297	262	252	-0,38
C_3H_7 -изо	C_3H_7 -изо	287	255	240	-0,26
C_4H_9 -н	C_4H_9 -н				

лекул фенола), наблюдаемый при образовании фенолом комплекса с Н-связью. Как известно [6], процесс образования Н-комплексов не сопровождается разрывом ковалентных связей в реагирующих молекулах и

их глубокой перестройкой, поэтому прочность Н-связи типа О—Н...Se отражает величину электронной плотности на атоме Se в основном состоянии селеноэфира, т. е. в конечном счете — его электронодонорные свойства.

В таблице приведены результаты измерений электронодонорной способности селеноэфиров (в единицах сдвига $\Delta\nu(\text{OH})$ фенола как протонодонора), а также значения $\Delta\nu(\text{OH})$ для Н-комплексов типа О—Н...О [7] и О—Н...S [8] с целью сопоставления относительной электронодонорной способности атомов О, S и Se в изоструктурных соединениях. Как видно, значения $\Delta\nu(\text{OH})$ для PhSeR составляют 168—193 см^{-1} , что заметно больше значений $\Delta\nu(\text{OH})$ для аналогично построенных эфиров (кроме R-трет.- C_4H_9), но с точностью до ошибки измерения ($\pm 3\text{--}5\text{ см}^{-1}$) совпадают со значениями $\Delta\nu(\text{OH})$ для структурно подобных тиоэфиров (стр. [9]). Вместе с тем в соединениях PhЭR при R-трет.- C_4H_9 наблюдается закономерное понижение значений $\nu\Delta(\text{OH})$ и соответственно понижение электронной плотности на атоме Э в порядке $\text{O} > \text{S} > \text{Se}$. Аналогичная тенденция имеет место и в ряду $\text{R}_2\text{Э}$: последовательная замена атома Э на О, S и Se приводит к понижению электронодонорных свойств соединения. Таким образом, в случае изоструктурных арилалкилэфирных соединений PhЭR, отличающихся друг от друга природой гетероатома Э, электронодонорная способность уменьшается при варьировании Э в ряду $\text{Se} \approx \text{S} > \text{O}$. В алифатических же соединениях $\text{R}_2\text{Э}$ наблюдается обратная последовательность $\text{O} > \text{S} > \text{Se}$.

Что же касается влияния заместителей при атоме селена на электронодонорные свойства селеноэфиров, то оказалось, что здесь же как и в случае Н-комплексов фенола с эфирами и тиоэфирами, наблюдается линейная корреляция величин $\Delta\nu(\text{OH})$ с суммой индукционных констант Тафта ($\Sigma\sigma^*$) для этих заместителей:

$$\Delta\nu(\text{OH}) = (219 \pm 12) - (84 \pm 5) \Sigma\sigma^*, \quad r = 0,998, \quad s = 2,1.$$

Исключение составляют дифенилселенид и фенилбензилселенид, точки которых заметно отклоняются от линии регрессии в сторону более высокой основности*, поэтому соответствующие им значения $\Delta\nu(\text{OH})$ в корреляцию не включены.

Высокие значения коэффициента корреляции r и реакционной константы ρ в уравнении свидетельствуют о том, что формирование электронодонорных свойств селеноэфиров происходит без заметного участия вакантных орбиталей атома селена. Тот факт, что зависимость $\Delta\nu(\text{OH}) = f(\Sigma\sigma^*)$ охватывает как феноловые, так и предельные селеноэфиры, указывает на довольно слабое, ρ , π -сопряжение в PhSe-группе.

Отмеченные выше способности влияния заместителей в соединениях PhЭR и $\text{R}_2\text{Э}$ на электронодонорную способность атома Э могут быть связаны с относительным вкладом эффекта сопряжения НЭП атома Э с π -системой бензольного кольца в распределение электронной плотности у первых. ρ , π -Сопряжение в PhЭ-группе приводит к значительному понижению электронной плотности на атоме Э и как следствие — к уменьшению величин $\Delta\nu(\text{OH})$ в результате снижения способ-

ности орбитали НЭП атома Э к межмолекулярному перекрыванию 1s орбиталью атома Н протонодонора [10].

Как следует из данных спектроскопии ЯМР¹³ [11], способность гетероатомов к ρ , π -сопряжению убывает в последовательности $\text{O} > \text{S} > \text{Se}$. Поэтому следует ожидать, что в соединениях PhЭR атомы Э по их электронодонорной способности должны располагаться в ряд $\text{O} < \text{S} < \text{Se}$. Полученные нами результаты полностью согласуются с этими представлениями. С другой стороны, внутри каждой группы периодической системы наблюдается монотонное понижение основности (сверху вниз) по отношению к протонным кислотам, донорам Н-связи [3]. Так, для алкильных соединений VI группы получен ряд основности $\text{O} > \text{S} > \text{Se} > \text{Te}$, совпадающий с полученным нами рядом относительной основности соединений $\text{R}_2\text{Э}$. Наблюдаемая практически одинаковая электронодонорная способность тио- и селеноэфиров обуславливается [12] близкими значениями электроотрицательности атомов S и Se. Эти наблюдения применительно к соединениям PhЭR получают объяснение, если принять во внимание величину электроотрицательности фенила и тот факт, что в тиоэфирах ρ , π -сопряжение несколько больше, чем в селеноэфирах.

Как известно [13], ρ , π -сопряжение гетероатома с бензольным кольцом определяется стерическими условиями для перекрывания ρ -орбитали НЭП гетероатома 2p-орбиталью углерода. Поэтому стерическое ингибирование ρ , π -сопряжения должно приводить к повышению электронодонорной способности. Соединения PhЭR при R-трет.- C_4H_9 существуют в неплоской *gauche*-форме из-за стерических препятствий компланарности [14]. У тиоэфиров и селеноэфиров в этом случае сопряжение НЭП гетероатома с π -системой бензольного кольца практически нарушено. Последнее согласуется с характером изменения величин $\Delta\nu(\text{OH})$ для соединений PhЭ C_4H_9 -трет в последовательности $\text{O} > \text{S} > \text{Se}$.

Использованные в работе селеноэфиры синтезированы и очищены известными методами [15]. ИК-спектры Н-комплексов селеноэфиров с фенолом в CCl_4 снимались на спектрофотометре ИКС-14. Детали экспериментов приведены в [7].

Литература

1. Гурьянова Е. Н., Гольдштейн И. П., Ромм И. П. Донорно-акцепторная связь М., «Химия», 1973.
2. Трофимов Б. А. Гетероатомные производные ацетилена. М., «Наука», 1981.
3. Арнетт Э. М. В кн.: «Современные проблемы физической органической химии». М., «Мир», 1967.
4. Смоленцев А. В., Гольдштейн И. П., Гурьянова Е. Н., Катаева Л. М., Катаев Е. Г., Кочетков К. А. «ДАН СССР», 219, 1979, 1416.
5. Егорочкин А. Н., Скобелева С. Е. «Усп. хим.», 48, 1979, 2216.
6. Эпштейн Л. М. «Усп. хим.», 48, 1979, 1600.
7. Агаев Э. А., Шахгельдиев М. А., Искендерова Т. Ю. «Азерб. хим. ж.», 1972, № 1, 69.
8. Алиев И. А. Канд. дисс., 1976.
9. Швец А. А., Гончарова Л. В., Осипов О. А. ЖОХ, 51, 1981, 642.
10. Луцкий А. Е., Батракова Л. П., Федотова Л. А. ЖОХ, 42, 1972, 1920.
11. Бжезовский В. М. Автореф. канд. дисс. Иркутск, 1977.
12. Barakat T. M., Nelson S. M., Puldis A. D. E. Trans. Faraday Soc., 65, 1969, 41.
13. Ингольд К. Теоретические основы органической химии. М., «Мир», 1973.
14. Dewar P. S., Ernst Brunner E., Gilmore S. R., Godfrey M., Mellor J. M. Tetrahedron, 30, 1974, 455.
15. Jensen K. A. Organic Selenium Compounds. Their Chemistry and Biology. John Wiley and Sons, Inc. N. Y., 1973.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 1. X 1981

Причины указанного явления будут обсуждены позднее.

VI груп элементләринин ароматик бирләшмәләриндә электрон эффектләри.
Селенефирләрин электронодор хассәләри.

Мәгаләдә ИГ-спектроскопија үсулу илә фенолун ОН-групунун валент рәгсинин тезлијинин дәјишмәсинә көрә 15 ароматик вә алифатик селенидин фенолла О—Н...Se типли Н—комплекс әмәлә кәтирмәсинә әсасән нисби әсаслылығы өјрәнилмишдир. Бир-бириндән Ә һетероатомунун табииәтинә көрә фәргләнән PhӘR типли изоструктур аридалифатик бирләшмәләрдә Ә-нин электронодор табиијјәти ашағыдакы ардычылыгыла азалыр; $Se \approx S > O$. R₂Ә типли алифатик бирләшмәләрдә исә әксинә ардычылыгыла $O < S < Se$ —нәзәрә чарпыр. Аналогич ардычылыгыла $O > S > Se$, PhӘC₆H₅ —үчлү бирләшмәләринин электронодор хассәләринин дәјишмәсиндә дә мұшәһидә олунур ки, бу да фәза чәттилији нәтижәсиндә практик олараг R₂P—гошулманын позулмасы илә изәһ едилә биләр. Алкиларил вә диалкилселенидләрин п-әсаслылығы Se атомунда олан әвәзедичинин индуксија эффекти илә тәјин едilir. Диалкил вә алкилфенилселенидләрин Δν(OH)-а көрә коррелјасијасы көстәрмишдирки Δν(OH)-ын јекәнә хәтти асылылығы селен атомундакы әвәзләјичиләрин Σσ* сабитләри илә мұәјјән олунур.

М. А. Shakhgeldiev, I. A. Aliev, E. A. Agaeva

ELECTRONIC EFFECTS IN AROMATIC COMPOUNDS OF VI GROUP
ELEMENTS. ELECTRODONOR PROPERTIES OF SELENIUM ESTERS

Based on the shift of stretching frequency of phenol OH group in the formation of O—H...Se type H-complexes, relative basicity of 15 aromatic and aliphatic selenium sulphides was investigated by IR-spectroscopy.

It was shown that in the case of isostructural aryl aliphatic compounds PhӘR, differing by the nature of Ә heteroatom, electrodonor ability was decreasing in varying Ә in a series $Se \approx S > O$. However, in aliphatic compounds R₂Ә a reverse sequence $O > S > Se$ was observed. An analogous order of changing electrodonor properties $O > S > Se$ was also established for *tert*-C₆H₅ ӘPh compounds in which p₁π-conjugation due to steric hindrances of coplanarity was practically broken.

It was found that *n*-basicity of selenides was determined by induction effects of substituents at the selenium atom. Correlation analysis Δν(OH) for dialkyl- and alkylphenylselenides on the whole showed that a single linear dependence Δν(OH) on σ* constant substituents at the selenium atom was expressed quite unambiguously.

Ә. Б. НӘСИРОВ, Б. З. РЗАЈЕВ, Р. Ј. ГУЛИЈЕВ

СТИБИУМ ҮЗВИ БИРЛӘШМӘЛӘР

(АзәрбајҖан ССР ЕА академики Т. Н. Шаһтахтински тәғдим етмишдир)

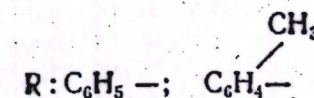
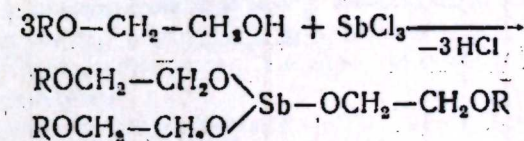
Стибит туршусунун фенил вә параметилфенил-етиленгликол ефирләринин синтези.

Стибиум үзви бирләшмәләр үзви кимјанын ән аз өјрәнилмиш сәһәсидир. Буна бахмајараг, бир сыра стибниум үзви бирләшмәләр арсен кимјасында тәтбиг олунуп үсуллар әсасында синтез едилмишдир. Үчлү алкилстибитләрин бәзи нұмајәндәләри илк дәфә Левик тәрәфиндән 1850-чи илдә синтез олунмушдур.[1]

1881-чи илдә Михаелис вә онун әмәкдашлары трифенилстибит, дифенилстибит туршусу, һабелә диһәр стибитарил төрәмәләринин алынма, үсулуну тәклиф етмишләр.

Стибиум —3— хлоридин асетиленлә гаршылығы тәсир реаксијасы Бертло вә Јунгфлеј тәрәфиндән өјрәнилмишдир. Сонралар һәмин реаксија әсасында Несмејанов вә Борисов (1945) беш вә үчвалентли стибниум бирләшмәләринин синтез етмишләр. XX әсрин башланғычында дәрман васитәләри әлдә етмәк мәгсәди илә кимјачылар арсен төрәмәли бәзи дәрманларын алынмасы бахымындан стибниум да төрәмәләринин синтез үсулу үзәриндә тәдгигат апармышлар. 1913-чү илдә Шмит вә Уленхут бу мәгсәдлә бир сыра стибниум үзви бирләшмәләр, о чүмләдән «стибенил»-п-аминофенилстибит туршусунун натриум дузуну синтез етмәјә мұвәффәг олмушлар. Сонралар Салварсанын охшары олан әләгәли бирләшмә алмаға тәшәббүс көстәрмишдир.

Бу ишдә илк дәфә олараг етиленгликолун моһоефири илә стибниум-3-хлоридин гаршылығы тәсир реаксијасы тәдгиг едилмишдир. Реаксијанын схеми ашағыдакы кимидир:



Көстәрилән схем үзрә јени типли стибниум үзви бирләшмәләр олан стибит туршусунун фенил вә параметилфенилетиленгликол ефирләри синтез едилмишдир.

ИГ—спектрдә интенсив удулма сәһәси $A_2=01600\text{см}^{-1}$.

Тәчрүби һиссә.

Механики гарышдырычы, әкс сојудучу, термометрлә тәһһиз едилмиш үчбоғазлы реаксија колбасына 3 мол. етиленгликолун моһоарил-

ефири в 1 мол. стибнум-3-хлорид төкүлдүкдөн соңра үзәринә 2—3 мл гаты сульфат туршусу элава едиләрәк, гарышдырылматла 110—115°C-дә 8—10 саат мүддәтиндә гыздырылыр. Реаксија мәһсуллары отаг темпe-ратурунда бир саат гарышдырылдыгдан соңра колбаја төкүлүб дистиллә едилир.

Реаксијаја кирмәјән хам мәһсул гарышыгдан говулур. Галыг дис-тиллә олунур в 174—176°C-дә (30 мм-дә) гајнајан стибит туршусунун фенилэтиленгликол ефири топланыр.

174—176°C (30 мм)-дә гајнајан ефирин чыхымы 40% пД²⁰ 1,5790, d₄²⁰ 1,4097-дир. Сибит туршусунун фенилэтиленгликол ефирн рәнксиз маједир, ефирдә, бензолда һәлл олур, суда асан гидролиз едилир.

Мувафиг сурәтдә стибит туршусунун параметилфенилэтиленгликол ефири синтез олунмушдур.

170—174°C (30 мм)-дә гајнајан ефирин чыхымы 42%, пД²⁰ 1,5700, 1,3920-дир.

Нәтичә

Илк дәфә стибит туршусунун фенил в 1 параметилэтиленгликол ефир-ләринин синтез үсулу ишләнилмишдир.

