ISSN 0321—1339

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

ՉԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ

LXXII, № 1

1981

Խմբագրական կոլեգիա

Գ. Ա. ԱՐՋՈՒՄԱՆՅԱՆ, տեխն. գիտ. թեկնածու (պատ. քարտուղար), է. Գ. ԱՖՐԻԿՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Ա. Թ. ԲԱԲԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Հ. Խ. ԲՈՒՆՅԱԹՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Ա. ԹԱԼԱԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Մ. ԹՈՌԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՁՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագրի տեղակալ), Հ. Գ. ՄԱՂԱԿՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Դ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագիր), Գ. Ս. ՍԱՀԱԿՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Օ. Մ. ՍԱԳՈՆՋՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻՔԱՅԵԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Բ. ՖԱՆԱՐՋՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ:

Редакционная коллегия

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик, Г. А. АРЗУМАНЯН, канд. техн. наук (отв. секретарь), Э. Г. АФРИКЯН, чл.-корр. АН АрмССР, А. Т. БАБАЯН, академик АН АрмССР, Г. Х. БУНЯТЯН, академик АН АрмССР, В. О. КАЗАРЯН, академик АН АрмССР (зам. отв. редактора), И. Г. МАГАКЬЯН, академик АН АрмССР, А. Г. НАЗАРОВ, академик АН АрмССР (отв. редактор), Г. С. СААКЯН, чл.-корр. АН АрмССР, О. М. САПОНДЖЯН, чл.-корр. АН АрмССР, А. А. ТАЛАЛЯН, чл.-корр. АН АрмССР, В. М. ТАРАЯН, чл.-корр. АН АрмССР, М. Л. ТЕР-МИКАЕЛЯН, чл.-корр. АН АрмССР, В. В. ФАНАРДЖЯН, чл.-корр. АН АрмССР.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԵՎԱՆ

ЕРЕВАН

Доклады Академии наук Армянской ССР, 1981, т. 72, № 1, с. 3—64.

Основан в 1944 г.
Периодичность—10 номеров в год.
На русском языке

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Հ. Ս. Միմայիլյան—*Միլովյան բազանների և հոլյան ննթախմբերի Γ-համասեռություններ լոկալ վերջավոր խմբերի մի դասում* 3

Ս. Գ. Հովսեփյան—*Արտապատկերումների անընդհատ շարունակումը սահմանային բազմությունների վրա* 6

Վ. Ա. Միրզոյան—*Կոմուտացվող նորմալ վեկտորական դաշտով ննթարազմություններ* 14

ՄԵԽԱՆԻԿԱ

Հ. Բ. Ալալարյան, Ս. Ա. Նազարով—*Ալորման ժամանակ պրիզմատիկ ձողում ինտենսիվության գործակիցների փոփոխումը երկայնական ճաքի դադման դեպքում* . . 18

ՖԻԶԻԿԱ

Է. Մ. Ավագյանց, Ս. Ա. Թառումյան—*Մինչև 100 կէվ էներգիայով էլեկտրոնների կիսահաղորդչային սարքերի վրա գործող ազդեցության վերաբերյալ* . . 22

Է. Հ. Միրզաբեկյան, Յ. Ա. Աբրահամյան, Ռ. Հ. Սիմոնյան, Ն. Ս. Աոամյան—*Ինֆրակարմիր տիրույթի ճառագայթման ընդունիչներ անոմալ բարձր դգայնությամբ* . 28

ՀԱՆՔԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ն. Հ. Մադաիյան, Ռ. Ա. Թորոսյան, Ռ. Հ. Մարության, Դ. Մ. Անտոնյան—*Նոր տվյալներ Ջոդի հանքավայրի հանքաբանության մասին* 34

ՍՏՐԱՏԻԳՐԱՖԻԱ

Ա. Հ. Գաբրիելյան, Ս. Մ. Գրիգորյան—*Նոր տվյալներ* Nummulites gizehensis-*ի հորիզոնի հասակի մասին և Հայաստանի նումուլիտային գոտիները* 38

ԴԵՆԵՏԻԿԱ

Ա. Մ. Ադաջանյան, Ն. Մ. Նավասարդյան—*Նեկրոզը* Lycopersicon esculentum *և* L. hirsutum f. glabratum-*ի խաչաձևումից ստացված հիբրիդների մոտ* . . . 42

ԲԻՈՔԻՄԻԱ

Ռ. Մ. Ջարաֆյան, Գ. Ֆ. Վազանչյան, Ժ. Ռ. Հակոբյան—*Լուկտատդեհիդրոգենազայի տվյալների բանկը* 47

ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ

Վ. Հ. Դազարյան, Ա. Ա. Չիլինգարյան—*Լոլիկի բույսերի ռեակցիան պաղատոկույսների հնդացման նկատմամբ* 52

Վ. Հ. Դազարյան, Ա. Ա. Չիլինգարյան—*Լոլիկի արմատների ֆունկցիոնալ գործունեության վրա դինֆլորացիայի ազդեցության հարցի մասին* 59

© Издательство АН АрмССР. Доклады АН АрмССР. 1981.

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА Стр.

Г. С. Микаелян—Г-сопряженность силовских баз и холловских подгрупп в одном классе локально конечных групп 3

С. Г. Овсепян—О продолжении отображений пространств до непрерывных отображений их расширений 6

В. А. Мирзоян—Подмногообразия с коммутирующим нормальным вектор-ным полем 14

МЕХАНИКА

О. Б. Агаларян, С. А. Назаров—Об изменении коэффициентов интенсивности при запайке продольной трещины в призматическом стержне . . . 18

ФИЗИКА

Г. М. Авакьянц, С. А. Тарумян—О действии электронов с энергией до 100 кэв на полупроводниковые структуры 22

Э. Г. Мирзабекян, Ю. А. Абрамян, Р. Г. Сиконян, И. С. Арамян—Приемники ИК-излучения с аномально высокой чувствительностью 28

МИНЕРАЛОГИЯ

Н. Н. Магакян, Р. А. Торосян, Р. О. Марутян, Г. М. Антонян—Новое в минералогии Зодского месторождения 34

СТРАТИГРАФИЯ

А. А. Габриелян, С. М. Григорян—Новые данные о возрасте слоев с Nummulites gizehensis и нуммулитовые зоны Армении 38

ГЕНЕТИКА

А. М. Агаджанян, Е. М. Навасардян—Некроз у гибридов между Lycopersicon esculentum и L. hirsutum f. glabratum 42

БИОХИМИЯ

И. М. Зарафян, Г. П. Казанчян, Ж. И. Акопян—Банк данных по лактатдегидрогеназе 47

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Е. О. Казарян, А. А. Чилингарян—О реакции растений томата на удаление плодовых кистей 52

В. О. Казарян, А. А. Чилингарян—К вопросу о влиянии дефлорации на функциональную деятельность корней томата 59

Индекс 77730

CONTENTS

MATHEMATICS

G. S. Mikaelian—Γ-conjugation of the force bases and Hall subgroups in the class of local finite groups 3

S. G. Ousep.an—Extension of continous mappings of the spaces to the extensions of the spaces 6

V. A Mirzoyan—Submanifolds with commutative normal yector field . 14

MECHANICS

H. B. Agalarian, S. A. Nazarov—The change of coefficient intensivity in torsion of the prismatical rod during welding of the longitudinal crack . . 18

PHYSICS

G. M. Avakiants. S. A. Tarumian—On the action of electrons possessing energy up to 100 kev on semiconductor structures 22

E H. Mirzabekian. Ju. A. Abramian, R. G. Simonian. N. S. Aramian—Infra red receiver with anomaly-high sensitivity 28

MINERALOGY

N. I. Magakian, R. A. Torosian, R. A. Marutian, G. M. Antonian—New data about the mineralogy of Zods deposit 34

STRATIGRAPHY

A H. Gabrielian, S. M Grigorian—New data on the age of layers with the Nummulites gizehensis and the nummulitic zones of Armenia . . . 38

GENETICS

A. M. Agadjanian, E. M. Navasardian—The necrosis in hybrids between Lycopersicon esculentum and L hrisutum f. glabratum 42

BIOCHEMISTRY

I. M. Zaraphian, G. P. Kazanchian, Zh. I. Akopian—The date bank of lactatedehydrogenase. 47

PLANT PHYSIOLOGY

V. O. Kazarian, A. A. Chilingarian—On the reaction of tomato plants to the removal of the fruit brushes 52

V. O. Kazarian, A. A. Chilingarian—On the problem of the effects of defloration on the functional activity of the roots of the tomato 59

Техн. редактор АЗИЗБЕКЯН Л А

Сдано в набор 28.01 1981 г. Подписано к печати 21.04.1981 г. ВФ 05351
Бумага № 1. 70×108¹/₁₆ Плоскопечать Печ. лист. 4,0. Усл. печ. лист. 5.6
Учет.-изд. 4,35. Тираж 500 Заказ 66. Издат. 5420.
375019, Ереван, Барекамутян, 24-г. II эт., 1 к.

Типография Издательства Академии наук АрмССР, 378310, г. Эчмиадзин

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LXXII 1981 1

УДК 512.54

МАТЕМАТИКА

Г. С. Микаелян

Г-сопряженность силовских баз и холловских подгрупп в одном классе локально конечных групп

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Р. А. Александряном 18/VI 1980)

1. В своей работе ([1]) Хартли показал, что вопрос сопряженности силовских p-подгрупп (p—простое число) локально конечных счетных групп связан с мощностью множества всех таких подгрупп данной группы. В этом плане интересен следующий результат Асара ([2]): в любой локально конечной p-редкой группе силовские p-подгруппы сопряжены (группа называется p-редкой (см. ([3])), если в каждой ее счетной подгруппе силовских p-подгрупп не более, чем счетно).

Обобщая результат Асара в работе ([3]), Хартли установил сопряженность силовских (максимальных) П-подгрупп в некоторых классах локально конечных П-редких групп (П—произвольное множество простых чисел).

В настоящей работе мы рассматриваем локально конечные группы, являющиеся p-редкими для всех $p\in\Pi$, и для таких групп устанавливаем некоторые признаки сопряженности силовских П-баз и холловских П-подгрупп. В отличие от традиции мы рассматриваем сопряженность соответствующих частей группы относительно некоторой группы, действующей на данную группу.

2. Предположим, что (G, Γ) групповая пара (см. ([4])), $\{A_1, \ldots, A_n, \ldots\}$, $\{B_1, \ldots, B_n, \ldots\}$ —силовские П-базы (см. ([5])) группы G. Скажем, что данные базы Г-сопряжены, если для некоторого $\gamma\in\Gamma$ $A_i^\gamma = B_i$, $i = 1, 2, \ldots$

Аналогично определяется Г-сопряженность холловских П-подгрупп.

Теорема 1. *Пусть* П *конечное множество простых чисел, а* G*—локально конечная* p*-редкая группа для всех* $p\in\Pi$. *Тогда, если* (G, Γ) *такая групповая пара, что* G *обладает локальной системой конечных подгрупп, в которых силовские* П*-базы (холловские* П*-подгруппы)* Г*-сопряжены, то силовские* П*-базы (соответственно—холловские* П*-подгруппы)* Г*-сопряжены и в самой группе* G.

Из обоих утверждений этой теоремы получается упомянутый результат Асара, если предполагать, что П составлено из одного элемента, локальной системой, фигурирующей в теореме, служит множество всех конечных подгрупп данной группы, а Г—некоторая группа внутренних автоморфизмов группы G, обладающая тем свойством, что для каждого внутреннего автоморфизма любой конечной подгруппы группы G, переводящего одну силовскую П-базу в другую, существует элемент из этой группы, являющейся продолжением указанного внутреннего автоморфизма.

Далее, из нее в частности следует, что в периодической локально разрешимой группе, являющейся p-редкой для всех $p \in \Pi$ (П—конечное) сопряжены как силовские П-базы, так и холловские П-подгруппы.

Условие конечности, налагаемое в теореме на множество П, очевидно можно заменить на конечность простых делителей порядков элементов группы G, входящих в П. Нам не известно, существенно ли такое ограничение. В частности, нам не известен ответ на следующий

Вопрос 1. Пусть П произвольное множество простых чисел, G локально конечная p-редкая группа для всех $p \in \Pi$. Тогда сопряжены ли силовские П-базы (холловские П-подгруппы) группы G, если такие базы (соответственно—подгруппы) сопряжены в ее конечных подгруппах?

3. В работе ([6]) Нейман приводил ряд теоретико-групповых свойств, обладающих счетным характером (свойство обладает счетным характером, если любая группа обладает этим свойством, если только им обладают все ее счетные подгруппы).

Оказывается, что свойство групп с одним классом сопряженных между собой силовских П-баз или холловских П-подгрупп также обладает счетным характером, правда, уже не в классе всех групп, а в классе локально конечных p-редких групп, $p \in \Pi$. Точнее:

Теорема 2. *Если локально конечная группа G является p-редкой для всех $p \in \Pi$ и (G, Γ) такая групповая пара, что в счетных подгруппах группы G силовские* П*-базы* Г*-сопряжены, то такие базы* Г*-сопряжены и в самой группе G.*

Теорема 3. *Если локально конечная группа G является p-редкой для всех $p \in \Pi$, где* П*—конечное, и (G, Γ) такая групповая пара, что в счетных подгруппах группы G холловские* П*-подгруппы* Г*-сопряжены, то такие подгруппы* Г*-сопряжены и в самой группе G.*

Существенность условия конечности множества П в теореме 3 нам не удалось показать. В частности, мы не знаем ответ на следующий

Вопрос 2. Сопряжены ли холловские П-подгруппы локально конечной группы, являющейся p-редкой для всех $p \in \Pi$, если такие подгруппы сопряжены в ее счетных подгруппах?

4. Аналог теоремы 1 для холловских Θ-баз (см. ([7])) остается верным, если только предполагать, что заданная группа является p-редкой для каждого p из любого $\Pi \in \Theta$, а Θ—конечна, вместе со своими элементами.

Для силовских LQ-баз (см. [8]) аналогичное утверждение будет верным, если помимо конечности системы Q предполагать, что в данной группе конечные $\mathfrak{X}$-подгруппы нильпотентны для всякого $\mathfrak{X} \in Q$ Отсюда, в частности, беря $Q = |O_\Pi|$ и вместо Γ—группу внутренних автоморфизмов данной группы, получаем положительное решение проблемы 1 из работы ([9])для локально конечных групп, конечные Π-подгруппы которых нильпотентны.