Әдәбијат

1. Быков Г. В. История органической химии. Изд-во «Наука», М., 1978, сәһ. 234.
Нахчысан елми мәркәзи Алынмышдыр 22 IV 1982

А. Б. Насиров, Б. З. Рзаев, Р. Ю. Кулиев

СИНТЕЗ ФЕНИЛ- И ПАРАМЕТИЛФЕНИЛЭТИЛЕНГЛИКОЛЕВЫХ ЭФИРОВ СТИБИТОВОЙ КИСЛОТЫ

В статье впервые описан способ получения фенил- и параметилфенилэтиленглико-левых эфиров стибитовой кислоты и приведен ряд показателей полученных эфиров.

A. B. Nasirov, B. S. Rzaev, R. Ya. Guliyev

SYNTHESIS OF PHENYL- AND PARAMETHYLPHENYLETHYLENGLIKOLEN ESTERS OF ANTIMONY ACID

The method of formation of phenyl- and paramethylphenylethylenglikolen esters of antimony acid was worked out and certain properties of these esters are determined.

УДК 539.3

ГЕОМЕХАНИКА

Акад. АН Азерб. ССР Ф. М. БАГИР-ЗАДЕ, Р. Ю. АМЕНЗАДЕ

О ПРОБЛЕМАХ СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ ГАЗА

Проблема создания и расчета подземных хранилищ газа ПХГ весь-ма актуальна, что обусловлено его рациональным потреблением и ра-стущей производительностью действующих магистралей газопроводов. В работе [1] рассматриваются некоторые теоретические вопросы созда-ния ПХГ с учетом геологических особенностей резервуара и намечают-ся пути их рационального решения. Однако получить хорошую модель ПХГ, учитывая при этом эффективные и экономичные методы отбора газа, можно лишь при учете геологических, механических, химических и математических аспектов проблемы, которые тесно переплетаются между собой. В этой связи в данной статье, которая является, на наш взгляд, необходимым дополнением к [1], исследуются неосвоенные в ней вопросы, а именно: влияние на окружающую среду создания и главным образом — эксплуатации ПХГ. Известно, то резкое изменение состояния геолого-промысловых и физико-механических показателей ре-зервуара, содержащего ПХГ, может последовательно привести к замет-ному изменению самой структуры, а порой ее морфологических особен-ностей, и в результате — к деформации расположенных на данной мест-ности сооружений и порче транспортных путей.

Существен и другой аспект этого вопроса: изменение состояния гео-логической среды, в частности ее коллекторских свойств, в результате геомеханических процессов. Все это указывает на необходимость учета в каждом конкретном случае на примере рассматриваемой нами структу-ры влияния создания и эксплуатации ПХГ. Проблема формирования геологических структур обширна и многогранна, и потому охватить ее весьма трудно. Остановимся на главных взаимосвязанных моментах этой сложной проблемы.

а. *Неоднородность геологической среды.* Подземные среды представ-ляют собой структурные формы, являющиеся чередованием геологиче-ских образований разных типов с различными геолого-минералогически-ми и физико-химическими свойствами. Только учет свойств каждого из геообразований может дать объективную картину состояния всего гео-логического массива в целом. В общем случае неоднородность можно рассматривать или как идеализацию непрерывного изменения свойств в среде, или как скачкообразное изменение свойств при прохождении через поверхность раздела различных геологических образований.

б. *Анизотропия физических свойств среды.* При расчетах необходи-мо учитывать тот факт, что большинство геологических структур прояв-ляет разные физические свойства в различных направлениях, т. е. что

они являются существенно анизотропными средами, и учет этого может существенно исказить реальную картину состояния среды.

в. *Ползучесть геологических пород.* Этот вопрос представляется нам очень важным, ибо именно это свойство среды, содержащей ПХГ, может привести к существенному изменению объема и формы последнего и тем самым к нежелательным изменениям давления газа, что, в свою очередь, приведет к нарушению режима эксплуатации ПХГ и в некоторых случаях к выходу из строя оборудования — к аварии. Полное закрытие естественных подземных полостей, используемых в качестве ПХГ, происходит в основном за счет ползучести пород.

г. *Долговечность ПХГ.* Цикличность в эксплуатации ПХГ приводит к цикличности изменения в нем давления газа, а это, в свою очередь, — к цикличности силового воздействия на окружающие породы. Накопление повреждаемости в конечном счете и вызывает разрушение ПХГ. Отсюда следует, что время эксплуатации ПХГ не безгранично, а имеет свой предел, существенным образом зависящий от долговечности пород окружающей геологической среды.

д. *Влияние внешних и внутренних факторов, определяющих физическое состояние геологической среды и носящих случайный характер.* Известно, что большинство процессов, происходящих в природе, в том числе на поверхности и в толще земной коры, носит случайный характер. Так как ими определяется физическое состояние геологической среды, отсюда непременно следует вероятностный характер этого состояния. Поэтому одним из важнейших путей расчета состояния геологических сред является тот, который основан на методах теории случайных процессов.

е. *Тепловые эффекты.* Как известно, температура геологических пород изменяется в зависимости от глубины их залегания. Различные геологические образования имеют разные термодинамические характеристики. Ко всему прочему, цикличность изменения давления газа в ПХГ непременно приводит к изменению его температуры. Отсюда можно понять, как важен и необходим учет тепловых процессов, происходящих в геологической среде. Не последнюю роль играют добавочные усилия в среде, вызываемые изменением температурного поля, — температурные напряжения. В этом случае необходимо использовать методы термодинамики в сочетании с методами механики сплошной среды.

ж. *Учет возможных химических реакций.* Газ, нагнетаемый в ПХГ, с течением времени может вступать в химическую реакцию с окружающими его продуктами. Это приводит к изменению как внутрихранилищного давления газа, так и температурного баланса. Этот аспект, хотя и кажется маловероятным, однако в некоторых случаях может сыграть решающую роль. Кроме всего прочего, не следует игнорировать и возможности возгорания газа внутри хранилища и вытекающих отсюда последствий.

Понятно, что все приведенные факторы, определяющие физическое состояние геологической среды, а также определяемые ими процессы, находятся в неразрывной связи между собой, и учет этой взаимосвязи представляет собой сложную, а подчас и не разрешимую на данный период задачу. Поэтому расчет физического состояния геологической среды с располагаемым в ней ПХГ требует учета конкретных обстоятельств для данной среды. Так, например, для ползучей неоднородной анизотропной среды с учетом наличия температурного поля оп-

ределяющее соотношение может быть записано в виде (здесь приводится соотношение для нестареющего материала)

$$\epsilon_{ij} = P_{ijkl} (x^a) \sigma_{kl} + \int_{-\infty}^t K_{ijkl} (x^a, t - \tau) \sigma_{kl}(\tau) f_{ij}(T(t), T(\tau)) d\tau,$$

где σ_{ij} , ϵ_{ij} — компоненты тензора напряжений и деформации, P_{ijkl} , K_{ijkl} — модули мгновенной и длительной упругости, f_{ij} — функция зависимости от температуры.

Литература

1. Багир-заде Ф. М., Амензаде Р. Ю. В кн.: «Геология и гидрогеология Азербайджана». Баку, 1983, 13 — 20.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 29. X 1983

Ф. М. Багирзаде, Р. Ю. Амензаде

ЈЕРАЛТЫ ГАЗ АНБАРЛАРЫНЫН ЈАРАНМАСЫ ВЭ ИСТИСМАРЫ ПРОБЛЕМЛЭРИ НАГГЫНДА

Магаләдә јералты газ анбарларынын јаранмасы вэ истисмарынын әтраф мүнһә тәсирли проблемли илә әлағәдар мәсәләләр тәдгиг олунур. Бурада мұхтәлиф физики, механики вэ кимјәви амилләри нәзәр алмағла, кеоложи структурларын вәзијјәтинин тәјинолунма хүсусијјәтләри өјрәнилир.

F. M. Bagir-zade, R. Yu. Amen-zade

ABOUT THE PROBLEMS OF THE CREATION AND THE EXPLOITATION OF UNDERGROUND GAS STORAGEES

The questions, bound with the problem of influence of the underground gas storages creation and the exploitation on the surroundings, are investigated. The peculiarities, connected with the definition of the geological structure state by the account of different physical, mechanical and chemical factors, are discussed.

УДК 631.84:631.452:631.587

АГРОХИМИЯ

Член-корр. АН Азерб. ССР А. Н. ГЮЛЬАХМЕДОВ, Н. А. АГАЕВ, А. А. ХАЛИЛОВА

ВЛИЯНИЕ ЙОДА И СЕЛЕНА НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ВИНОГРАДА В УСЛОВИЯХ ХАНЛАРСКОГО РАЙОНА (МАЛЫЙ КАВКАЗ) АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

Рациональное применение микроудобрений на виноградниках, особенно на низко обеспеченных подвижными формами микроэлементов почвах, способствует повышению плодородия почвы и продуктивности насаждений, улучшению качества продукции и значительному увеличению валовых сборов винограда.

В настоящей статье приведены результаты определения эффективности различных концентраций растворов солей йодистого калия и селенистокислого натрия на урожай и качество винограда сорта Ркацители. Возраст насаждений 12 лет.

Изучением внекорневой подкормки виноградной лозы растворами солей йода и селена в условиях Ханларского района до нас не занимались. Исходя из этого нами для проведения полевых исследований была выбрана территория совхоза «Гянджа» Ханларского района. (Опытное поле расположено на светло-каштановых почвах). Опыты в течение шести лет (1972—1977 гг.) проводились на фоне $N_{120} P_{150} K_{150}$ кг/га д. в. (аммиачная селитра, простой суперфосфат и сульфат калия).

Площадь делянок — 375 м², учетная — 225 м², нагрузка кустов — по 60 глазков, площадь питания — 2,5×1,25 м. Делянки состоят из пяти рядов, из них три средние — учетные, а две боковые — защитные. Опора на виноградниках — проволоочная, ветикальные шпалеры. Число учетных кустов в каждой повторности — 22.

Растворы солей применялись в следующих концентрациях: йодистый калий (KJ) — 0,01; 0,05; 0,1 и 0,2%, селенистокислый натрий (Na_2SeO_3) — 0,001; 0,005; 0,01; 0,02; 0,03; 0,04 и 0,05%.

Агрохимическая характеристика

Глубина, см	Гумус	Карбонаты	рН водной суспензии	Азот			
				валовой, %	легко- гидролиз- уемый	водорастворимый	поглощенный
						мг/кг	
0—20	2,37	4,9	7,2	0,18	90	8,40	14,75
20—40	1,86	7,7	7,2	0,15	70	6,90	11,54
40—60	1,68	9,0	7,4	0,11	50	5,75	10,20
60—80	0,79	10,2	7,5	0,08	35	3,16	8,34
80—100	0,63	11,5	7,8	0,05	23	2,19	6,78

Опрыскивание растворами солей микроэлементов проводилось двукратно: за 10—12 дней до начала цветения и в период формирования ягод винограда (в стадии горошения). Соли растворяли в небольшом количестве воды и смешивали с 1%-ной бордосской жидкостью.

Фосфорные и калийные удобрения вносились в осенне-зимний период под вспашку на глубину 30—35 см (расстояние от штамба — 50—60 см), а азотные в два срока: 50% годовой нормы — ранней весной, до распускания почек, в междурядья на глубину 15—18 см, а 50% — за 10—12 дней до начала цветения, в междурядья перед культивацией на глубину 12—15 см. После внесения азотных удобрений проводилось орошение.

В опытах применялись обычные для виноградарческих хозяйств приемы агротехники: кусты на зиму не укрывали, участок — полиционный (примесь 6%). Нами определялось количество гроздей на кусте, средний вес одной грозди и урожай с учетных кустов каждой делянки.

Данные урожая обработаны методом дисперсионного анализа [5]. В соке ягод винограда фиксировали содержание общего сахара (ареометром) и титруемую кислотность (1/3 нормальным раствором NaOH).

В почвенных образцах опытных участков определяли рН водной суспензии — потенциометрически, карбонатность — кальциметром, общий гумус и азот — по Тюрину, легкогидролизуемый азот — по Тюрину и Кононовой, водорастворимый аммиак — реактивом Несслера, поглощенный аммиак — по Коневу, нитраты — по Грандваль-Ляжу, содержание общего фосфора — по Мещерякову, водорастворимого фосфора — методом Дениже в модификации Малюгина и Хреновой, подвижный фосфор — по Мачигину, валовой калий — по Смитту, водорастворимый калий — по Александрову, обменный калий — по Протасову (табл. 1).

Микроэлементы определялись следующими методами: селен-желатинокомплексным колориметрически [2—4], йод — по Глущенко и Миненковой [6].

Агрохимическая характеристика почв с учетом генетических горизонтов позволила выявить определенную закономерность, заключающуюся в том, что в изучаемых нами светло-каштановых почвах содержание как макро-, так и микроэлементов тесно связано с количеством гумуса и карбонатностью этих почв. Следует отметить, что содержание усвояемых форм макро- и микроэлементов крайне недостаточно.

Внекорневая подкормка виноградного куста весьма благотворно повлияла на образование гроздей на кусте (табл. 2). Наиболее высокий эффект получен по вариантам опрыскивания раствором йодистого

Таблица 1

почв опытных участков						Селен	Йод
Фосфор (калий)						валовой	валовой
N/NO ₃	валовой, %	подвижный мг/кг	валовой, %	обменный, мг/кг		мг/кг	
3,20	0,21	17,00	2,89	285,3		0,15	2,74
2,88	0,18	12,26	2,62	256,2		0,18	2,90
2,42	0,14	10,64	2,47	234,6		0,11	1,55
1,77	0,11	8,44	2,30	180,7		0,22	1,10
1,43	0,09	6,08	2,23	146,5		0,35	1,0

Таблица 2

Влияние двукратного опрыскивания растворами солей йодистого калия и селенистокислого натрия на структурные элементы, урожай и качество винограда сорта Ркацители

Варианты опыта	В среднем за 1972—1977 гг.					Урожаи винограда по годам, ц/га						Прибавка		
	Грозди на кусте, шт.	Вес гроз-ди, г	Урожай куста, кг	Сахарис-тость, %	Кислот-ность, г/л	1972	1973	1974	1975	1976	1977	Средний урожай за 6 лет, ц/га	ц/га	%
Контроль—б/у (опр. борд.ж)	20,2	107,4	2,22	17,6	6,71	46,8	79,0	44,2	65,0	92,0	98,2	70,9	—	—
N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	22,7	126,4	2,93	18,9	6,17	62,0	109,9	59,8	83,0	112,8	134,6	93,7	—	—
Фон (опр. борд. ж.)	23,7	132,6	3,22	19,2	5,95	64,1	123,4	63,7	88,6	130,5	148,0	103,1	9,4	10,0
Фон+0,001%-ный Se	24,2	135,1	3,36	19,3	5,90	66,6	126,6	65,9	91,5	135,6	157,9	107,4	13,7	14,6
Фон+0,005%-ный Se	24,2	138,5	3,43	19,3	5,91	69,8	124,8	68,7	94,4	138,7	162,8	109,9	16,2	17,3
Фон+0,01%-ный Se	23,7	132,3	3,21	19,2	6,05	64,0	121,0	66,0	92,8	124,1	147,5	102,6	8,9	9,5
Фон+0,02%-ный Se	23,2	130,4	3,09	18,9	6,23	62,2	116,4	63,9	90,7	118,0	141,3	98,8	5,1	5,4
Фон+0,03%-ный Se	22,8	126,5	2,95	18,6	6,46	60,6	110,6	60,9	83,8	113,4	137,7	94,5	0,8	0,9
Фон+0,04%-ный Se	22,5	123,1	2,83	18,2	6,75	58,3	103,7	58,8	80,2	110,2	132,5	90,6	-3,1	-3,3
Фон+0,05%-ный Se	24,3	137,8	3,43	19,3	5,87	72,3	130,4	68,2	95,7	137,4	154,6	109,8	16,1	17,2
Фон+0,01%-ный J	24,5	144,7	3,62	19,5	5,75	77,8	134,1	74,5	101,4	141,2	166,2	115,9	22,2	23,7
Фон+0,05%-ный J	24,0	138,8	3,41	19,3	5,82	67,9	132,2	69,6	97,6	138,8	147,9	109,0	15,3	16,3
Фон+0,1%-ный J	23,8	132,7	3,23	19,2	5,97	64,4	127,8	64,4	93,3	131,4	140,0	103,5	9,8	10,5
Фон+0,2%-ный J														

калия, хотя количество гроздей на кусте значительно увеличивалось и под влиянием селенистокислого натрия. При внесении различных концентраций раствора йодистого калия количество гроздей в среднем за 6 лет увеличилось в пределах 4,8—7,9% по сравнению с удобрением фоном и на 17,8—21% — по сравнению с контролем без удобрений. Опрыскивание раствором соли селенита натрия дало увеличение количества гроздей в среднем за 6 лет на 0,4—6,6% по отношению к фону и на 12,9—19,8% — по сравнению с абсолютным контролем.