Армянский государственный
педагогический институт
им. Х. Абовяна

Հ. Ս. ՄԻՔԱՅԵԼՅԱՆ

Սիլովյան բազաների և հոլյան ենթախմբերի Γ–համալուծությունը լոկալ վերջավոր խմբերի մի դասում

Աշխատանքում դիտարկվում են լոկալ վերջավոր խմբեր, որոնք p-հագվագյուտ են պարզ թվերի կամայական Π բազմությունից վերցրած բոլոր p-երի համար։ Ցույց է տրվում, որ նման խմբերում սիլովյան Π-բազաների և հոլյան Π-ենթախմբերի համալուծության վերաբերյալ տեղի ունի վերջավոր կամ հաշվելի բնույթի լոկալ թեորեմ՝ կախված Π-ի վերջավոր կամ հաշվելի լինելուց։ Քննարկվում է նաև դիտարկվող խմբերի սիլովյան LQ-բազանեների և հոլյան Θ-ենթախմբերի համալուծությունը։ Բոլոր դեպքերում համալուծությունը ենթադրվում է տրված խմբի վրա գործող կամայական ավտոմորֆիզմների խմբի նկատմամբ։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *B. Hartley*, Proc. London Math. Soc., vol. 3 № 23 (1971). [2] *A. Asar*, J. London Math. Soc., vol. 2, № 6 (1973). [3] *B. Hartley*, Corupositio Math., vol. 25 (1972). [4] *Б. И. Плоткин*, Группы автоморфизмов алгебраических систем, «Наука», М., 1966. [5] *П. А. Гольберг*, Мат. сб., 32 (1953) [6] *B. Neamann*, в сб.: Избранные вопросы алгебры и логики. Сборник, посвященный памяти А. И. Мальцева, Новосибирск. 1973. [7] *П. А. Гольберг*, Сиб. мат. журн., № 1, 1960. [8] *Г. С. Микаелян*, Силовские LQ-базы бесконечных групп, Изв. АН АрмССР. Математика, т. 6. № 5 (1971). [9] *B. Hartley*, Proc. Second internat. conf. theory of groups. 1973.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LXXII 1981 1

УДК 513.83

МАТЕМАТИКА

С. Г. Овсепян

О продолжении отображений пространств до непрерывных отображений их расширений

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Р. А. Александряном 9/VII 1980)

Предполагается, что рассматриваемые в этой заметке отображения непрерывны, а пространства и их расширения хаусдорфовы.

Пусть $\tilde{X}$, $\tilde{Y}$ —расширения соответственно пространств X, Y и $i_Y: Y \to \tilde{Y}$—отображение вложения. $\tilde{X}$ будем называть расширением, допускающим продолжение отображения $f: X \to Y$ относительно $\tilde{Y}$, если отображение $i_Y \circ f: X \to Y$ продолжимо на все $\tilde{X}$.

Задаче продолжения отображений посвящено большое число работ, в большинстве которых исследуется случай, когда $\tilde{X}$ и $\tilde{Y}$ являются расширениями Катетова kX и kY ([1-6]).

В настоящей заметке приведены некоторые утверждения, касающиеся как этой задачи, так и задачи об одновременном продолжении семейства отображений на одно и то же расширение. В случае локально H-замкнутого X указывается наименьшее его расширение, на которое продолжается данное отображение (или семейство отображений) относительно данного расширения $\tilde{Y}$. Рассматриваются также случаи продолжения на такие расширения, как на расширение Фомина σX, наибольшее расширение типа μ μX, одноточечные H-замкнутые расширения типа Фомина $\sigma_0 X$, типа μ $\mu_0 X$ и одноточечную бикомпактификацию $\beta_0 X$ ([7]).

Пусть C_X —множество всех свободных открытых ультрафильтров пространства X. В работе ([7]) каждой паре $|U, D|$, где U—непустое подмножество множества C_X, а D—разбиение U на бикомпактные подмножества, сопоставлен определенный класс $\hat{X}_{|U,D|}$ 0-эквивалентных, отличных от X расширений пространства X, который в случае $U = C_X$ состоит из H-замкнутых расширений и обознача-

ется через $\hat{X}_D$. Добавим к этим классам еще один класс $\hat{X}_\varnothing = \hat{X}_{[\varnothing,\varnothing]}$, состоящий из самого X, как своего расширения.

$\hat{X}_{[U,D]}$ назовем классом продолжимости $f: X \to Y$ относительно $\bar{Y}$, если он содержит расширение $\bar{X}$, допускающее продолжение f относительно $\bar{Y}$.

Для любой точки $y \in Y$ обозначим через U_y множество всех $u \in C_X$, по которым y является пределом отображения $g = i_Y \circ f$, и пусть $D_f(\bar{Y})$ — множество всех непустых U_y, когда y пробегает $\bar{Y}$. Ясно, что $D_f(\bar{Y})$ является разбиением множества $U(f, \bar{Y}) = \bigcup \{U_y : y \in \bar{Y}\}$.

Предложение 1. *$\hat{X}_{[U,D]}$ является классом продолжимости отображения $f: X \to Y$ относительно $\bar{Y}$ тогда и только тогда, когда разбиение D вписано в $D_f(\bar{Y})$.*

Следствие. *Расширение $\bar{X}$, отличное от X и допускающее продолжение $f: X \to Y$ относительно $\bar{Y}$, существует тогда и только тогда, когда $U(f, \bar{Y}) \neq \varnothing$.*

Теорема 1. *H-замкнутое расширение пространства X, допускающее продолжение отображения $f: X \to Y$ относительно $\bar{Y}$, существует тогда и только тогда, когда $U(f, \bar{Y}) = C_X$. При этом $\hat{X}_D$ является классом продолжимости f относительно $\bar{Y}$ для любого D, вписанного в $D_f(\bar{Y})$.*

Пусть $C(f, \bar{Y})$ — множество всех $\hat{X}_{[U,D]}$, являющихся классами продолжимости $f: X \to Y$ относительно $\bar{Y}$, упорядоченное отношением $\hat{X}_1 > \hat{X}_2$, если для некоторого $X_1 \in \hat{X}_1$ и некоторого $X_2 \in \hat{X}_2$, существует 0-непрерывное отображение X_1 в X_2, тождественное на X.

Следствие 1. *В $C(f, \bar{Y})$ существует наименьший класс в том и только в том случае, когда $D_f(\bar{Y})$ разбивает $U(f, \bar{Y})$ на бикомпактные подмножества. При этом наименьший класс отличен от $\hat{X}_\varnothing$ тогда и только тогда, когда $U(f, \bar{Y}) \neq \varnothing$, и состоит из H-замкнутых расширений тогда и только тогда, когда $U(f, \bar{Y}) = C_X$.*

Следствие 2. *Пусть X локально H-замкнуто. Тогда для*

любого $f: X \to Y$ *и любого* $\bar{Y}$ *в* $C(f, \bar{Y})$ *существует наименьший класс продолжимости* f *относительно* $\bar{Y}$.

Следствие 3. *H-замкнутое расширение* $\bar{X}$, *допускающее продолжение* $\bar{f}: \bar{X} \to \bar{Y}$ *отображения* $f: X \to Y$, *принадлежит наименьшему классу продолжимости* f *относительно* $\bar{Y}$ *тогда и только тогда, когда сужение* $\bar{f}$ *на нарост* $\bar{X} \setminus X$ *инъективно.*

Из расширений X_1, X_2 пространства X будем считать, что X_1 больше X_2, если существует отображение X_1 в X_2, тождественное на X.

Предложение 2. *В каждом классе* $\hat{X}_{[U,D]}$ *продолжимости* $f: X \to Y$ *относительно* $\bar{Y}$ *расширение типа Катетова является наибольшим расширением, допускающим продолжение* f *относительно* $\bar{Y}$. *Если же* X *либо полурегулярно, либо локально H-замкнуто, то в* $\hat{X}_{[U,D]}$ *существует и наименьшее такое расширение.*

Теорема 2. *Пусть* X *локально H-замкнуто. Тогда для любых* $f: X \to Y$ *и* $\bar{Y}$ *замыкание в произведении* $\nu_0 X \times \bar{Y}$ *графика отображения* f *является наименьшим расширением пространства* X, *допускающим продолжение* f *относительно* $\bar{Y}$. *Это расширение H-замкнуто (соответственно отлично от* X*) тогда и только тогда, когда* $U(f, \bar{Y}) = C_X$ *(соответственно* $U(f, \bar{Y}) \neq \varnothing$*).*

Следствие. *Пусть* X *локально бикомпактно, а* $\bar{Y}$ *бикомпактно (тихоновское, регулярно). Тогда для любого* $f: X \to Y$ *наименьшее расширение пространства* X, *допускающее продолжение* f *относительно* $\bar{Y}$, *бикомпактно (тихоновское, регулярно).*

Теорема 3. *Для любого H-замкнутого расширения* X' *пространства* X *и для любого* $\bar{Y}$ *замыкание графика отображения* $f: X \to Y$ *в произведении* $X' \times \bar{Y}$ *является расширением пространства* X, *допускающим продолжение* f *относительно* $\bar{Y}$. *Это расширение H-замкнуто (соответственно отлично от* X*) тогда и только тогда, когда* $U(f, \bar{Y}) = C_X$ *(соответственно* $U(f, \bar{Y}) \neq \varnothing$*).*

Теорема 4. *Пусть* $\bar{Y}$ — *H-замкнутое расширение либо типа Катетова, либо типа Фомина пространства* Y, *и пусть существует H-замкнутое расширение* $\bar{X}$, *допускающее продолжение* $f: X \to Y$ *относительно* $\bar{Y}$. *Тогда для любого H-замкнутого расширения* Y' *пространства* Y *существует H-замкнутое расши-*

рение пространства X, допускающее продолжение f относительно Y'.

Следствие 1. *Пусть $f: X \to Y$ плотное отображение. Для того, чтобы при любом H-замкнутом расширении Y' пространства Y существовало расширение X, допускающее продолжение f относительно Y', необходимо, а если при некотором H-замкнутом $\bar{Y}$ существует H-замкнутое $\bar{X}$, допускающее продолжение f относительно $\bar{Y}$, то и достаточно, чтобы из эквивалентности свободных открытых фильтров пространства Y следовала эквивалентность их прообразов* ([1]).

Следствие 2. *Пусть Y—тихоновское пространство такое, что существуют два его разных, но эквивалентных свободных открытых фильтра (например, $\mathbf{R}^n$), и пусть X—дискретное пространство, определенное на множестве точек Y. Тогда для любого бикомпактного $\bar{Y}$ существует H-замкнутое расширение $\bar{X}$, допускающее продолжение тождественного вложения $i: X \to Y$ относительно $\bar{Y}$, поэтому расширение Катетова kX также допускает такое продолжение, тогда как не существует H-замкнутого расширения пространства X, допускающего продолжение i относительно kY.*

В работе ([2]) доказано, что $f: X \to Y$ допускает продолжение $\bar{f}: kX \to kY$ тогда и только тогда, когда оно является p-отображением и указан пример отображения, не являющегося p-отображением.

Таким образом, следствие 2 теоремы 4 также дает способ построения отображений, не являющихся p-отображениями. Одновременно оно показывает, что отображение $f: X \to Y$ может не допускать продолжения на kX относительно kY, т. е. не быть p-отображением, однако оно может допускать продолжение на kX относительно некоторого H-замкнутого $\bar{Y}$. А это означает, что в случае произвольного H-замкнутого $\bar{Y}$ теорема 4 не верна.

Укажем теперь способ построения пространств и их отображений, не допускающих продолжения ни на какое истинное расширение.

Пусть при некотором H-замкнутом $\bar{Y}$ не существует H-замкнутого расширения $\bar{X}$, допускающего продолжение отображения $f: X \to Y$ относительно $\bar{Y}$, и пусть $U(f, \bar{Y}) = \varnothing$. Тогда в силу предложений 1 и 2 расширение типа Катетова kX_U из $\hat{X}_{(U,D)}$, где $U = U(f, \bar{Y})$, а D—разбиение U на одноэлементные подмножества, допускает продолжение $\bar{f}: kX_U \to \bar{Y}$, для которого $U(\bar{f}, \bar{Y})$ окажется

пустым, поэтому в силу следствия предложения 1 $\bar{f}$ не может быть продолжено ни на какое истинное расширение не H-замкнутого пространства kX_U. Если же $U(f, \bar{Y}) = \varnothing$, то таким же свойством будет обладать уже композиция $i_Y \circ f : X \to \bar{Y}$.

Пусть теперь F—семейство отображений $f : X \to Y_f$, $\bar{Y}_f$—расширение пространства Y_f и $S = \{\bar{Y}_f : f \in F\}$.

Расширение $\bar{X}$ пространства X назовем расширением, допускающим продолжение семейства F относительно S, если при любом $f \in F$ $\bar{X}$ допускает продолжение f относительно $\bar{Y}_f$, при этом класс $\hat{X}_{[U,D]}$, содержащий $\bar{X}$, назовем классом продолжимости F относительно S.

Пусть $Y = \Pi\{Y_f : f \in F\}$, $\bar{Y} = \Pi\{\bar{Y}_f : f \in F\}$ и $\Delta_F : X \to Y$ диагональное отображение, порожденное F. Легко видеть, что $\bar{X}$ допускает продолжение F относительно S тогда и только тогда, когда оно допускает продолжение Δ_F относительно $\bar{Y}$. Поэтому приведенные утверждения, примененные к отображению Δ_F относительно расширений $\bar{X}$, $\bar{Y}$, дают соответствующие утверждения для F относительно $\bar{X}$ и S.

Укажем примеры таких утверждений.

H-замкнутое расширение $\bar{X}$, допускающее продолжение $\bar{F} = \{\bar{f} : \bar{X} \to \bar{Y}_f;\ f \in F\}$ семейства F относительно S, принадлежит наименьшему классу продолжимости F относительно S тогда и только тогда, когда семейство $\bar{F}$ различает точки нароста $\bar{X} \setminus X$.

Пусть X локально H-замкнуто. Тогда для любого семейства F отображений $f : X \to Y_f$ и любых $\bar{Y}_f$ замыкание в произведении $\mu_0 X \times \bar{Y}$ графика отображения Δ_F является наименьшим расширением X, допускающим продолжение F относительно S. Это расширение H-замкнуто (соответственно отлично от X) тогда и только тогда, когда $U(\Delta_F, \bar{Y}) = C_X$ (соответственно $U(\Delta_F, \bar{Y}) \neq \varnothing$).

Обозначим через $\mu^* X$ то из простых H-замкнутых расширений X, следы на X систем открытых окрестностей точек нароста которого являются полурегулярными ультрафильтрами X.

Предложение 3. *Пусть либо X локально H-замкнуто, либо полурегулярно, и пусть f—отображение X на Y, допускающее такое продолжение $\bar{f} : \mu^* X \to \mu^* Y$, которое нарост $\mu^* X \setminus X$ пе-*

реводит в нарост $\mu^*Y \setminus Y$. *Тогда* f *продолжается на* μX *относительно* μY.