При проведении полевых опытов с многолетними культурами год действия удобрений обычно не учитывается. Исходя из этого в первый год опыта (1971) учет урожая официально не проводился, и потому данные в таблицах не приводятся. Использование различных концентраций солей микроэлементов путем внекорневой подкормки, по-видимому, содействовало (последствие микроэлементов) увеличению количества гроздей на кустах виноградника. В среднем за 6 лет значительно увеличивается также средний вес грозди. Причем по вариантам, когда произведена подкормка йодом, положительный эффект достигает по отношению к фону 5,0—14,5% и относительно контроля — 23,6—34,7%. В случае применения раствора селенита натрия вес гроздей увеличился на 0,1—9,6% по сравнению с фоном и на 17,8—29,0% — по сравнению с контролем.

Кроме показателей по структурным элементам, в табл. 2 приведены данные о действии внекорневой подкормки на урожай винограда. Наилучшие результаты получены при опрыскивании раствором 0,05%-ного йодистого калия и 0,01%-ного селенита натрия. Урожай по этим вариантам в среднем за 6 лет был на 22,2 и 16,2 ц/га, или на 23,7 и 17,3%, выше по сравнению с удобрением фоном.

Необходимо отметить что прибавка урожая по годам колебалась почти по всем вариантам. Так, например, при внекорневой подкормке селеном прибавка относительно удобренного фона составляла 0,2—28,4, йодом — 2,2—31,8 ц/га.

Эффективность внекорневой подкормки растворами солей микроэлементов отразилась и на качестве винограда — его сахаристости и кислотности сула. В среднем за 6 лет при внекорневой подкормке сахаристость сула превысила фоновый вариант на 0,3—0,6%. Наиболее высокие показатели получены там, где производилось опрыскивание растворами йодистого калия. В вариантах с опрыскиванием раствором селенистокислого натрия, несмотря на значительное увеличение урожая, сахаристость ягод была ниже, чем в случае применения для подкормки йода (табл. 2).

При внекорневой подкормки виноградника йодом и селеном снижается соответственно и кислотность сула. При этом отмечается определенная зависимость кислотности ягод от процентной концентрации растворов солей микроэлементов.

Выводы

1. Светло-каштановые почвы, как показали результаты химических анализов, имеют относительно слабую степень обеспеченности усвояемыми формами азота, фосфора, калия, йода и селена.
2. Шестилетние опыты по изучению влияния внекорневой подкормки виноградника выявили положительное влияние микроэлементов на

урожай и качество винограда на фоне $N_{120} P_{150} K_{150}$. Наиболее эффективным оказалось применение 0,05%-ного раствора йодистого калия и 0,01%-ного раствора селенита натрия. Наибольшая прибавка урожая при внекорневой подкормке указанными растворами составляла 22,2 и 16,2 ц/га, сахаристость ягод возрастала на 0,6 и 0,4%, а кислотность снижалась на 0,42 и 0,26 г/л по сравнению с фоном.

3. Повышенные концентрации растворов солей йодистого калия не оказывают существенного действия как на величину урожая так и на его качество.

4. Увеличение концентрации растворов солей селенистокислого натрия отрицательно действует как на урожайность, так и на качество сока ягод винограда.

Институт почвоведения
и агрохимии АН Азерб. ССР

Поступило 28. II 1983

Э. Н. Күләхмәдов, Н. А. Агаев, А. А. Халилова

АЗЕРБАЙДЖАН ССР (КИЧИК ГАФГАЗ) ХАНЛАР РАЙОНУ ШЭРАИТИНДЭ ЈОД ВЭ СЕЛЕНИН ҮЗҮМҮН МӘҢСУЛДАРЛЫҒЫНА ВЭ КЕЛФИЈЈЭТИНЭ ТӘСИРИ

Ханлар районунун «Кәңчә» совхозунда микроэлементләрден јод вэ селен дузларынын мұхтәлиф мәһсулларынын үзүм биткисинин кәмпіјјәт вэ кәлфіјјәтинә тәсірини өјрәтмәк мәғсәдилә 6 ил мүддәтиндә чөл тәҷрүбәләри апарылмышдыр.

Тәҷрүбәләрини нәтижәси кәстәрмишдир ки, селен вэ јод микроэлементләри үзүмүн мәһсулдарлығыны артырмагла јанашы, кәлфіјјәт кәстәричиләринә (үзүм ширәсиндә шәкәрини јүксәлмәсинә вэ туршулуғун ашағы дүшмәсинә) дә мүсбәт тәсір етмишдир.

A. M. Gyulakhmedov, N. A. Agaeu, A. A. Khalilova

THE INFLUENCE OF IODINE AND SELENIUM ON THE YIELD AND QUALITY OF GRAPES IN CONDITIONS OF THE KHANLAR REGION (THE MINOR CAUCASUS) OF THE AZERBAIJAN SSR

The carried out five-year field experiment in the fields of «Gandzha» sovkhos of the Khanlar region showed that different two-fold sprinkle concentrations of salt solution of iodine potassium and selenic acid sodium acted positively on the increase of the yield, on the improvement of saccharine and acidity juice of berry grapes.

УДК 545.867:634.747

БИОХИМИЯ

Э. Н. НОВРУЗОВ, С. М. АСЛАНОВ

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ЗРЕЛЫХ ПЛОДОВ БУЗИНЫ ТРАВЯНИСТОЙ

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

Известно, что флора Азербайджана богата различными полезными растениями. Среди них несомненный интерес представляют дикорастущие и культурные плодово-ягодные растения, которые содержат многие биологически активные вещества. К числу таких растений относится бузина травянистая (*Sambucus ebulus* L.) сем. Жимолостных (*Caprifoliaceae* L.) [1].

Азербайджан является одной из сырьевых баз бузины травянистой в СССР. Ее естественные заросли занимают здесь большие площади. Бузина травянистая встречается преимущественно в лесных районах — в Закаталах, Белоканах, Кахах, Кубе, Исмаиллах, Варташене, Кусарах, Ленкорани, Астаре и других, образуя в изреженных лесах, на порубках, по опушкам, оврагам, речным долинам, канавам, на огородах и участках сельскохозяйственных культур обширные заросли.

Корни бузины травянистой издавна применяются в народной, а в настоящее время и в научной медицине как сильное мочегонное средство при нефритах, водянке почечного происхождения, водянке брюшины и сердечной сумки, различных болезнях мочевого пузыря, диабете, а эфирное масло из цветков используется в народной медицине при самых различных заболеваниях [2]. Широко применяются зрелые плоды бузины травянистой в пищевых целях.

Сок из зрелых плодов бузины используется для подкрашивания вина. Разработан способ получения из них красного пищевого красителя [5]. Различные авторы [3, 4] приводят данные о том, что зрелые плоды бузины содержат красящие, дубильные вещества, белки, сахара, слизь, камедь, воск, эфирное и жирное масла, органические кислоты, витамин С и др. Однако в литературе данные по химическому составу бузины травянистой, произрастающей в Азербайджане, отсутствуют.

Исходя из этого мы поставили перед собой задачу изучить химический состав зрелых плодов бузины травянистой, произрастающей на территории республики. Сырье было собрано в с. Даначы Закатальского района в 1979 — 1980 гг.

Для определения сухого вещества, сахаров, органических кислот, витамина С, пектина, масла использовали метод Ермакова и др. [6], антоцианов — [7, 8], флавоноидов — [9], токоферолов — [10], стеринлов — [11], физико-химических показателей и жирнокислотного состава — [12], качественного состава сахаров и органических кислот — [13].

Проведенные химические исследования показали, что зрелые плоды бузины травянистой богаты питательными веществами, такими как сахар, органические кислоты, аминокислоты, жирное масло и биологически активные вещества — витамин С, Е, антоцианами, флавоноидами, стеринами (таблица).

Некоторые данные по химическому составу зрелых плодов бузины травянистой, % от сырого вес

Анализируемое вещество	1979 г.	1980 г.
Сухое вещество	25,8	29,2
Сумма сахаров	1,62	2,31
в т. ч.		
фруктоза	0,82	0,98
глюкоза	0,91	1,06
сахароза	0,19	0,25
Пектин	0,25	0,21
Органические кислоты	1,27	0,92
Красящие вещества (антоцианы)	4,51	3,97
флавоноиды	0,03	—
Жирное масло	1,97	2,07
Витамин С	0,235	0,192
Витамин Е	0,012	0,009
Стерины	0,13	0,092
Аминокислоты	0,091	0,083

Как видно, содержание различных веществ в зрелых плодах бузины травянистой, собранной в одних и тех же местах, изменяется по годам. Так, если в 1979 г. красящие вещества составляли 4,51%, витамин С — 0,235%, органические кислоты — 1,27%, то в 1980 г. содержание их уменьшилось. Сухое вещество (29,2%), сумма сахаров (2,31%), масла (2,07%) в наибольшем количестве накопились в 1980 г.

Отсюда можно сделать вывод, что на биосинтез этих веществ по-разному влияют метеорологические условия года. Так, 1980 год был жарким и сухим, что способствовало повышению содержания сухого вещества, суммы сахаров и масла и понижению содержания красящих веществ, витамина С, органических кислот, а в более влажных условиях 1979 г. — наоборот.

Хроматографическим методом установлено, что сумма сахаров бузины представлена главным образом моносахарами (глюкозой, фруктозой), содержащимися примерно в равных количествах, и незначительным количеством сахарозы. Как видно из таблицы, количественное соотношение моносахаров не зависит от метеорологических условий года. Вероятно, это видовой признак растения.

Методом бумажной хроматографии установлено, что в состав органических кислот входят лимонная и яблочная кислоты, причем лимонная кислота преобладает.

По содержанию витамина С бузина превосходит ряд растений, богатых аскорбиновой кислотой, причем очень важно то, что аскорбиновая кислота сочетается с красящим веществом — антоцианом. (Установлено, что в присутствии фенольных соединений усвояемость витамина С увеличивается. Кроме того, одновременное содержание аскорбиновой кислоты и антоцианов предотвращает окисление последнего).

Качественный и количественный состав антоцианов в зрелых ягодах

бузины представляет научный и практический интерес. В настоящее время антоцианы используются как биологически активные (Р-витаминноактивные) препараты и безвредные пищевые красители. Судя по таблице, зрелые плоды богаты антоцианами. Во многих источниках указывается, что бузина черная содержит антоциан самбуци (цианидин 3-р-примверозид) и хризантемин [14].

Для установления антоцианового состава зрелые плоды бузины травянистой экстрагировали метанолом, содержащим 1% HCl. Выделенные антоцианы осаждали эфиром. Полученный осадок растворяли в растворе метанола, также содержащем 1% HCl, и подвергали хроматографическому разделению. Установлено, что антоцианы содержат шесть компонентов. Методом препаративной бумажной хроматографии выделено два основных компонента. После кислотного гидролиза оба компонента дали один и тот же агликон, который идентифицирован как цианидин.

По данным хроматографии (R_f), УФ-спектра а также кислотного гидролиза, первый компонент идентифицирован как цианидин-3-моноглюкозид (хризантемин), второй — как цианидин-3,5-диглюкозид (цианин).

При изучении антоциановых экстрактов в хроматограмме обнаружено бледно-желтое пятно, которое при обработке аммиаком становится ярко-желтым, что указывает на его флавоноидное происхождение. Путем экстракции водного остатка этилацетатом, дальнейшего гидролиза полученной суммы флавоноидов 5%-ной серной кислотой, при извлечении агликона эфиром получили сумму, состоящую в основном из одного вещества, методом бумажной хроматографии идентифицированного как кверцетин.

Показано, что зрелые плоды содержат достаточное количество жирного масла. Для выявления возможности использования этого масла нами изучены его физико-химические свойства и химический состав.

Для получения масла выжимки плодов промываются водой, при этом семена отделяются от кожуры и остатка сока. Высушенные семена экстрагируются петролейным эфиром (40—60°), затем растворитель отгоняется, и получается масло. По этому способу выход масла составляет 28,84% (в пересчете на абсолютно сухое вещество). Полученное масло имеет светло-желтый цвет, прозрачное, удельный вес — 0,9263 г/см³, коэффициент рефракции n_D^{20} — 1,4412, к. ч. — 1,21, ч. омыления — 193,12, ч. Генри — 96,97, й. ч. — 182,6, родановое ч. — 98,7. После омыления 10%-ным спиртовым раствором KOH получено 2,1% неомыляемых веществ. Неомыляемые вещества содержат 0,36% фосфолипидов, 0,16 мг% каротина, 77,2 мг% суммы токоферолов.

Общепринятыми методами установлено, что сумма выделенных жирных кислот состоит из ненасыщенных, насыщенных и твердых жирных кислот. Ненасыщенные жирные кислоты имеют следующие показатели: й. ч. — 203, 99, ср. мол. — вес 275,13, насыщенные жирные кислоты: й. ч. — 3,83, ч. нейтр. — 214,86, мол. вес — 261,14, твердые жирные кислоты — соответственно 4,05; 216,50; 259,1.

Методом газожидкостной и ТСХ в сумме жирных кислот обнаружили каприловую, миристиновую, пальмитиновую, пальмитолеиновую, стеариновую, олеиновую, линолеовую, линоленовую кислоты, причем основными по содержанию являются ненасыщенные жирные кислоты: пальмитиновая (64,78), стеариновая (30,74), пальмитоолеиновая (3,44%).

Проведенные опыты показали, что масло из семян бузины травянистой высыхает в 2 раза быстрее, чем льняное, и поэтому может успешно использоваться в лакокрасочной промышленности.

Выводы

1. Зрелые плоды бузины травянистой содержат 25,8—29,2% сухого вещества, 1,62—2,31% простых сахаров, 0,92—1,27% органических кислот, 3,97—4,51% антоцианов, 0,03% флавоноидов, 1,97—2,07% жирного масла, 0,192—0,235% витамина С, 0,009—0,012% витамина Е; 0,092—0,13% стеаринов.

2. Установлено, что сумма сахаров состоит в основном из глюкозы, фруктозы и небольшого количества сахарозы.