Теорема 5. *Для сюръективного отображения* $f: X \to Y$, *где* Y не *H-замкнуто, следующие утверждения эквивалентны:*

(*i*) f *является p-отображением и не имеет пределов по свободным открытым ультрафильтрам пространства* X.

(*ii*) *Существует H-замкнутое расширение* $\bar{X}$, *допускающее продолжение* f *относительно некоторого H-замкнутого расширения типа Фомина* $\bar{Y}$, *которое нарост* $\bar{X} \setminus X$ *переводит в нарост* $\bar{Y} \setminus Y$.

(*iii*) f *допускает продолжение* $\bar{f}: kX \to kY$, *переводящее* $kX \setminus X$ *в* $kY \setminus Y$.

(IV) f *допускает продолжение* $\bar{f}: \varepsilon X \to \varepsilon Y$, *переводящее* $\varepsilon X \setminus X$ *в* $\varepsilon Y \setminus Y$.

Если же X, Y *к тому же локально H-замкнуты, то приведенные утверждения эквивалентны каждому из утверждений:*

(V) f *допускает продолжение* $\bar{f}: \varepsilon_0 X \to \varepsilon_0 Y$.

(VI) *Прообраз замкнутого множества, обладающего тем свойством, что замыкание его внутренности H-замкнуто, обладает тем же свойством.*

Следствие. *Если в условиях теоремы 5* Y *полурегулярно,* f *к тому же открытое и выполнено некоторое из* (*i*)—(IV), *то* μX *и* μ^*X *допускают продолжение* f *относительно* μY *и* μ^*Y *соответственно, и каждое из* (V)—(VI) *влечет продолжимость* f *на* $\mu_0 X$ *относительно* $\mu_0 Y$.

Теорема 6. *Пусть* X, Y *не H-замкнуты,* Y *полурегулярно и* f *отображение* X *на* Y *такое, что для любого открытого в* Y *множества* w $f^{-1}(\overline{w}) = \overline{f^{-1}(w)}$. *Тогда утверждения* (*i*)—(IV) *теоремы 5 эквивалентны каждому из следующих:*

(VII) f *допускает продолжение* $\bar{f}: \mu^*X \to \mu^*Y$, *переводящее* $\mu^*X \setminus X$ *в* $\mu^*Y \setminus Y$.

(VIII) f *допускает продолжение* $\bar{f}: \mu X \to \mu Y$, *переводящее* $\mu X \setminus X$ *в* $\mu Y \setminus Y$.

Если же X, Y *к тому же локально H-замкнуты, то все утверждения теоремы 5 эквивалентны также следующему:*

(IX) f *допускает продолжение* $\bar{f}: \mu_0 X \to \mu_0 Y$.

Предложение 4. *Пусть* Y *не H-замкнуто и* $g: Z \to Y$ *сюръективное p-отображение. Тогда существует расширение* X *пространства* Z, *являющееся подпространством* kZ *и допускающее продолжение* g *относительно* Y *такое, что для продолженного отображения* $f: X \to Y$ *уже выполнены утверждения* (*i*)—(IV)

теоремы 5. Если при этом Y к тому же регулярно, то X можно подобрать как подпространство расширения Фомина σZ.

Предложение 5. *Пусть X, Y —локально H-замкнутые и не H-замкнутые пространства. Отображение f X на Y допускает продолжение $\bar{f}: \mu_0 X \to \mu_0 Y$ тогда и только тогда, когда прообраз замкнутого подмножества H-замкнутого подпространства пространства Y является подмножеством некоторого H-замкнутого подпространства пространства X.*

Следствие. *Пусть X, Y —локально бикомпактные и небикомпактные пространства, f —отображение X на Y, $\bar{Y}$ бикомпактно и $\bar{f}: \beta X \to \bar{Y}$ продолжение отображения f. Тогда следующие утверждения эквивалентны:*

(i) Прообраз бикомпактного множества при отображении f бикомпактен.

(ii) $\bar{f}(\beta X \setminus X) \subseteq \bar{Y} \setminus Y$.

(iii) f допускает продолжение $f_0: \beta_0 X \to \beta_0 Y$.

Институт математики
Академии наук Армянской ССР

Ս. Գ. ՀՈՎՍԵՓՅԱՆ

Արտապատկերումների անընդհատ շարունակումը տարածությունների լայնացումների վրա

Դիցուք $\bar{X}$-ը և $\bar{Y}$-ը համապատասխանաբար X և Y տարածությունների հաուսդորֆյան լայնացումներ են։ Հոդվածում բերվում են մի քանի արդյունքներ, որոնք վերաբերվում են $f: X \to Y$ արտապատկերումը մինչև $\bar{f}: \bar{X} \to \bar{Y}$ անընդհատ արտապատկերման շարունակելու խնդրին։ Հատկապես, ուսումնասիրվում է արտապատկերումների շարունակելիությունը X-ի ֆոմինյան լայնացման, և միայն ամենամեծ H-իրակ լայնացման, ֆոմինյան միայն մեկ կետանոց H-իրակ լայնացման, մեկ կետանոց բիկոմպակտիֆիկացիայի և այլ հայտնի լայնացումների վրա (Y-ի նույնատիպ լայնացումների դեպքում)։ Լոկալ H-իրակ X-ի դեպքում ցույց է տրվում X-ի ամենափոքր լայնացումը, որի վրա տրված արտապատկերումը թույլ է տալիս անընդհատ շարունակություն։ Դիտարկվում են հաուսդորֆյան տարածություններ և նրանց անընդհատ արտապատկերումներ, որոնք թույլ չեն տալիս անընդհատ շարունակություն և ոչ մի հաուսդորֆյան լայնացման վրա։

Դիտարկվում է նաև $f: X \to Y$ արտապատկերումների ընտանիքի X-ի մինիմալ լայնացման վրա միաժամանակյա շարունակման խնդիրը, որը հոդվածում բերվում է այդ ընտանիքով ծնված անկյունագծային արտապատկերման շարունակման խնդրին։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *H. Herrlich, G. E. Strecker*, Math. Ann., B. 177, H. 4 (1968). [2] *D. Harris*, Math. Ann., B. 193, H. 3 (1971). [3] *M. Katetov*, Casopis Pest. Mat. Fys., vol. 69 (1940). [4] *Н. Бурбаки*, Общая топология, основные структуры, Наука, М., 1968. [5] *C. T. Liu*, Trans. Amer. Math. Soc., vol, 130 (1968). [6] *А. А. Иванов*, Записки научных семинаров ЛОМИ, Исследования по топологии, т. 36 (1973). [7] *С. Г. Овсепян*, УМН, т. 34, №6 (1979).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LXXII 1981 1

УДК 514.752.43

МАТЕМАТИКА

В. А. Мирзоян

Подмногообразия с коммутирующим нормальным векторным полем

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР А. А. Талаляном 4/IX 1980)

В настоящей работе для m-мерного подмногообразия M_m n-мерного пространства постоянной кривизны $M_n(c)$ (c—кривизна пространства) вводится понятие коммутирующего нормального векторного поля и изучается локальное строение таких подмногообразий. Этот класс подмногообразий включает в себя класс подмногообразий с параллельным нормальным векторным полем, который рассматривался в работе [1]. В частности, подмногообразия с коммутирующим нормальным векторным полем несут ортогональную сопряженную систему подмногообразий или ортогональную сопряженную сеть и обладают рядом интересных общих свойств. Подмногообразия, несущие ортогональную сопряженную систему или ортогональную сопряженную сеть, рассматривались в работах [2–6] (см. также обзор [7]).