3. В сумме антоцианов обнаружено шесть компонентов: два из них идентифицированы как хризантемин и цианин.

4. Установлены физико-химические свойства жирного масла, его жирнокислотный состав и возможность использования в лакокрасочной промышленности, так как оно высыхает в 2 раза быстрее, чем льняное.

Литература

1. Прилипко Л. И. Флора Азербайджана, VIII. Баку, 1961.
2. Попов А. Л. Лесные целебные растения. М., Изд-во «Лесная промышленность», 1973.
3. Алиев Р. К., Прилипко Л. И., Дамиров И. А., Исмаилова Н. А., Мамедов Ф. Н., Улуканов Б. Г. Лекарственные растения Азербайджана. Баку, 1972.
4. Церевитниов Ф. В. Химия свежих плодов и овощей М., Сельхозгиз, 1949.
5. Чхендзе З. К. Авт. свид. № 277987, 1974. «Бюлл. изобр.», № 21.
6. Ермаков А. И., Арасимович В. В., Смирнова-Иконникова М. И., Ярош Н. П., Луковников Г. А. Методы биохимического исследования растений. Л., «Колос», 1972.
7. Скорикова Ю. Г., Шафтан Э. А. Тр. III Всесоюз. сем. по БАВ плодов и овощей. Свердловск, 1968.
8. Harborne J. B. J. Biochem., 70, 1958, № 1.
9. Гусева А. Р., Нестюк М. Н. «Биохимия», 18, 1953, вып. 4.
10. Девятин В. А. Методы химического анализа в производстве витаминов. М., «Медицина», 1964.
11. Шнайдем А. О., Фондаренко А. В. Сб. мат-лов по витаминам из природного сырья. Куйбышев, 1964.
12. Руководство по методам исследования, технологическому контролю и учету производства в масложировой промышленности, кн. II. Л., 1967.
13. Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1962.
14. РЖХим, 1959, № 16.

Институт ботаники им. В. Л. Комарова
АН Азерб. ССР

Поступило 22. XI 1981

Е. Н. Новрузов, С. М. Асланов

ОТВАРЫ КЭНДАЛАШЫН ЈЕТИШМИШ МЕЈВЭСИННИ КИМЈЭВИ ТЭРКИБИНИ БЭ'ЗИ КӨСТЭРИЧИЛЭРИ

Мәгалә Азәрбајҹанда јабаны һалда јайылмыш отвары кәндәлашың јетишмиш мејвәсинни кимјәви тәркибинни тәдҹигинә һәср едилмишдир. Кимјәви тәһлил кәстәрмишдир ки, отвары кәндәлашың јетишмиш мејвәләри чоһлу миғдарда шәкәр, үзви туршу, јағ, С витамини, антосианла јанашы, Е витамини, стерин, флавоноид кими биоложи фәал маддәләрлә зәңкидир. Һәмни маддәләрин миғдары иглим амилләриндән асылы оларағ дәјишир. Мүәјјән едилмишдир ки, мејвәсини тәркибиндә 6 антосиан вардыр. Бунлардан икис физики-кимјәви јолла сианин вә хризантемин кими дәҹигләширилмишдир. Бурада һәмчинни биткинин тохумларындан алынған јағың физики-кимјәви хусусијәтләри, јағ туршуларының тәркиби вә онун истифадә олуңмағ үчүн јарарлылығы кәстәрилмишдир.

E. N. Novruzov, S. M. Aslanov

SOME DATA ABOUT THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE RIPE FRUITS OF THE GRASSY ELDER

The chemical composition of the ripe fruits of the grassy elder was investigated. It is established, that it is rich in sugar, organic acids, vitamin C, anthocyanin, oil and it contains the biologically active substances such as flavonoids, vitamin E, sterols, amino acids. It is exposed, that the qualitative composition changes depend on the meteorological conditions. The presence of 6 anthocyanins is also established, 2 of them are identified as cyanin and chrysanthemum. The chemical composition of oil, extracted from the seeds, is studied and the oil acid composition and the possibility of its use are established in varnish-dye industry.

УДК 576.354.4:634.72

ГЕНЕТИКА

Г. М. РАСИ-ЗАДЕ

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭГИЛОПСОВО-ПШЕНИЧНОГО ГИБРИДА В F₁ И F₂

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР И. Д. Мустафеевым)

Известно, что у отдаленных гибридов мейоз протекает с нарушениями, проявляющимися в отставании хромосом на стадиях анафаз и телофаз первого и второго делений, в неравномерном расхождении хромосом к полюсам [1—4]. Часто нарушается нормальная функция веретена [2—5]. В результате вместо тетрад образуются полиады микроспор и тетрады с микроядрами.

Нарушения в мейозе наблюдались у эгиллопсово-пшеничных [6—7, 13], у пшенично-ржаных [8—] гибридов. Установлено, что гибриды *Aegilops cylindrica* Host x *Triticum aestivum* L. [10] по морфологическим признакам занимают промежуточное положение между родительскими формами и бывают стерильными. Изучение мейоза у отдельных гибридов представляет большой интерес, так как межродовые гибриды являются хорошим исходным материалом для создания высокоурожайных сортов хлебных злаков. Однако работы в этой области до настоящего времени не проводились.

В данной статье приводятся результаты исследования мейоза эгиллопсово-пшеничных гибридов первого и второго поколений на Апшеронской научно-экспериментальной базе Института и селекции Академии наук Азербайджанской ССР.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Нами получен гибрид F₁ комбинации *Aegilops zvata* L. (2n=28) x *Triticum durum* Desf. v. *hordeiforme* (сорт Малиани 13, 2n=28), оказавшийся на 100% стерильным. Беккроссирование проводилось родительской формой (*Triticum durum* Desf v. *hordeiforme*—сорт Малиани 13). В результате получены гибриды F₂.

Проводился подсчет хромосом у этих гибридов. Корешки фиксировали по Карнуа (3:1) и Баталя (5:1:1:1) после предварительной обработки альфа-бромнафталеном. Для изучения мейоза у гибрида фиксировали молодые колосья по Ньюкомеру (6:3:1:1:1). Фиксацию проводили в утренние часы—с 8 до 11, материал после пребывания в фиксаторе в течение 4—24 ч промывали в двух-трех сменах 70 или 80% спирта, а затем в спирте такой же концентрации хранили в холодильнике. Использовали методику приготовления давленных препаратов. Пыльнички на разных этапах развития раздавливали в капле ацетокармина. Цитонисследование проводили на микроскопе МБИ-11. Интересу-

ющие нас моменты фотографировали с помощью фотонасадки типа МФН-12. В мейозе особое внимание уделялось стадиям метафазы, анафазы, телофазы и образованию тетрад микроспор. Определяли процент нормальных тетрад и тетрад с микроядрами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полученные гибридные растения были морфологически промежуточными, унаследовавшими признаки обоих родителей (рис. 1). Анализ корешков гибрида F₁ (шесть растений) и F₂ (двадцать четыре растения) показал, что в соматических клетках имеется 28 хромосом.

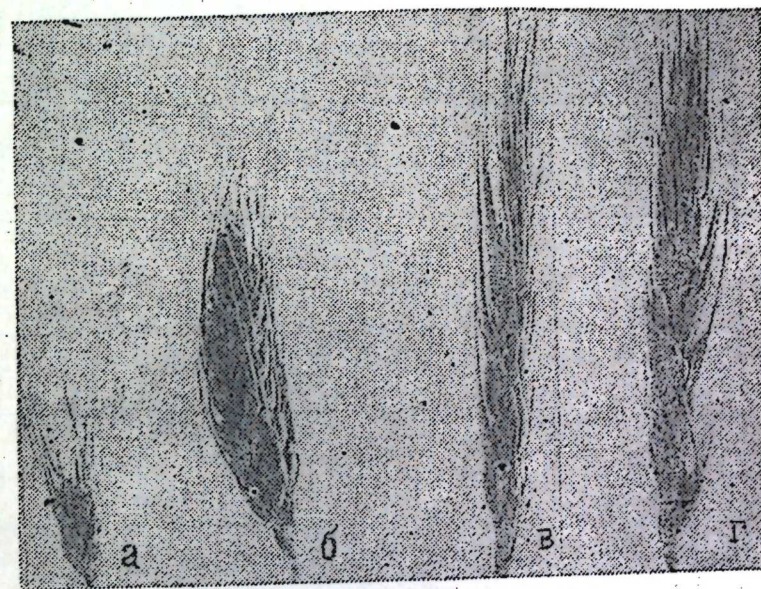


Рис. 1. а — материнская форма; б — отцовская форма; в — гибрид F₁; г — гибрид F₂

При анализе мейоза у эгиллопсово-пшеничных гибридов первого поколения в метафазе I (M I) обнаруживается 14 бивалентов. В некоторых МКП количество бивалентов варьировало от 4 до 14.

В метафазе I мейоза встречаются клетки со следующим количеством би-и унивалентов: 12_{II} + 4_I, 10_{II} + 8_I, 9_{II} + 10_I, 8_{II} + 12_I и др. В основном число унивалентов в клетках на стадии метафазы I колеблется от 2 до 8 (рис. 2 а—б), очень редко встречаются клетки с 12 унивалентами.

Данные по нарушениям на различных стадиях мейоза приведены в таблице. Как видно, процент нарушений в первом и во втором делениях мейоза высокий. В M I встречаются отстающие биваленты, основная масса которых располагается в экваториальной части (рис. 2 б). Из 54 изученных клеток с метафазой I 38 оказались с нарушениями на 70,37 + 6,21%. В анафазе I мейоза отмечались нарушения, выражающиеся в отставании и забегании хромосом. В некоторых клетках встречаются мосты (рис. 2 в—д). Из 42 изученных клеток 26 имели нарушения на 61,90 ± 7,49%.

Исследуемая форма: <i>Aegilops ovata</i> L. x <i>Triticum durum</i> Desf. v. <i>hordeiforme</i> (сорт Малица 13)	Стадия мейоза	Кол-во просом-трепных клеток	Забегание хромосом		Отставание хромосом		Мосты		Тетрады с микро-ядрами		Всего клеток с нарушениями	
			Число	%	Число	%	Число	%	Число	%	Число	%
F ₁	MI	54	16	29,63	22	40,74	—	—	—	—	38	70,37 ± 6,21
	AI	42	4	9,52	9	21,43	13	30,95	—	—	26	61,90 ± 7,49
	TI	36	6	16,67	16	44,44	7	19,44	—	—	29	80,55 ± 6,60
	MII	44	6	13,64	30	68,18	—	—	—	—	36	81,82 ± 5,81
	AII	38	4	10,53	20	52,63	10	26,32	—	—	34	89,48 ± 4,98
	TII	34	2	5,88	22	64,71	6	17,65	—	—	30	88,24 ± 5,52
F ₂	Тетрады	224	—	—	—	—	—	—	159	70,98	159	70,98 ± 3,03
	MI	48	11	22,92	19	39,58	—	—	—	—	30	62,50 ± 6,99
	AI	36	2	5,56	8	22,22	10	27,78	—	—	20	55,56 ± 8,28
	TI	32	4	12,50	10	31,25	4	12,5	—	—	18	56,25 ± 8,77
	MII	46	6	13,04	22	47,83	—	—	—	—	28	60,87 ± 7,20
	AII	34	2	5,88	10	29,41	6	17,65	—	—	18	52,94 ± 8,56
	TII	31	2	6,45	11	35,48	4	12,90	—	—	17	54,83 ± 11,12
	Тетрады	236	—	—	—	—	—	—	143	60,59	143	60,59 ± 3,18

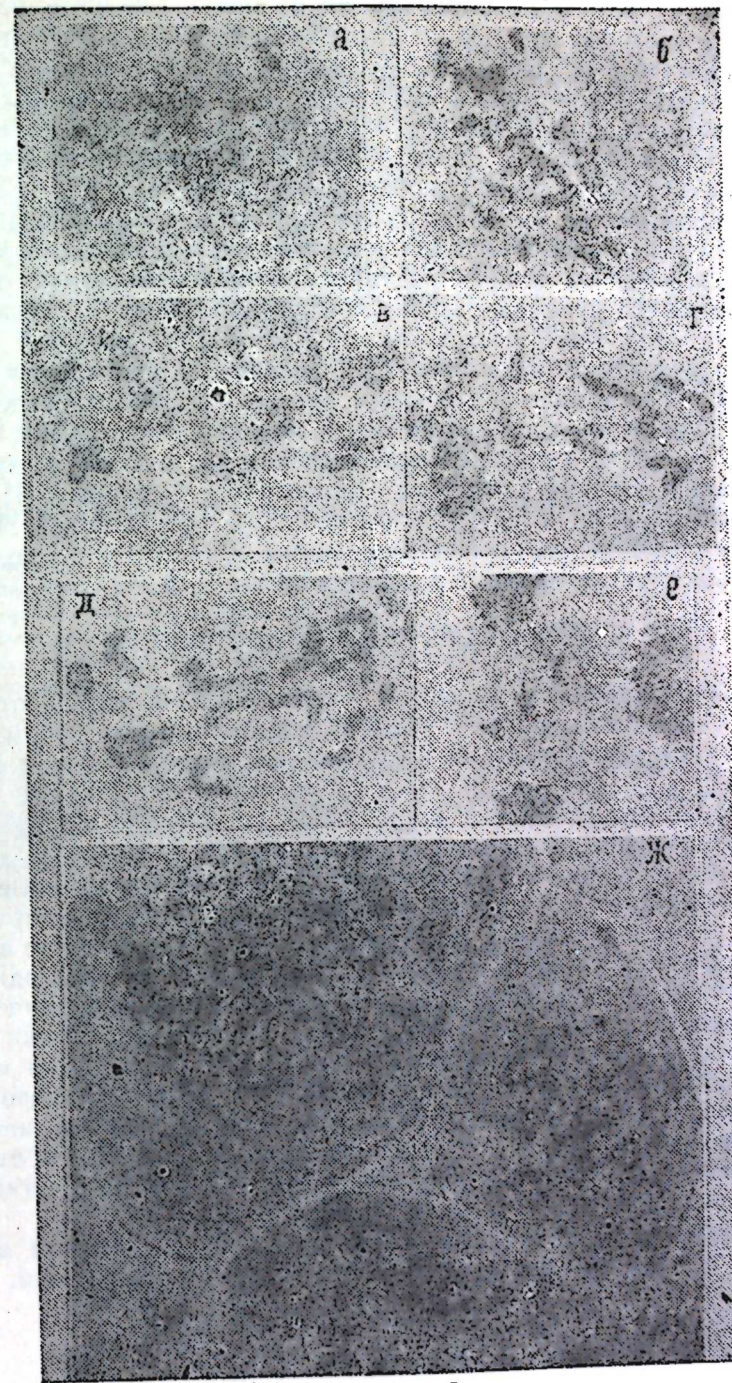


Рис. 2. Некоторые этапы мейоза межродового гибрида F₁ *Aegilops ovata* L. x *Triticum durum* Desf. v. *hordeiforme*: а — б — метафаза I с отстающими унивалентами; в — г — анафаза I с отстающими унивалентами; д — телефаза I с отстающими бивалентами; ж — тетрада микроспор (об. 10X90X)

На стадии телофазы I наблюдается от одной до пяти оставших хромосом, а часто две или четыре (рис. 2е). Во втором делении нарушения аналогичны. В анафазе II было 10,53% с забежавшими и 52,63% — с отстающими хромосомами. Нарушения в ТII разнообразны, в ряде случаев наблюдаются отстающие хромосомы на экваторе. У гибридов F₁ подсчитывали тетрады с микроядрами. Из таблицы видно, что процент тетрад с микроядрами составляет 70,98±3,03.

В процессе мейоза у гибрида F₂ по сравнению с F₁ отклонений бывает значительно меньше. При анализе мейоза у гибридов второго поколения в метафазе I количество унивалентов колеблется от 2 до 6. Данные по нарушениям на различных стадиях мейоза F₂ также приведены в таблице. Из 48 исследованных клеток с метафазой I 30 оказались с нарушениями (62,50±6,99%). В анафазе I мейоза отмечаются нарушения в отстаивании и забегании хромосом. Иногда встречаются мосты. Из 36 исследованных клеток 20 — с нарушениями (55,56±8,28%). На стадии телофазы I наблюдаются одна или две отстающие хромосомы. Во втором делении нарушения аналогичны. В анафазе II было 5,88% с забежавшими и 29,41% с отстающими хромосомами. В телофазе II наблюдаются отстающие хромосомы. У гибридов F₂ подсчитывали тетрады с микроядрами. Процент их 60,59±3,18.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

Нестабильность числа хромосом в мейозе часто встречаются при отдаленной гибридизации. Это явление характерно для форм, полученных от скрещивания разных видов пшениц с эгилопсами и пыреем [3, 9, 11]. Ли и Ту [3] показали, что у гибридов от скрещивания *Triticum durum* × *Aegilops bicornis* встречаются нарушения в промейотическом митозе. Нарушение веретена наблюдается и в мейозе. Для пшенично-ржаных гибридов характерно нарушение веретена на ранних стадиях мейоза [8]. Показано, что нарушение веретена может иметь место и после мейоза, после образования тетрады микроспор. В результате в тетрадах не образуются клеточные перегородки и вместо четырех одноядерных микроспор возникает одна микроспора с четырьмя ядрами. Такое явление отмечает Моффет для семейства *Liliaceae* [12]. Наши исследования показали, что в тетрадах наблюдается одна крупная микроспора с микроядрами, а остальные микроспоры — мелких размеров (рис. 2ж). У эгилопсово-пшеничных гибридов нарушения веретена наблюдаются в основном в мейозе, в митозе они отсутствуют. Нестабильность числа хромосом, отстаивания и забегания в AI и AII, образования микроядер — результат нарушения функции веретена.

Как показано в [9—11], нестабильность числа хромосом зависит от генотипов родительских форм, участвующих в скрещивании.

Выводы

1. У эгилопсово-пшеничных гибридов число хромосом равно $2n=28$.
2. При анализе мейоза на разных стадиях (метафаза I, анафаза I, телофаза I, анафаза II, телофаза II и образование тетрад микроспор) выявляются нарушения клеток. Причина этого — нарушение функции веретена в мейозе.

Литература

1. Сорокина О. Н. В кн: "Полиплоидия у растений". М., 1962, 142—147.
2. Голубовская И. Н., Шкутина Ф. М., Хвостова В. В. "Генетика", 1967 № 1, 25—33.
3. Li H. W., Tu D. S. Bot. Bull. Acad. Sinica, 1, 1947, № 3, 173—186.
4. Фурсов В. И., Шарипова М. А. Тез. докл. III съезда Всесоюз. о-ва генетиков и селекционеров им. Н. И. Вавилова. Л., "Наука", 1977, 482.
5. Хвостова В. В., Праведникова Г. Л. "ДАН СССР", 138, 1961, № 1, 215—218.
6. Кожамметов К. Автореф. канд. дисс. Алма-Ата, 1971.
7. Мустафаев И. Д., Пиралов Г. Р. "С.-х. биол.", XII, 1977, № 2.
8. Шкутина Ф. М. "Генетика", 1966, № 6, 107.
9. Shung-Jun Y. Canad. J. Genet. Cytol., 7, 1965, № 1, 112—123.
10. Belea A. Acta Agronom. Acad. Sci. Hungar., XVII, 1968, № 1—2, 151—160.
11. Thomas H., Peregrine W. T. H. Chromosoma, 15, 1961, № 2, 123—131.
12. Moffet A. A. Genetics, 25, 1932, № 3, 315—329.
13. Kihara H. Cytologia, 19, 1954, 336—357.

Институт генетики и селекции
АН Азерб. ССР

Поступило 13. 1981

К. М. Расизаде

F₁ ВЭ F₂ ЕКИЛОПС-БУГДА ГИБРИДЛЭРИНИН СИТОКЕНЕТИК АНАЛИЗИ

Ситологик тәдқиғатлар көстәрир ки, F₁ вэ F₂ гибридлэринин *Aegilops ovata* × *Criticum durum* Desf. v. *hordeiforme* (Маллиан-13 сорту) комбинасиясында бәдән һүчрәлэриндәки хромосомларын сәјы 28-дир.

Анализләр нәтижәсиндә мөәјјән олунмушдур ки, мейозда метафаза I, анафаза I, метафаза II вэ анафаза II процесиндә позгунлуғлар баш верир. Икинчи нәслин гибридлэриндә позулма һаллары биринчи нәслә нисбәтән аздыр.

G. M. Rasi-zade

CYTOGENETICAL ANALYSIS OF AEGILOPS-WHEAT HYBRIDS IN F₁ AND F₂

Cytological studies show that the hybrids of the first and second progenies of *Aegilops ovata* L. × *Triticum durum* Desf. v. *hordeiforme* (Maliani 13 variety) combination have 28 chromosomes in the somatic cells. Breaches are observed in MI, AI and MII, AII at meiosis analysis. It is observed that F₂ hybrids have less deviations than F₁ hybrids at meiosis.

УДК 581. 8

В. С. АББАСОВА

БОТАНИКА

К СТРУКТУРНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ ПАПОРОТНИКОВ ТАЛЫША

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

Папоротники относятся к числу наиболее древних групп высших растений. Поданным А. Л. Тахтаджяна [1], папоротники произошли от псилофитных и изменились в процессе их эволюции как по форме, так и по внутреннему строению. При рассмотрении структурной специализации наибольший интерес представляет степень специализации проводящей системы растений. Этот вопрос последовательно разрабатывался на примере папоротников Кавказа [2].

В настоящей статье приводятся данные по структурной специализации проводящей системы папоротников и классификация их по степени специализации этой системы.

Из физико-географических зон Азербайджана наибольшее число папоротников отмечено для Талыша [3]. Представители Filicoles распространены здесь в лесных и безлесных — полупустынных условиях.

Последовательные исследования представителей Sinopteridaceae Koidz., Adiantaceae (C. Presl) Ching, Pteridaceae Reichb., Cryptogrammaeae Pic., Hemionitidaceae Pic. Ser., Hypolepidaceae Pic. Ser., Thelypteridaceae Pic. Ser. Aspleniaceae Mett. ex Prentk, Athyriaceae Alston, Onocleaceae Pic. Ser. Aspidiaceae Mett. ex Frank., Polypodiaceae Bercht et Presl. (3) видов) позволили выявить особенности строения стелы для каждой систематической группы и установить степень их специализации.

У высших растений разные типы стелы (первичная проводящая система осевых органов вместе со связанной паренхимной тканью) представляют интерес при изучении путей эволюции этих растений. Исходным типом стелы является протостела. Этот тип стелы в современной флоре характерен для плаунов и некоторых папоротников [4].

В процессе эволюции строение папоротников изменялось и специализировалось в разных направлениях в связи с приспособлением к различным условиям среды. Наиболее примитивным типом стелы является протостелический тип, в котором проводящая ткань составляет сплошную массу, где ксилема цилиндрическая, занимает центральную часть и окружается флоэмой (гаплостела). Относительно подвинутым типом протостелы является ксилема с радиальными выступами (актиностела). На следующем этапе специализации ксилема разбита на отдельные пластинки (плектостела).

В процессе эволюции протостела дала начало сифоностеле (наличие сердцевинной ткани) — с флоэмой только снаружи (эктофлойная и внутри и снаружи (амфифлойная). Амфифлойная сифоностела типична

для папоротников, и, когда разбита на радиальные ряды, получается тип диктиостелы.

А. Л. Тахтаджян [1] при характеристике специализации папоротников в разных направлениях отмечает, что у проводящих пучков примитивных папоротников к каждому листу отходит по одному листовому следу: у подвинутых часто листовая след разделяется на несколько меристел. Иногда проводящая система листового следа примитивнее, чем организация стелы.

К. И. Мейером [5] исследованы папоротники из представителей дикой флоры и культуры, выращенных в оранжереях Ботанического сада МГУ. В результате отмечено, что развитие идет от протостелы через солелостелию к диктиостелии. Дифференциация элементов проводящей системы на стадии, типичной для данного вида, достигает различной степени совершенствования в зависимости от места заложения проводящей системы. В зародыше-проростке формируется лестничная трахеда, перицикл, а эндодерма позже; дифференциация флоэмы задерживается еще больше; в солелостелии к ним присоединяются ситовидные трубки, внутренняя эндодерма и перицикл, т. е. появляются все элементы проводящей системы.

С точки зрения эволюционной анатомии растений особый интерес представляет, наряду с примитивными признаками у некоторых родов, наличие относительно совершенных трахенд (точечная трахеда, сосу-ды) (Pteridium).

Анализируя результаты исследования папоротников Талыша, попытаемся классифицировать их по степени специализации проводящей системы.

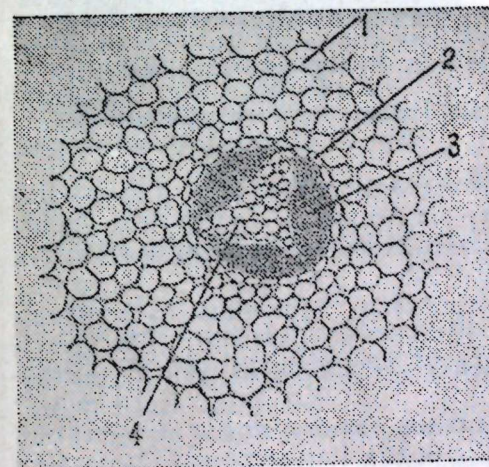


Рис. 1. *Cheilanthes porsica* (Bory) Mett. ex Kuhn. (ув. 9×10). Черешок:
1 — основная паренхима; 2 — эндодерма; 3 — флоэма; 4 — ксилема

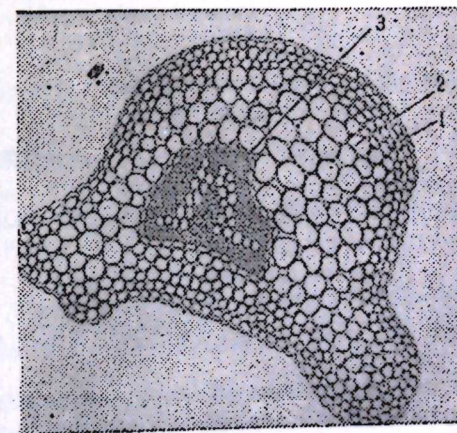


Рис. 2. *Woodsia alpina* (Bolt) Gray (ув. 4×9). Черешок:
1 — эпидермис; 2 — основная паренхима; 3 — проводящий пучок

К примитивным видам папоротников относятся виды с одним проводящим пучком в нижней части черешка, как у видов *Arogramma leptophylla* (Hemiopteridaceae); *Adiantum capillus* (Adiantaceae); *Cheilanthes persica* (Seniopteridaceae), *Asplenium adiantum-nigrum*, *A. ruta-*

muraria, A. septentrionale, Phyllitis scolopendrium (Aspleniaceae): Woodsia alpina, Athyrium filix femina, Cystopteris fragilis (Athyriaceae), Matteucia struthiopteris (Onocleaceae), Pteris cretica (Pteridaceae). Однако в пределах примитивности эти виды отличаются степенью специализации проводящей системы: наиболее примитивный тип стелы у Apogonophyllum leptophyllum (протостела), относительно продвинутый тип стелы у Ch. persica и P. interjectum (актиностела)—рис. 1.

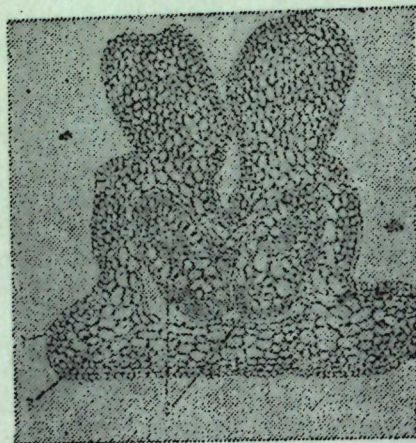


Рис. 3. Thelypteris palustris Schott (ув. 4×9). Черешок: 1 — эпидермис; 2 — основная паренхима; 3 — проводящие пучки

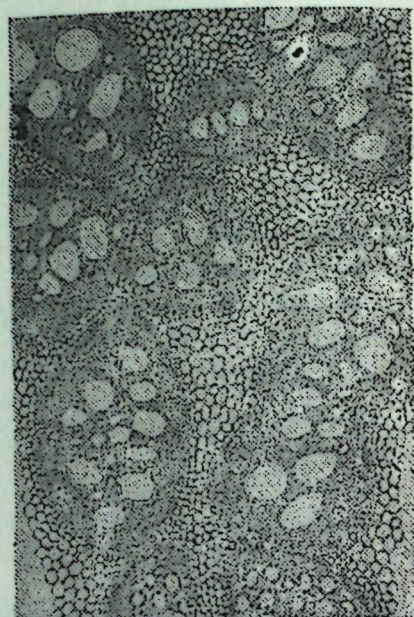


Рис. 4. Pteridium aquilinum (L.) Kuhn (ув. 4×9). Корневище, стела полистеллического типа

Несколько более продвинутый тип стелы характерен для некоторых родов Adiantum, Asplenium, Woodsia, Athyrium, Cystopteris, Matteucia, Pteris, Polypodium vulgare—переходный тип от актиностелы к плектостеле (рис. 2).

К более продвинутым видам относятся Asplenium trichomanes, Ceterach officinarum (Aspleniaceae), Thelypteris palustris (Thelypteridaceae), Cystopteris fragilis (Athyriaceae)—переходный тип к диктиостеле (рис. 3).

К видам с продвинутыми признаками по структурной эволюции проводящей системы относятся виды родов Polystichum, Dryopteris (Aspladiaceae), Pteridium (Pteridaceae)—диктиостела и полистела (рис. 4).

Выводы

На основании представленных данных по примитивности и продвинутой проводящей системы папоротников можно сказать:

1. Из 30 видов папоротников, распространенных в Талыше, большинство при наличии примитивного строения проводящей системы приспособилось к современным лесным условиям (Polypodium и др.).

2. Виды рода Asplenium отличаются некоторой специализацией проводящей системы, тогда как виды родов Polystichum и Dryopteris или представители семейства Aspladiaceae содержат признаки структурной эволюции проводящей системы, характерной для папоротников.

При выполнении данной работы непосредственная помощь и руководство осуществлены З. А. Новрузовой.

Литература

1. Тахтаджян А. Л. Высшие растения, 1. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1956.
2. Новрузова З. А., Аскеров А. М.: «ДАН Азерб. ССР», XXXV, 1979, № 9.
3. Аскеров А. М., Бобров А. Е. «Бот. ж.» 57, 1972, № 10.
4. Жизнь растений, IV. М., «Просвещение», 1978.
5. Мейер К. И. Практический курс морфологии и систематики высших растений. М., «Сов. наука», 1948.