Пусть M_m является m-мерным подмногообразием n-мерного пространства постоянной кривизны $M_n(c)$. Касательное и нормальное расслоения подмногообразия M_m мы будем обозначать, соответственно, через $T(M_m)$ и $N(M_m)$. В этих расслоениях риманова связность объемлющего пространства индуцирует естественные связности: в $T(M_m)$—связность Леви-Чивита ∇ индуцированной римановой метрики на M_m, а в $N(M_m)$—некоторую метрическую связность $\nabla^\perp$, называемую нормальной связностью подмногообразия M_m. Обозначим через $\mathfrak{X}(M_m)$ алгебру Ли касательных к M_m векторных полей, а через $\mathfrak{X}^\perp(M_m)$— модуль векторных полей, нормальных к M_m. Для любого $\xi \in \mathfrak{X}^\perp(M_m)$ через A_ξ будем обозначать второй фундаментальный тензор подмногообразия M_m, соответствующий полю ξ. В дальнейшем всюду пользуемся следующим обозначением: $[A_\xi, A_\eta] = A_\xi A_\eta - A_\eta A_\xi \; \forall \xi, \eta \in \mathfrak{X}^\perp(M_m)$. За всеми остальными сведениями отсылаем к монографии [8].

Во всех исследованиях, посвященных изучению строения подмногообразия M_m с параллельным нормальным векторным полем ξ, тем или иным способом доказывается инволютивность распределений

$$T^{\lambda_u}: x\in M_m \to T^{\lambda_u}_x = \{X\in T_x(M_m);\ A_\xi(X)=\lambda_u X\},$$

где λ_u, $u=1,\ldots,t$, являются собственными значениями тензора A_ξ в точке $x\in M_m$ (в той области на M_m, в которой кратности этих собственных значений постоянны). Следующая теорема, не требуя параллельности ξ, дает необходимое и достаточное условие инволютивности указанных распределений.

Теорема 1. *Пусть M_m является подмногообразием пространства постоянной кривизны $M_n(c)$ и пусть $\xi\in X^\perp(M_m)$ — некоторое нормальное векторное поле. Для того, чтобы распределение*

$$T^\lambda: x\in M_m \to T^\lambda_x = \{Z\in T_x(M_m);\quad A_\xi(Z)=\lambda Z\},$$

где λ — некоторое собственное значение тензора A_ξ, было инволютивным, необходимо и достаточно, чтобы $\forall X,\ Y\in X(M_m)$ таких, что $X_x, Y_x\in T^\lambda_x$, выполнялось равенство

$$X(\lambda)Y - Y(\lambda)X + A_{\nabla^\perp_Y\xi}(X) - A_{\nabla^\perp_X\xi}(Y) = 0. \qquad (1)$$

Следующая теорема указывает некоторый частный случай, когда равенство (1) выполняется.

Теорема 2. *Пусть выполняются предположения теоремы 1 и пусть $[A_\xi, A_{\nabla^\perp_Y\xi}] = 0\ \forall Y\in X(M_m)$. Тогда распределения*

$$T^{\lambda_u}: x\in M_m \to T^{\lambda_u}_x = \{X\in T_x(M_m); A_\xi(X)=\lambda_u X\},$$

где λ_u, $u=1,\ldots,t$, являются собственными значениями тензора A_ξ, инволютивны, а соответствующие им интегральные многообразия M^{λ_u} образуют на M_m ортогональную систему.

Пусть M_m является подмногообразием пространства постоянной кривизны $M_n(c)$.

Определение. Нормальное векторное поле $\xi\in X^\perp(M_m)$ будем называть коммутирующим, если $[A_\xi, A_\eta]=0\ \forall\eta\in X^\perp(M_m)$.

Следующие леммы доказывают существование коммутирующих нормальных векторных полей.

Лемма 1. *Всякое параллельное нормальное векторное поле ξ является коммутирующим.*

Лемма 2. *Если нормальная связность подмногообразия M_m плоская, то каждое нормальное векторное поле ξ является коммутирующим.*

Лемма 3. *Если подмногообразие M_m является омбилическим относительно нормального поля $\xi\in X^\perp(M_m)$, то ξ — коммутирующее нормальное векторное поле.*

Подмногообразие с коммутирующим нормальным векторным полем описывает следующая

Теорема 3. *Пусть M_m является подмногообразием с коммутирующим нормальным векторным полем ξ в пространстве пос-*

тонной кривизны $M_n(c)$ и пусть A_ξ — второй фундаментальный тензор поля ξ.

Тогда

(а) *распределения*

$$T^{\lambda_u}: \ x \in M_m \to T^{\lambda_u}_x = \{X \in T_x(M_m);\ A_\xi(X) = \lambda_u X\},$$

где λ_u, $u = 1, \ldots, t$, являются собственными значениями тензора A_ξ, инволютивны, а их интегральные многообразия M^{λ_u} образуют на M_m ортогональную сопряженную систему;

(б) *каждое M^{λ_u}, при $\dim M^{\lambda_u} > 1$, является омбилическим относительно ξ. При этом ξ, как нормальное векторное поле на M^{λ_u}, является коммутирующим для M^{λ_u};*

(в) *если тензор A_ξ имеет t попарно различных собственных значений, то нормальная связность подмногообразия M_m будет плоской; при $n = m + 2$ нормальная связность всегда плоская.*

Подмногообразие с коммутирующим нормальным векторным полем можно описать более детально, если накладывать другие дополнительные условия. Верны следующие теоремы.

Теорема 4. *Пусть выполняются условия теоремы* 3 *и пуст M^{λ_u} — некоторое интегральное многообразие, определенное по этой теореме* ($\dim M^{\lambda_u} > 1$). *Если ограничение $A_\xi|_{M^{\lambda_u}}$ тензора A_ξ на M^{λ_u} ковариантно постоянно, то M^{λ_u} является вполне геодезическим в M_m.*

Теорема 5. *Пусть выполняются условия теоремы* 3 *и пусть тензор A_ξ является ковариантно постоянным. Тогда* (а) *распределения T^{λ_u}, определенные в теореме* 3, *параллельны, а их интегральные многообразия M^{λ_u} являются вполне геодезическими в M_m;* (б) *тензор $A_{\nabla^\perp_X \xi}$ имеет собственные значения $X(\lambda_u) \forall X \in \mathfrak{X}(M_m)$. Если объемлющее пространство является евклидовым, то $M_m = M^{\lambda_1} \times \ldots \times M^{\lambda_t}$. Если векторное поле ξ является параллельным, то все λ_u постоянны.*

Теорема 6. *Пусть выполняются условия теоремы* 3 *и пусть $[A_{\nabla^\perp_X \xi}, A_{\nabla^\perp_Y \xi}] = 0 \ \forall X, Y \in \mathfrak{X}(M_m)$. Тогда каждое интегральное многообразие $M^{\lambda_u}(\dim M^{\lambda_u} > 1)$, как подмногообразие в M_m, имеет плоскую нормальную связность.*

Теорема 7. *Пусть выполняются условия теоремы* 3 *и пусть M_m является омбилическим относительно $\nabla^\perp_X \xi \ \forall X \in \mathfrak{X}(M_m)$. Тогда каждое интегральное многообразие $M^{\lambda_u}(\dim M^{\lambda_u} > 1)$ является вполне омбилическим подмногообразием с плоской нормальной связностью в M_m.*

Теорема 8. *Пусть выполняются условия теоремы* 3 *и пусть $A_{\nabla^\perp_Y \xi} = 0 \ \forall Y \in \mathfrak{X}(M_m)$. Тогда* (а) *каждое интегральное многообразие M^{λ_u}, $\dim M^{\lambda_u} > 1$, как подмногообразие в M_m, является вполне омбилическим и имеет плоскую нормальную связность;*

(б) *λ_u постоянно на M^{λ_u} при $\dim M^{\lambda_u} > 1$;*

(в) *если* $\lambda_u = \text{const}$, *то* M^{λ_u} *является вполне геодезическим в* M_m *подмногообразием;*

(г) *если* A_ξ *имеет только два постоянных значения* λ_1, λ_2, *то распределения* T^{λ_1}, T^{λ_2} *будут параллельными.*

Выражаю искреннюю благодарность Ю. Г. Лумисте за обсуждение результатов настоящей работы и ценные замечания.