Институт ботаники им. В. Л. Комарова
АН Азерб. ССР

Поступило 2. X 1981

В. С. Аббасова

ТАЛЫШ ГЫЖЫЛАРЫНЫН КЕЧИРИЧИ СИСТЕМ ГУРУЛУШУНДА ИХТИСАСЛАШМА

Анатомик тэдгиратлар нәтижәсində Талыш гыжылары кечиричи системләринин ихтисаслашма дәрəcəләринə кəрə группалар ајрылмышдыр.

Примитив (иbtидан) гурулуша малик нөвлər (протостелия типли стела) дахилиндə нисбətən ирəдилəмиш типлər (мəс. Cheilanthes чинсин нөвлəri) актиностел типли стелəлə маликдир.

Буларə нисбətən јүксək ихтисаса уграмышларын стеласы актиностел типдən плектостел типинə кечиричидир (Adiantum, Woodsia вə с. чинс нөвлəri).

Ирəдилəмиш нөвлəрин стеласы плектостел типлидир (Ceterach, Thelypteris вə с. нөвлəri).

Polystichum, Dryopteris гыжы чинслəri гурулуш тəкамүлү чəхəтдən ən ирəдилəмиш əлəмəтлэрə маликдир.

V. S. Abbasova

THE STRUCTURAL SPECIALIZATION OF THE CONDUCTING SYSTEM OF TALYSH FERNS

The classification of Talysh ferns by the degree of the specialization of its conducting system is given. Primitive limits of relatively advanced representatives of Cheilanthes genus, more advanced transitional ones from Actinostelle to Plectostelle, the most advanced ones—Plectostelle, Ceterach, Thelypteris were isolated.

The species with the indications of structural evolution—dicotistella, polystella—are given.

М. А. КАСУМОВ

КРАСНЫЙ КРАСИТЕЛЬ ИЗ ШТОК-РОЗЫ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР И. Д. Мустафаевым)

Выпуск продукции высокого качества требует соблюдения оптимальных технологических режимов производства и применения высококачественного сырья.

После того как было установлено [1], что широко используемый в пищевой промышленности синтетический «амарант» обладает канцерогенными свойствами и он был изъят из употребления, перед учеными была поставлена задача отыскать взамен него новый безвредный краситель, пригодный для подкраски пищевых продуктов. Поиски были ограничены теми видами растений, которые обладали красными или красно-фиолетовыми цветками, т. е. в большом количестве содержали красный пигмент.

В процессе работы над пищевыми красителями наше внимание привлекла шток-роза розовая (*Alcea rosea* L.).

Род *Alcea* из семейства *Malvaceas*, распространенный главным образом в восточной части Средиземноморья, насчитывает около 60 видов. В СССР встречается 34 вида, из них в Азербайджане — 8 (1 — в культуре). Обладает декоративными, лекарственными, масличными, медоносными и красильными свойствами. Самой перспективной для получения безвредных красящих веществ является черная форма шток-розы розовой (*Alcea rosea* f. *nigra*).

В диком виде растет на Балканах и в Малой Азии. Широко распространена в СССР как декоративная культура. Растение многолетнее, травянистое. Корневище толстое, многоглавое, с мощным стержнем, достигающим 40—60 см, корни мясистые, диаметром 7—8 (10) см. Стебель прямой, толстый, жестковато-волосистый, 100—275 (380) см высоты. Цветки крупные, имеют в поперечнике 5—7,5 (8) см. Венчик простых цветков состоит из 5 выемчатых лепестков. Лепестки красные, красно-черные, черно-фиолетовые, розовые, малиновые, белые, розовато-белые и т. д.

Ввиду возможного комплексного использования в разных отраслях народного хозяйства различных форм шток-розы розовой (красной, красно-фиолетовой, черновато-красной, черно-фиолетовой, малиновой, розовой, черной и др.) мы изучили некоторые биологические особенности этого растения [6].

В цветках шток-розы обнаружены антоциановые глюкозиды: цинидин-3-глюкозид, дельфинидин-3-глюкозид и мальвидин-3,5-диглюкозид. Лепестки шток-розы розовой содержат 11—13 (14) % безвредных анто-

циановых красящих веществ, которые можно использовать для подкраски бисквитных кремов, карамели, патоки, дрожжей, лимонадов, товарных сиропов, киселей, хлебобулочных, колбасных и других пищевых продуктов в цвета от красного до розового [3—5, 7].

Для обеспечения нужд пищевой и мясо-молочной промышленности СССР дешевыми и безвредными красными красителями, которые содержат ценные биологически активные вещества, мы задались целью разработать простую, дешевую, современную технологию получения антоциановых красящих веществ.

Новая технология получения красного пищевого красителя из шток-розы

С целью упрощения технологии производства и расширения сырьевой базы в качестве растительного сырья используют лепестки шток-розы розовой; экстракцию проводят смесью ацетон — вода в соотношении 1:1 при температуре 50—55°C и с последующей отгонкой ацетона.

Пример. 0,5 кг воздушно-сухих лепестков шток-розы розовой помещают в колбу, заливают смесью ацетон — вода в равном соотношении (1:1) до 5 л и нагревают при 50—55°C в течение 20—25 мин с обратным холодильником. Полученную вытяжку сливают, сырье вновь заливают смесью ацетон — вода в равном соотношении (1:1) и проделывают ту же операцию. В результате двух экстракций получают 10 л вытяжки. Вытяжку фильтруют через обыкновенный фильтр, а ацетон отгоняют до сухого остатка, т. е. содержание сухих веществ должно составлять 60 г.

Полученный в виде порошка продукт представляет собой сумму красящих веществ — 12—13 (14) % в пересчете на воздушно-сухое сырье — темно-вишневого цвета, без запаха и вкуса. Краситель легко и быстро растворяется в воде и спирте. Окрашенные кондитерские изделия — мармелад, фруктово-угодные кисели, карамель и безалкогольные напитки не имеют постороннего привкуса и запаха. Полученный красящий экстракт может заменить синтетический краситель «амарант».

Предлагаемый способ позволяет сократить затраты на получение 1 кг красителя и длительность процесса, способствуя тем самым расширению сырьевой базы для получения пищевых красителей.

Получено разрешение Министерства здравоохранения СССР (письмо № 123-10/3708 от 11. VIII 1978 г.) на использование красного пищевого красителя из лепестков шток-розы в производстве различных пищевых продуктов; в кондитерской, мясо-молочной промышленности и др.

Нами проведены работы по замене в колбасах и нитрита натрия, так как и это вещество является канцерогенным. При выработке колбас (молочной и чайной) на 100 кг сырья добавлялось 1,8 мг (вместо 7,65 мг) нитрита натрия, что составляло 25 % от нормы, и 75 % водного раствора красителя шток-розы — 0,6 г на 300 мл воды.

Выработанные колбасы были представлены на дегустацию, где установлено, что опытные партии не отличаются от контрольных. Товарный вид, запах-аромат, вкус, консистенция, сочность опытных колбас были оценены по 5-балльной системе и получили, так же как и контрольные батоны, общую оценку 4. Затем образцы опытных и контрольных колбас были направлены на бактериологическое исследование, результаты которого показали, что наличие микрофлоры в них намного ниже допустимых пределов. Исходя из этого дегустационная комиссия сочла возможным разрешить использование в вареных колбасных изделиях

водного раствора красителя из цветков шток-розы взамен 75 % нитрита натрия (акт от 17. V 1980 г.).

*Основные свойства красного пищевого красителя из лепестков шток-розы**

Основные физико-химические свойства красного пищевого красителя, полученного из лепестков шток-розы, следующие:

Содержание сухих веществ, %	45
Содержание красящих веществ, г/кг	40
Титруемая кислотность, град	109—110
Титруемая кислотность в пересчете на лимонную к-ту, %	8—11,2
pH	1—3
Содержание общей золы, %	0,4—0,5
Соли тяжелых металлов	Отс.

Красящие вещества лепестков шток-розы не только придают продуктам определенный цвет, но и повышают пищевую ценность изделий. Полученный антоциан улучшает состояние кожи и слизистых оболочек, уменьшает неприятный запах тела, помогает заживлению ран, стимулирует обмен веществ в клетках, ослабляет спазмы кровеносных сосудов, понижает кровяное давление и т. д.

При употреблении в пищу окрашенных пищевых продуктов на организм человека первыми действуют красящие и ароматические вещества — они стимулируют работу желез пищеварительного аппарата.

Выводы

Предварительные фитохимические анализы показали, что изученные нами формы шток-розы содержат пигменты, принадлежащие группе антоциановых глюкозидов: цианидин-3-глюкозид, дельфинидин-3-глюкозид и мальвидин-3,5-диглюкозид.

Впервые нами разработан новый, экономически более выгодный способ получения антоциановых красящих веществ для нужд кондитерской, карамельной, мясо-молочной, ликеро-водочной и эфиромасличной промышленности.

Разработанная технология получения красящего вещества весьма проста, не требует сложного оборудования и дорогостоящих реактивов.

Полученное нами антоциановое красящее вещество по сравнению с известными обладает лучшими качествами, так как не содержит примесей, снижающих качество препарата.

Новое антоциановое красящее вещество из лепестков шток-розы может успешно заменить канцерогенный синтетический краситель «амарант» и 75 % нитрита натрия.

Пищевое антоциановое красящее вещество из лепестков шток-розы обладает Р-витаминной активностью и считается синергистом аскорбата.

В полученных нами антоциановых красящих пигментах присутствуют ценные для питания человека биологически активные компоненты — витамины, аминокислоты, углеводы, ароматические вещества, минеральные соли и др.

Настоящий антоциановый краситель обладает хорошей красящей

* Автор выражает благодарность ст. науч. сотр. Института ботаники канд. биол. наук Г. Г. Асадову за помощь, оказанную при определении физико-химических свойств красителя.

способностью, термостойкостью, ароматом, при окрашивании пищевых продуктов долгое время сохраняет свой цвет и не изменяет его при хранении в течение гарантийного срока.

Для обеспечения пищевой промышленности красным красителем из шток-розы рекомендуем ввести это растение в культуру на неблагоприятных почвах в горных районах республики.

Литература

1. Андрианова М. М. «Вопросы питания», 1970, № 5.
2. Андреев В. В., Сухомлинова О. А. Перспективы промышленного производства и применения натуральных пищевых красителей. Кишинев, 1971.
3. Касумов М. А. «Изв. АН Азерб. ССР, серия биол. наук», 1978, № 5.
4. Касумов М. А., Керимов Ю. Б., Бабаев Р. А., Исаев Н. Я. Авт. свид. СССР № 704971, 1979. «Бюлл. изобр.», 1979, № 47.
5. Касумов М. А. «Эли ве хаят», 1980.
6. Касумов М. А. «ДАН Азерб. ССР», XXXVII, 1981, № 11.
7. Касумов М. А. В сб.: «Природа Азербайджана», 1983, № 5 (39).

Институт ботаники
им. В. Л. Комарова АН Азерб. ССР

Поступило 18. VIII 1983

М. Э. Гасымов

**КҮЛХӘТМИДӘН АЛЫНАН ГЫРМЫЗЫ БОЈАГДАН ЈЕЈИНТИ СӘНАЈЕСИНДӘ
ИСТИФАДӘ ОЛУНМАСЫ**

Мәғаләдә күлхәтми биткисинин ботаники тәсвири верилір, јени ишләниб һазырланмыш техноложи үсулла онун ләчәкләриндән алынған гырмызы рәнкли бојағ маддәси илә јејинти мәһсулларынын бојанмасындан, һәмчинин инсан организми үчүн әһәмийјәтиндән бәһс едилір.

M. A. Gasymov

RED DYE FROM THE HOLLYHOCK AND ITS USE IN FOOD INDUSTRY

The article deals with the botanical characteristics of hollyhock, the red dye obtained on a new elaborated technology from the petals, which has useful properties for human organism, and its use in food industry.

З. Н. БАЙРАМОВ

СӘФӘВИЛӘР ДӨВЛӘТИНДӘ ДАРУГӘ ВӘ ШӘҺӘР ИДАРӘ СИСТЕМИНДӘ РОЛУ

(Азәрбајжан ССР ЕА академики Ә. С. Сумбатзаде тәғдим етмишидир)

Азәрбајжан Сәфәви дәвләтиндә шәһәр идарә системи вә онун гурулушу барәдә индијә гәдәр ајрыча тәдгигат әсәри јазылмамышдыр. И. П. Петрушевски, О. А. Әфәндијев, Ә. Ә. Рәһмани, А. П. Новоселтсев, М. Х. Һејдәров, К. К. Кутсија, алман алыми Рөһрбөрн, Инкилтәрә алими В. Ф. Минорски, мүасир Иран тарихчиси Нәсруллаһ Фәлсәфи Сәфәвиләрин дәвләт гурулушундан, шәһәр һәјатында бәһс едәркән шәһәр идарә гурулушуна, о чүмләдән даругә мәсәләсинә дә тохунмушлар[1]. Мәгаләдә даругә, онун вәзифә вә ихтијараты, шәһәрин идарә олунмасында ролу һаггында мәһбәләрдәки мәлүматы арашдырмағы гаршы-ја мәгсәд гојмушут.

Мәлүм олдуғу кими, даругә (داروغه) шәһәр идарә системиндә инзибати ишләрә бахыр вә мүасир диллә десәк, полкс рәиси һесаб олунурду. В. Ф. Минорски јазыр ки, «даругә» монгол дилиндә рәис мәнасында ишләниб, үмуми бир идарә истилаһыдыр.[2]

«Тәзкирәт әл-мүлук» әсәриндә даругәнин вәзифәси белә шәрһ едилр: «Даругә диванбәји чүзвүндәндир вә әсасән шәһәри ичәридән вә дышарыдан горујур ки, һеч кәс гаундан кәнар иш көрүб, дава-далаш салмасын, шәр'ә хилаф олан ишләри (шәраб ичмәк, гумарбазлыг вә с.) гадаған етсин ки, һеч кәс хилаф ишләр көрмәсин, шәриәт еһкамларына зидд иш көрәниләри чәзаландырсын; мүгәсирләрдән төрәтдикләри чинајәт ишләринә мүвафиг чәримә алсын; даругә кечәдән үч саат кечмиш Гејсәријә (шаһ базарына) кәлмәли, сонра табелијиндә олан шәхсләрлә ат үстүндә һәр дан үзү шәһәрин мүәјјән бир тәрәфини (сһдәс исә табелијиндә олан адамларла шәһәрин диқәр тәрәфини) кәзмәли иди.[3]

Даругәнин табелијиндә горчу, гулам, топчу вә түфәнкчиләр вар иди. Даругә һәммин адамлары дәстә башчылары гојараг шәһәрин мәһәлләләринә тә'јин едилди ки, кечә-күндүз һәммин мәһәлләләри горујуб мүһафизә етсинләр, шәр'ә хилаф һәрәкәтләрин, гаунданкәнар ишләрин гаршысына алсынлар.

Баһасы вә ја дәјәри 5—12 түмән олан мүбаһисәли мәсәләләри даругә, бу мәбләғдән јухары олдуғда исә диванбәји һәлл едилди. Даругә илә диванбәјини һүгүг вә ихтијараты арасындакы фәрг бундан ибарәт иди ки, даругәнин һәлл едә биләчәји ишә диванбәји гарыша биләрди. Лакин мәсәлә диванбәјијә чатдығда даругәнин о ишә гарышмаға ихтијары јох иди.[4]

Гејд етмәк лазымдыр ки, миршәб (кечә-әмири вә ја кечә полиси башчысы) дә даругәјә табә иди. О да өз дәстәси илә кечәләр мәһәлләләри кәзир, баш вермиш оғурлуг һадисәләри барәдә күндүз даругәјә

мәлүмат верирди. Чинајәткар әлә кечдикдә оғурланмыш малын 2/6 һиссәсини (Нәсруллаһ Фәлсәфијә көрә 1/3 һиссәсини) миршәб өзүнә көтүрүр, галан һиссәсини исә диванбәји вә даругәнин иштиракы илә саһибинә чатдырды. Мүәјјән едилмиш вахтда кечә әмири оғрулары әлә кечирә билмәдикдә вә тапмадығда оғурланмыш малын дәјәрини өзү өдәмәли иди.[5]

Миршәб кечәләр базар чәркәләрини, тичарәт, сәнәткарлыг мағазаларыны торумагла шәһәрдә гајда-гаун көзләмәли иди.[6] О, гарәтчилик, адам өлдүрмә вә һәр чүр шәриәт гајдаларынын позулмасына чавабдәһ иди; әснаф үзвләри вә әснафларарасы мүбаһисәли мәсәләләри һәлл едә билмәдикдә ишә даругә гарышырды. О, төһгигат апарыб, күнаһкары мүәјјәнләшдирмәли, ону мәс'улијјәтә чәлб етмәли иди.[7]

Нәсруллаһ Фәлсәфи әсәрини идарә гурулушу һаггындакы бәһсиндә бу барәдә јазыр ки, даругә шәһәр әтрафынын горунмасы үзрә мәс'ул мәмур иди вә шәһәр көзәтчиләрини рәиси олмағ етибарилә өзү мүгәсирләри чәзаландырыр вә чәримәләр алырды[8].

Јухарыда гејд етдијимиз кими, кечә вә күндүз шәһәр интизамыны горујан бүтүн мәмурлар вә шәһәр мүһафизәси илә мәшғул олан горчулар, гуламлар, топчулар да мүәјјән мәнада она табә идиләр[9].

1684-чү илдә Азәрбајжанда олмуш алман сәјјаһы Енгелберт Кемпфер, Исфәһан даругәсиндән данышаркән јазыр ки, о, пајтахтда сакитлијин тә'мин едилиб горунмасы үчүн мәс'улијјәт дашыјыр, гаунлары позан адамлары тә'ғиб едилр, мүгәсирләри бә'зән нәгд чәримә едилр, бә'зән дә һәбс етмәклә чәзаландырыр. О, әсәсләрә* дә башчылыг едилр. Әсәсләрин башчысы кечәләр өз забитләри вә шәбәкәрдләри (кечә көзәтчиләри) илә пајтахтда кәзир вә чинајәткарлары тутурдулар [10].

1683-чү илдә Азәрбајжана кәлмиш Франса сәјјаһы Сансонун мәлүматына көрә, даругәдән башга мүшриф (баш нәзарәтчи) адланан баш нәзарәтчи вәзифәси дә мөвчуд олмушдур. Бу алам даругәнин көмәкчиси сајылырды [11]. Даругәнин иллик мөваһиб 400 түмән иди ки, мүгәсирләрдән, чаниләрдән алынған чәримәләр һесабына өдәнилирди[12]. Иллик чәримә мәбләғи 400 түмәнә чатмадығда да даругәјә вериләчәк мөваһибин кәсирини шаһ өз һесабына өдәјирди[13].

Гејд етмәк лазымдыр ки, јүксәк диван идарәсини катибләрини (мүншиләрини) рәисләри дә даругә адланырды; даругә-ји фәррашхана (фәррашхана даругәси), даругә-ји дәфтәрхана (дәфтәрхана даругәси) вә с. [14] Алман сәјјаһы Енгелберт Кемпферин јаздығына көрә, лешкәрневис (гошуну сијаһыја алаи), този дәфтәрханасы (бөлүчү, бөлмә, веркиләри бөлмә), мәмәлик дәфтәрханасы (өлкәнин бүтүн кәлир вә мәхаричини гејд едән вә һесаба алаи малијјә дәфтәрханасы), хәсә дәфтәрханасы (шаһын әмлакыны, онларын кәлирини вә мәхаричини һесаблајан вә гејд едән дәфтәрхана) мөвчуд олмушдур[15].

Азәрбајжанын мәшһур тарихчиси Искәндәр бәј Мүнши 1585-чи илдә Әлигулу хан адлы бирисини дәфтәрхана даругәси тә'јин олундуғуну билдирир[16]. Ајры-ајры тајфалар үчүн дә даругә тә'јин олунурду. Газин Әһмәд Гуми һ. 956 (1549)-чы илдәки һадисәләрдән бәһс едәркән јазыр ки, Шатыр бәј Шаһверди бәјин гоһумларындан олуб Азухлу улусунун даругәси иди[17]. Искәндәр бәј Мүнши исә һ. 957 (1548)-чи ил һадисәләриндән бәһс едәркән Шатыр бәјин түркман тајфасынын даругәси олду-

* Шәһәрин кечә мүһафизәси илә мәшғул олан полис мәмурлары рәиси миршәб илә јанашы, әсәсбашы вә јахуд сһдәс адланырды.

Гејд: миршәб-кечә әмири; әсәсбашы-кечә көзәтчиләрини рәиси, сһдәс-һадисә сөзүндән олуб, һадисә төрәдәниләри тә'ғиб едән мәмур.

ДАРУГА В СЕФЕВИДСКОМ ГОСУДАРСТВЕ И РОЛЬ ЕГО В СИСТЕМЕ ГОРОДСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

В статье рассматривается вопрос о должности даруги, его функциях и правах, о роли в сефевидской администрации. «Даруга» по-монгольски — «начальник». По сведениям «Тазкират ал-мулюк», он охранял город и его окрестности, следил за исполнением законов администрации и предписаний шариата. В распоряжении даруги находились ответственные за охрану города горчу, топчу и туфекчи; следовательно, в современном понятии даруга — это начальник городской полиции.

Миршеб (ночной эмир) также был подчинен даруге. Жалованье даруги составляло 400 туманов и выплачивалось за счет штрафа, взысканного с нарушителей порядка, уголовников и т. д.

Даругами являлись также начальники секретариата управления дивана (даруга-и фаррашхана, даруге-и дефтерхана и т. д.). Назначенный шахом для управления его собственным доменом — хассе даруга являлся одновременно и государственным чиновником. Судя по источникам, нередко термины даруга и хахим выступали как синонимы. Даруга в хассе шаха подчинялся только шаху, а в других городах, не входящих в хассе, — беглярбеку и хакому провинции.

Z. H. Bairamov

DARUGHA IN THE SAFAVI STATE AND ITS ROLE IN CITY ADMINISTRATING SYSTEM

On the basis of original sources, the article concerns the matter of the title «darugha», which played a significant part in city administrating system of the Safavi state. From the original sources it became clear, that the darugha performed a function of not only city police chief, but he also managed a district of a city or at times the entire area, being a part of the shah's «hassse».

УДК 930.26

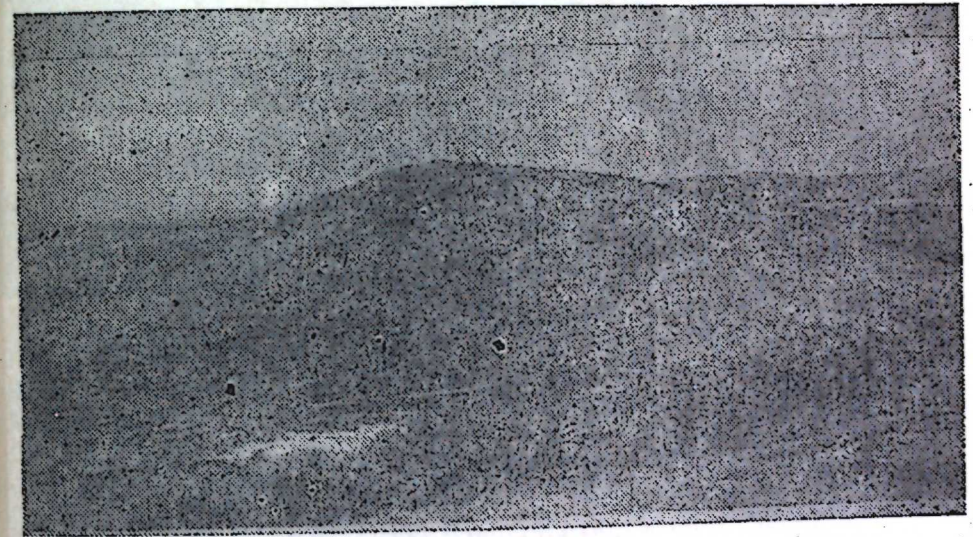
АРХЕОЛОГИЯ

Т. Р. ӘЛИЈЕВ

РУСТӘПӘ ЈАШАЈЫШ ЈЕРИ ҺАГГЫНДА ИЛК МӘЉУМАТ

(Азәрбајҹан ССР ЕА академики З. М. Бунҹадов тәғдим етмишидир)

Бақы—Дәвәчи шоссе јолунун сағында, Дәвәчи шәһәринин чәнубдан бир километрлијиндә мұхтәлиф һүндүрлүкдә тәпәләр силсиләси узаныр. Булар арасында јерли чамаатын «Рустәпә» адландырдығы тәпә өз формасы вә әзәмәти илә диггәти чәлб едир (1-чи шәкил).



1-чи шәкил. Абидәнин үмуми көрүнүшү.

Рустәпә илк дәфә Азәрбајҹан ССР ЕА Тарих Институтунун «Азәрбајҹанын археоложи абидәләр күллијаты» экспедијасы тәрәфиндән 1979-чу илдә шимал-шәрги Азәрбајҹанда гејдә алынмышдыр.

Экспедија нәтиҹәсиндә, тәпәнин илк дәмр дөврүнә анд јашајыш јери олмасыны тәсдиғ едән материаллар тапылмышдыр.

Рустәпә абидәси шимал-гәрб вә чәнуб тәрәфдән әкин үчүн истифадә олуан саһә илә, шәргдән шоран торпағларла, гәрбдән исә шоссе јолу илә әһатә олунамышдыр. Абидә Хәзәр дәнизинин гәрбиндә-12 километрлијиндә јерләшир. Тәпәнин үстү јасты олуб, үч тәрәфдән диқдир. Диқәр дөрдүнчү тәрәф—чәнуб-шәрг тәрәф исә нисбәтән манлидир.

Јашајыш јеринин үстү вә јамачлары отла ертүлү олдуғундан јахшы сахланылмышдыр. Јалныз шәрг тәрәфдән абидә чүзү тәбии дағынтыја (10 кв.м-ә гәдәр саһә) мәруз галмышдыр. Бурадан исә галын күл гаты

вә керамика нүмунэләринә малик мәдәни тәбәгәнин 3,5 м-ә җахын олду-
гу аҗдын көрүнүр.

Рустәпә җашаҗыш јери үстүнүн саһәси 2300 кв.м., һүндүрлүҗү чәнуб-
шәрг тәрәфдән 6 м, диқәр тәрәфләрдән исә 20 м-ә чатыр. Тәпәнин кәнар-
лары јер сәтһиндән ашағы олуб, җамыш битән батаглыгла әһатә едил-
мишдир. Бу исә җашаҗыш јеринин вахтилә хәндәклә даирәҗә алынмасы,
һәмчинин мүдафиә олунмасы һаггында фикир сөјләмәҗә имкан верир.

Абидәдән 200—250 м гәрбдә, шумланмыш саһәдә һәмни җашаҗыш
јеринин гәбиристанлығы олмушдур. Лакин тәсәррүфат ишләри заманы
гәбиристанлығы гисмән дағыдылмышдыр. Јерли чамаатын сөјләдијинә
көрә, торпаг ишләри апарыларкән даш гуту типли гәбирләрә, керамика
нүмунэләринә, мунчуг вә метал бәзәк әшјаларына тәсадүф едилмиш-
дир. Тәәсүф ки, һәмни мадди-мәдәнијјәт нүмунэләри бизә кәлиб чат-
мамышдыр.

1979—1980-чи илләрдә апарылан археоложи кәшфијјат заманы Рус-
тәпәнин үстүндән вә дағынтыја мәруз галмыш җамачындан, һәмчинин
гәбиристанлығы јериндән ашағыда кәстәрилән бир сыра кил габ нүмунә-
ләри топланмышдыр.

Тәсәррүфат күпүнүн ағзындан ғырыг. Габ түнд боз рәнкдә олуб,
дулус чархында һазырланмышдыр. Килинин тәркибиндә аҗдын нәзәрә
чарпан гум дәнәләрн вә парчаланмыш балыггулағы һиссәчикләри вар-
дыр. Кил ашағы кејфијјәтли олса да, габ җахшы биширилмиш вә давам-
лыдыр. Күпүн ағзынын диаметри 15 см-дир. Ағыз һиссә бир аз харичә
мејл етдирилмиш вә кәнарлары бурулмуш кәндирә-охшар нахышла һа-
шијәләнмишдир. Көвдә ағыз һиссә илә бирбаша бирләшир.

Габын дахили һиссәсинин һамарланмасы үчүн истифадә едилмиш
дулус бычағы бир-биринә паралел он батыг вә габарыг хәтт әмәлә кә-
тирмишдир.

Күпүн ағзынын диаметри вә чијин һиссәси онун енли көвдәли олду-
гуну кәстәрир (2-чи шәкил, 1).

Күп чијиндән ғырыглар (2 әдәд). Бунлар аҗры-аҗры күпләрә мәх-
сус олуб, түнд боз рәнкә чалыр. Һәр икисн тәркибиндә чохлу гум җары-
шығы олан килдән һазырланмышдыр. Күп ғырыглары үзәриндән габын
көвдәсини чијин һиссәдән аҗыран кәмәр кечир. Кәмәрнн үстү исә нахыш-
ланыб далғавары шәклә салынмышдыр.

Габ ғырыгларынын галынлығы (1,2 см; 1,6 см) вә формасы онла-
рын ири тәсәррүфат күпүнүн һиссәләри олдуғуну сөјләмәҗә әсас верир
(2-чи шәкил, 4,6).