Армянский государственный
педагогический институт
им. Х. Абовяна.

Վ. Ա. ՄԻՐՉՈՅԱՆ

Կոմուտացվող նորմալ վեկտորական դաշտով ենթաբազմություններ

Դիցուք M_m-ն հանդիսանում է m-չափանի ենթաբազմության n-չափանի $M_n(c)$ հաստատուն կորության տարածության մեջ, ξ-ինչ-որ նորմալ վեկտորական դաշտ է և A_ξ այդ վեկտորական դաշտին համապատասխանող երկրորդ ֆունդամենտալ տենզորը։ Ներկա աշխատանքում գտնվում են անհրաժեշտ և բավարար պայմաններ հետևյալ բաշխումների լիովին ինտեգրելիության համար*

$$T^{\lambda_u}: \; x \in M_m \to T^{\lambda_u}_x = \{X \in T_x(M_m); \; A_\xi(X) = \lambda_u X\},$$

որտեղ λ_u, $u = 1, \ldots, t$, *հանդիսանում են* A_ξ *տենզորի սեփական արժեքները։* M_m *ենթաբազմաձևության համար ներմուծվում է կոմուտացվող նորմալ վեկտորական դաշտի գաղափարը և ապացուցվում է, որ եթե* ξ *նորմալ վեկտորական դաշտը հանդիսանում է կոմուտացվող, ապա* T^{λ_u} *բաշխումները լիովին ինտեգրելի են և նրանց ինտեգրալ բազմաձևությունները* M_m *ենթաբազմաձևության վրա կազմում են ուղղանկյուն համալուծ սիստեմ։ Դիտարկված են տարբեր դեպքեր։*

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Ю. Г. Лумисте, А. В. Чакмазян,* Изв. вузов. Математика, т. 5, 148—157 (1974). [2] *М. А. Акивис,* ДАН СССР, т. 6, 1247—1249 (1963). [3] *М. А. Акивис,* Изв. вузов. Математика, т. 10, 3—11 (1970). [4] *В. Т. Базылев,* Итоги науки. Геометрия 1963. ВИНИТИ АН СССР, 138—164, 1965. [5] *В. Т. Базылев,* Итоги науки и техники. Проблемы геометрии, т. 7, 105—116 (1975). [6] *В. В. Рыжков,* ТММ о-ва, т. 7, 179—226, 1958. [7] *Ю. Г. Лумисте,* Алгебра. Топология. Геометрия. (Итоги науки. ВИНИТИ АН СССР), т. 13, 273—340 (1975) [8] *Chen B.-Y.,* Geometry of submanifolds. New York. Marcel Dekker, 1973.

ՀՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ...
ԱԿԱԴԵՄԻԱ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LXXII 1981 1

УДК 539.375

МЕХАНИКА

О. Б. Агаларян, С. А. Назаров

Об изменении коэффициентов интенсивности при запайке продольной трещины в призматическом стержне

(Представлено академиком АН Армянской ССР Н. Х. Арутюняном 5/VI 1980)

Исследование напряженно-деформированного состояния скручиваемого призматического стержня, в котором конец трещины приближается к поверхности, представляет практический интерес для расчетов прочности. Ясно, что выходу трещины на поверхность могут соответствовать существенные изменения в работе стержня. В этой статье асимптотически изучается влияние расстояния конца трещины от края на наиболее важные характеристики—коэффициенты интенсивности.

1. Постановка задачи. Рассмотрим призматический стержень Q_h с сечением Ω_h. Область Ω_h задается равенством $\Omega_h = \Omega \setminus N_h$, где Ω—ограниченная область в R^2 с гладкой (класса C^2) границей $\partial\Omega$, содержащая отрезок $N_h = \{(x, y) \in R^2 : y = 0,\ x \in [h, 1]\}$ при $h > 0$; точка O, начало координат, принадлежит ∂G, касательная к ∂G в точке O совпадает с осью Oy. Кручение стержня Q_h осуществляется внешней нагрузкой τ_{xy}, приложенной к боковой поверхности, а также крутящим моментом M, заданным на торцах стержня. Математически задача формулируется следующим образом: найти функцию u^h (смещение в направлении оси цилиндра Q_h), которая удовлетворяет краевой задаче ([1]).

$$\Delta u^h(x, y) = 0, \qquad (x, y) \in \Omega_h,$$
$$(\partial u^h/\partial n)(x, y) = g(x, y), \qquad (x, y) \in \partial\Omega_h, \tag{1}$$

где n—внешняя нормаль, $g \in C(\partial\Omega_0)$, $g = \omega^{-1}\tau_{xy}^0 + \mu(y\cos(n, x) - x\cos(n, y))$, ω—угол скручивания.

Как известно, для разрешимости задачи (1) необходимо:

$$\int_{\partial\Omega_h} g(x, y)\, ds = 0;$$

это условие будет считаться выполненным при любом $h \in (0, 1/2)$. Под решением задачи (1) понимаем функцию $u^h \in W^1(\Omega_h)$, нормированную условием: $u^h((1, 0)) = 0$.

2. Асимптотика. В этом разделе при помощи алгоритма (2) конструируется асимптотика решения u^h при $h \to 0$. В качестве основного приближения берется решение задачи

$$\Delta u^0(x, y) = 0, \quad (x, y) \in \Omega_0,$$

$$(\partial u^0/\partial n)(x, y) = g(x, y), \quad (x, y) \in \partial\Omega_0; \quad u^0((1, 0)) = 0. \tag{2}$$

Функция u^0, вообще говоря, не принадлежит пространству $C(\bar{\Omega}_h)$. Поэтому вблизи точки O асимптотику необходимо искать при помощи решения другой задачи. Обозначим через (n, s) систему локальных координат вблизи точки O (n — нормальная к $\partial\Omega$, s — касательная составляющие). Сделаем замену $(n, s) \to (\xi, \eta) = h^{-1}(n, s)$. Так как граница $\partial\Omega$ гладкая, то главная (по h) часть оператора Δ_{xy}, записанного в координатах (ξ, η), совпадает с оператором $h^{-2}\Delta_{\xi\eta}$. После указанной замены и перехода к $h = 0$ область Ω_h преобразуется в область $\Pi = \{(\xi, \eta): \xi > 0\} \setminus \{(\xi, \eta): \eta = 0, \xi \geq 1\}$. Рассмотрим краевую задачу

$$\Delta\Gamma(\xi, \eta) = 0, \ (\xi, \eta) \in \Pi; \ (\partial\Gamma/\partial n)(\xi, \eta) = 0, \ (\xi, \eta) \in \partial\Pi.$$