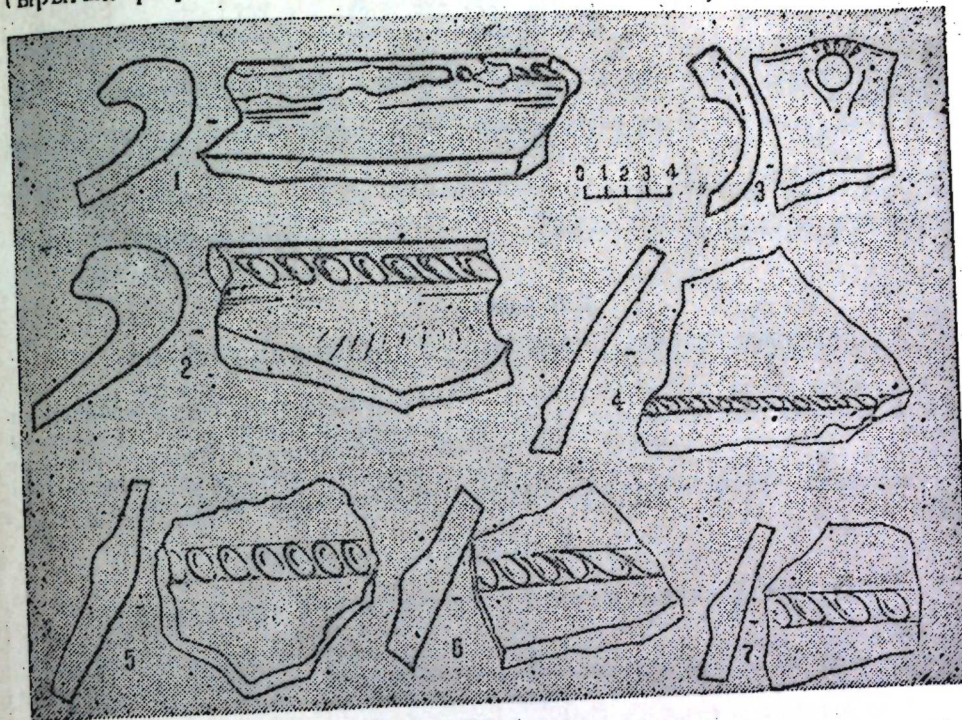
Сүддан бичимли габын ағзындан ғырыг. Ғырыг керијә манлидир.
Кили тәмиздир вә биширилдикдән сонра җарамтыл рәнк алмышдыр. Чох
давамлыдыр. Белә ки, габын ғырыг јери-кәсији җара рәнкли чајдашы
гәлпәсини хатырладыр. Габын һәр ики сәтһинә бозумтул ширә чәкил-
мишдир.

Габын ағыз һиссәсини көвдә илә бирләшдирән чубугвары тулп вар-
дыр. Онун үзәриндә јухарыдан-ашағыја доғру чәртмә үсулу илә беш
дәрин хәтт чәкилмишдир.

Килинин тәмиз рлмасы вә габын үзәринин ширләнмәси һәмни
ғырығын мәишәт габына мәхсус олдуғуну кәстәрир (2-чи шәкил, 3).

Күп ағзынын ғырығы. Түнд боз рәнкдәдир вә гум җарышығы чох-
дур. Ағыз һиссә харичә мејл етдириләрәк кәнарлары нахышла һашијә-
ләнмишдир. Габын боғаз һиссәсиндән ашағыја, чијин үзәрә габарыг хәт-
ләр чәкилмишдир (2-чи шәкил, 2).

Күп ғырыглары (2 әдәд). Һәр ики күп тырығы мүхтәлиф габын чијин
һиссәсинин ғырығыдыр. Кәсикдә гум җарышығы олан мүхтәлиф рәнкли
кил гатлары аҗдын һисс олунур. Габларын дахили һиссәси кобуд һазыр-
ланмышдыр. Харичи сәтһи исә һамар олуб, боз рәнкә чалыр. Һәр ики
ғырығын үзәриндә габарыг вә басма нахышларла бәзәдилмиш гуршаг



2-чи. шәкил Абидәдән ашкар олунмуш керамика нүмунэләри.

вардыр (2-чи шәкил, 5,6). Ғырыглардан биринин үзәриндә гуршагдан
јухары габарыг паралел хәтләр чәкилмишдир. (2-чи шәкил, 6)

Тәсвир етдијимиз материаллар Дағыстандан тапылмыш бир сыра
мадди-мәдәнијјәт нүмунэләри илә охшардыр. Бу исә тәсадүфи дејил-
дир, белә ки, шимал-шәрги Азәрбајҗан Дағыстанла, хүсусән онун чәнуб
һиссәси илә ваһид эрази бүтөвлүҗү тәшкил едир.

Рустәпә керамика нүмунэләринин әксәријјәти «кәндирвары» на-
хышла бәзәдилмишдир. Ејни заманда, онларын тәркибиндә гум җарышы-
ғы вә балыггулағынын хырдаланмыш һиссәчикләри чохдур. Бу тип
нахышлы вә тәркибли габлар Дағыстанын Јухарыгуныб җашаҗыш јерин-
дән¹, Мака гәбирләриндән², Берикәј даш гуту гәбириндән³ вә с. абидәләр-
дән ашкар олунараг с. ә. VII—IV әсрләрә анд едилмишдир.

Дағыстанын илк дәмир дөврү тәдигатчысы М. И. Пикул да тәртиб
етдији археоложи абидәләрнн үмумиләшдирилмиш таблосунда⁴ «кән-
дирвары» нахышлы габлары илк дәмир дөврүнүн икинчи мәрһәләсинә,
јә'ни с. ә. VII—IV әсрләрә анд едәрәк, онларын с. ә. I миңиллијин орта-
ларында даһа кениш җајылдығыны кәстәрир.

Рустәпә җашаҗыш јериндән ашкар едилмиш керамика нүмунэләри
јухарыда гејд олунан эразидән тапылмыш мадди-мәдәнијјәт нүмунәлә-
ринә охшардыр. Биз дә дағыстанлы тәдигатчыларын фикирләри илә
разылашараг Рустәпәни с. ә. VII—IV әсрләрә анд җашаҗыш јери һесаб
едирик.

Үмид едила билэр ки, кәләчәк тәдгигатлар чох мараглы абида олан
Рустәпә һаггында даһа әтрафлы мә'лумат алмаға имкан верәчәкдир.

Әдәбијат

1. «Древности Дагестана». Махачкала, 1974, таб. 2, рис. 1. с. 287.
2. Котович В. Г. Новые археологические памятники Южного Дагестана, МАД, 1959, т. I, с. 142—143, 145.
3. «Памятники эпохи бронзы и раннего железа в Дагестане». Махачкала, 1978, с. 139, рис. 2, 4.
4. Пиккуль М. И. Эпоха раннего железа в Дагестане. Махачкала, 1967, рис. 30.

Азәрбајҹан ССР ЕА
Тарих Институтунҹи
Археолокија вә Етнографија Сектору

Алынмышдыр 8. IX 1981

Т. Р. Алиев

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ О ПОСЕЛЕНИИ РУСТЕПЕ

Статья посвящена поселению Рустепе Дивичинского района. На поверхности и склонах холма собрана небольшая коллекция керамики. В основном это фрагменты больших хозяйственных кувшинов с «веревчатым» орнаментом. Аналогичная керамика характерна для памятников Дагестана. Анализ керамики и визуальное обследование памятника позволяют датировать поселение Рустепе VII—IV вв. до н. э.

T. R. Aliev

PRELIMINARY INFORMATION ABOUT RUSTEPE SETTLEMENT

The suggested article is devoted to the Rustepe settlement (Divichi district). On the surface and slopes of the hill the small collection of ceramics was gathered. On the whole these are fragments of economical pitchers with «cord ornament».

Analogous ceramics is typical for Daghestan memorials. The analysis of ceramics and visual investigation of memorials allow us to date the Rustepe settlement from VII—IV ages B. C.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазиијат

- | | |
|--|----|
| 4. Е. Аллахвердијев, А. Ә. Бәширов. Идарәтмә вә интерполјасија мәсәләләринини гошма олмасы һаггында | 3 |
| В. Ш. Јусифов. Бикомпактларын һомеоморф ин'икасларынын јарымгруп лары | 7 |
| Һ. Ш. һүсејнов, Ф. Ә. Әскәров. Бүтүн ох үзәриндә өз-өзүнә гошма олмајан икинчи тәртиб фәрг тәнлији үчүн сәпилмә мәсәләси | 11 |
| 4. И. Мәммәдханов, В. В. Салајев. Сингулар интегралларын локал хүсусијјәтләри | 15 |

Механика

- | | |
|--|----|
| Д. Х. Талыблы. Термөвүзүлү пластиклијин дәјишән јүкләймәдә мүнәси-бәтләринә даир | 19 |
|--|----|

Јарымкечиричиләр физикасы

- | | |
|--|----|
| К. М. Нифтиев, Б. Н. Тағыјев, С. А. Абушов. Ашгарлы GaS<Sn> монокристалларынын фотокечиричилијинини хүсусијјәтләри | 24 |
|--|----|

Јарымкечиричиләр вә диелектриклар физикасы

- | | |
|---|----|
| Е. Ј. Салајев, Ә. Ш. Абдинов, К. Ә. Әскәров, Ф. И. Мәммәдов, Һ. С. Сејидов. Сүр'әтли электрон дәстәси илә шүаландырылмыш n—Cd _{0.2} Hg _{0.8} Te монокристалларынын електрик хассәләри | 29 |
|---|----|

Електротехника

- | | |
|---|----|
| Е. И. Нәсәнов. Информасион-өлчү системләринин дәгиглијинини јүксәл-дилмәси үчүн үмумиләшдирилмини дифференциал-тестли алгоритм | 32 |
| В. И. Иванов-Омски, Р. Б. Рүстәмөв, В. А. Смирнов, Ш. У. Јул-дашов. Cd _x Hg=х, элағәли экситонда оптики долдурулмуш коһерент шүалан-масы | 36 |

Физики кимја

- | | |
|--|----|
| А. Н. Абдуллајев, М. С. һүсејнова, Т. Д. Ибраһимов. CdHgSe-ун электрокимјәви јолла алынмасы просесинини ријазии модели | 40 |
| М. С. Салаһов, Н. Ф. Мусајева, Р. С. Салаһова, Е. Ш. Мәммә-дов. Селендөрдхлоридини асетонда һәллолма просесинини кинетикасынын полјарог-рафик үсулла тәдгиги | 43 |

Үзви кимја

- | | |
|---|----|
| М. Ә. Шаһкәлдијев, И. Ә. Әлијев, Е. А. Ағајева. VI груп элемент-ләринини ароматик бирләшмәләриндә электрон эффектләри. Селенефирләрини электродонор хассәләри | 47 |
| Ә. Б. Нәсиров, Б. З. Рзајев, Р. Ј. Гулијев, Стибиум үзви бирләш-мәләр | 51 |

Кеомеханика

- | | |
|--|----|
| Ф. М. Бағырзада, Р. Ј. Әмәнзада. Јералты газ анбарларынын јаран-масы вә истисмары проблемләри һаггында | 53 |
| | 89 |

Агрохимја	
Ә. Н. Күләһмәдов, Н. А. Ағајев, А. А. Хәлилова. Азәрбајчан ССР (Кичик Гафгаз) Ханлар рајону шәрәтиндә јод вә селенин үзүмүн мәнсулдарлығына вә кејфијјәтинә тәсири	56
Биокимја	
Е. Н. Новрузов, С. М. Асланов. Отвары кәндалашын јетишмиш мејвәсинин кимјәви тәркибинин бәзи кәстәричиләри	61
Кенетика	
К. М. Расизадә. F ₁ вә F ₂ екилопс-бугда гибриdlәринин ситокенетик анализ	66
Ботаника	
В. С. Аббасова. Талыш гыжыларынын кечиричи систем гурулушунда ихтисаслашма	72
М. Ә. Гасымов. Күлхәтмидән алынған гырмызы бојагдан јејинти сәнајесиндә истифадә олунамасы	76
Тарих	
З. Н. Бајрамов. Сәфәвиләр дәвләтиндә даругә вә шәһәр идарә системиндә ролу	80
Археолокија	
Т. Р. Әлијев. Рустәпә јашајыш јери һаггында илк мәлумат	85

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

Член. корр. АН Азерб. ССР Дж. Э. Аллахвердиев, А. Э. Баширов. О двойственности между задачами управления и интерполяции.	3
В. Ш. Юсуфов. Полугруппы гомеоморфных отображений бикомпактов.	7
Г. Ш. Гусейнов, Ф. А. Аскеров. Задача рассеяния для несамосопряженного разностного уравнения второго порядка на оси	11
Дж. И. Мамедханов, В. В. Салаев. Локальные свойства сингулярных интегралов.	15

Механика

Л. Х. Талыблы. К соотношениям термо-вязкопластичности при циклических нагружениях.	19
--	----

Физика полупроводников

Г. М. Нифтнев, С. А. Абушов, Б. Г. Тагиев. Особенности фотопроводимости легированных монокристаллов GaSe<Sn>.	24
---	----

Физика полупроводников и диэлектриков

Член-корр. АН Азерб. ССР Э. Ю. Салаев, А. Ш. Абдинов, К. А. Аскеров, Ф. И. Мамедов, Г. С. Сеидли. Электрические свойства облученных быстрыми электронами монокристаллов $n = C_xHg_{1-x}Te$	29
---	----

Электротехника

Э. И. Гасанов. Обобщенный тестово-дифференциальный алгоритм повышения точности информационно-измерительных систем.	32
--	----

Физика полупроводников и диэлектриков

В. И. Иванов-Омский, Р. Б. Рустамов, В. А. Смирнов, Ш. У. Юлдашев. Когерентное излучение с оптической накачкой в $Gd_x-Hg_{1-x}Te$ на связанном экситоне	36
--	----

Физическая химия

А. Г. Абдуллаев, М. С. Гусейнова, Т. Д. Ибрагимов. Математическая модель процесса электрохимического осаждения CdHgTe	40
М. С. Салахов, Н. Ф. Мусаева, Р. С. Салахова, Э. Ш. Мамедов. Полярографическое исследование кинетики процесса растворения четыреххлористого селена в ацетоне	43

Органическая химия

М. А. Шахгельдиев, И. А. Алиев, Э. А. Агаева. Электронные эффекты в ароматических соединениях элементов VI группы. Электродонорные свойства селеноэфиров.	47
А. Б. Насиров, Б. З. Рзаев, Р. Ю. Кулнев. Синтез фенил- и параметилфенилэтиленгликолевых эфиров стибитовой кислоты.	51

Геомеханика

Акад. АН Азерб. ССР Ф. М. Багирзаде, Р. Ю. Амензаде. О проблемах создания и эксплуатации подземных хранилищ газа.	53
---	----

Агрохимия

Член-корр. АН Азерб. ССР Н. Гюльяхмедов, Н. А. Агаев, А. А. Халилова. Влияние йода и селена на урожай и качество винограда в условиях Ланкаранского района (Малый Кавказ) Азербайджанской ССР 56

Биохимия

Э. Н. Новрузов, С. М. Асланов. Некоторые данные о химическом составе зрелых плодов Бузины травянистой. 61

Генетика

Г. М. Раси-заде. Цитогенетический анализ эгиплосово-пшеничного гибрида в F_1 и F_2 66

Ботаника

В. С. Аббасова. К структурной специализации проводящей системы папоротников Талыша. 72

Прикладная ботаника

М. А. Касумов. Красный краситель из шток-розы и его использование в пищевой промышленности. 76

История

З. Х. Байрамов. Даруга в сефевидском государстве и роль его в системе городского управления. 80

Археология

Т. Р. Алиев. Предварительное сообщение о поселении Рустап. 85

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 выносятся 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:

I_k'' , 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, Н 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 I и римскую единицу I, а также арабскую цифру 1 и римскую I' (вертикальная черта), I 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 ~ (волна), $\odot$, $\oplus$, $\otimes$: $\square$, $\square$, $\square$, $\square$, $\square$, $\square$

(крышки) над и под буквами, а также знаков:

$\times$, $\in$, $\oint$, $\oint$, $\oint$, $\oint$

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 проводится 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.

Сдано в набор 04. 06. 84. Подписано к печати 08. 10. 84. ФГ 00733. Формат бумаги 70×100¹/₁₆. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литературная. Печать высокая. Усл. п. л. 7,47. Усл. кр.-отт. 7,47. Уч. изд. лист 6,06. Тираж 607. Заказ 972. Цена 70 коп.

Издательство «Элм».

370143 Баку-143, проспект Нариманова, 31, Академгородок, Главное здание
Типография «Красный Восток» Государственного комитета Азербайджанской ССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. Баку, ул. Ази Асланова, 80