Решением этой задачи из класса $W^1_{2,\mathrm{loc}}(\Pi)$, растущим на бесконечности не быстрее степени $\rho^{1/2}$ ($\rho > 0$, $\rho^2 = \xi^2 + \eta^2$) является функция

$$a\Gamma + b,$$

где a, b — произвольные постоянные,

$$\Gamma(\xi, \eta) = \log\left\{\left(\sqrt{\frac{(\xi+1)^2+\eta^2}{4}} - \frac{\eta}{\sqrt{(\xi+1)^2+\eta^2}\sqrt{1-\rho^2+\sqrt{(1-\rho^2)^2+4\eta^2}}}\right)^2 - \right.$$

$$\left. - \frac{1-\rho^2+\sqrt{(1-\rho^2)^2+4\eta^2}}{4\sqrt{(\xi+1)^2+\eta^2}}\right\}. \tag{3}$$

Для функции Γ справедливы асимптотические формулы

$$\Gamma(\xi, \eta) = \log\rho + \log 2 + O(\rho^{-1}), \ \rho \to \infty, \ \eta > 0,$$

$$\Gamma(\xi, \eta) = -\log\rho - \log 2 + O(\rho^{-1}), \ \rho \to \infty, \ \eta < 0.$$

Вернемся к рассмотрению задачи (2). Обозначим через G функцию Грина для задачи Неймана в области $\Omega = \Omega_0$; полюсы этой функции расположены в точках $(0, +0)$ и $(0, -0)$; $G((1, 0)) = 0$ (см. (3)). Для G справедлива асимптотическая формула

$$G(x, y) = \log r + G_+ + O(r), \quad r \to 0, \ y > 0,$$

$$G(x, y) = -\log r + G_- + O(r), \quad r \to 0, \ y < 0. \tag{4}$$

Здесь $r^2 = x^2 + y^2$, $G_\pm$ — константы.

Следуя (⁶), асимптотику функции u^h вне $\sqrt{h}$-окрестности точки O ищем в виде

$$u^h(x, y) \sim u^0(x, y) + AG(x, y). \tag{5}$$

а в $\sqrt{h}$-окрестности — в виде

$$u^h(x, y) \sim A\Gamma(h^{-1}x, h^{-1}s) + B, \tag{6}$$

где A и B — постоянные, подлежащие определению. Найдем эти постоянные из условия совпадения асимптотики прямых частей соотношений (5) и (6) в зоне $r \sim \sqrt{h}$. Получим систему

$$u^0_- + A(G_- - \log(h/2)) - B = 1,$$

$$u^0_+ + A(G_+ - \log(h/2)) - B = 0, \tag{7}$$

где $u^0_\pm = u^0(0, \pm 0)$. Решение системы (7) имеет вид

$$A = (u^0_- - u^0_+)(2\log h + G_+ - G_- - \log 4)^{-1}$$

$$B = [u^0_- G_+ + u^0_+ (G_- - \log(h/2))](2\log h + G_+ - G_- - \log 4)^{-1}. \tag{8}$$

Окончательно имеем

$$u^h(x, y) = (u^0(x, y) + AG(x, y))\chi\left(\frac{r}{h}\right) + (A\Gamma(h^{-1}x, h^{-1}s) + B) \times$$

$$\times(1 - \chi(r)) - (B + A\log(2r/h))\chi(r/h)(1 - \chi(r)) + O(h), \tag{9}$$

где χ — функция из $C^\infty(R^1)$, $\chi(t) = 1$ при $t > 1/2$, $\chi(t) = 0$ при $t < 1/4$. Оценка разности решения u^h и построенного асимптотического представления следует из (²). Отметим, что постоянные A и B из (8) суть рациональные функции $\log h$. Разложения такого типа возникали в работах (²·⁴·⁵).

Следствием представления (9) являются асимптотические формулы для коэффициентов интенсивности:

$$K_A = K_0 + AK_G + O(h),$$

$$K_0 = h^{-1/2}AK_1 + O(h^{1/2}), \tag{10}$$

где K_A, K_0 и K_G — коэффициенты при выражении $R^{1/2}\cos(\varphi/2)$ в асимптотике ($R \to 0$) функций u^0, u^A и G; (R, φ) — система полярных координат с центром $(1, 0)$; K_A и K_1 — аналогичные коэффициенты у функций u^h и Γ в точках $(A, 0)$ и $(1, 0)$ соответственно. Из формулы (3) вытекает, что

$$K_\Gamma = 1.$$

3°. Пример. Пусть область Ω является единичным кругом $\{(x, y): (x-1)^2 + y^2 < 1\}$. В этом случае функция G находится явно:

$$G(x, y) = \log \left| \left(1 - \frac{y}{\sqrt{2(x-1+\sqrt{(1-x)^2+y^2})}} \right)^2 \frac{x-1+\sqrt{(1-x)^2+y^2}}{2} \right| - \log r.$$

Имеем: $G_+ = -G_- = -2\log 2$, $K_G = 1/\sqrt{2}$. Так как

$$T(g) = u_+^2 - u_-^2 = \frac{2}{\pi} \int_{S_\Omega} g(x, y) G(x, y)\, ds$$

(см., например, [3] и [4]), то формулы (9) принимают вид:

$$K_h = K_G - T(g)(\sqrt{8}\log(h/8))^{-1} + O(h),$$

$$K_h = -h^{-1/2} T(g)(2\log(h/8))^{-1} + O(h^{1/2}).$$

Авторы благодарны Н. Ф. Морозову за постановку задачи и полезные обсуждения.

Институт механики
Академии наук Армянской ССР
Ленинградский государственный
университет

Ս. Ա. ՄԻՔԱՅԵԼՅԱՆ, Ն. Ե. ՄՈՒՐԱԴՅԱՆ

Պրոյեկցիոն տրիգոնոմետրիկ ձևերով հավասարումների մոտավոր լուծման մասին մի մեթոդի մասին

Ցույց է տրվում պրոյեկցիոն տրիգոնոմետրիկ ձևերով հավասարումների համար Ռիցի տիպի մեթոդի զուգամիտությունը։ Ապացուցվում է նաև այդ մեթոդի մոտավորության կարգի գնահատականը։ Բերվում են նաև թվային օրինակներ։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Н. Х. Арутюнян, Б. А. Абрамян.* Кручение упругих тел. М., Физматгиз, 1963. [2] *В. Г. Мазья, С. А. Назаров, Б. А. Плamеневский,* ДАН СССР т. 249, № 1 (1979). [3] *Л. В. Канторович, В. И. Крылов.* Приближенные методы высшего анализа. Гостехиздат. М.—Л., 1950. [4] *Н. Н. Лебедев, И. П. Скальская.* Техническая физика, т. 43, вып. 1 (1973). [5] *А. М. Вишик,* Матем. сб., т. 103, № 2 (1977). [6] *В. Г. Мазья, Б. А. Плamеневский,* Mathematische Nachrichten, Bd. 76 (1977).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LXXII 1981 1

УДК 537.3125

ФИЗИКА

Член-корреспондент АН Армянской ССР Г. М. Авакьянц,
С. А. Тарумян

О действии электронов с энергией до 100 кэв на полупроводниковые структуры

(Представлено 10/VI 1980)

Как было показано нами ранее ([1]), те причины, которые приводят к N-образности ВАХ для коротких диодов, в случае длинных диодов обуславливают сублинейную ВАХ. Одной из особенностей таких ВАХ является то, что формулы для ВАХ явно содержат величину E_a — напряженность электрического поля на тыловом контакте. Это отличает такую зависимость, скажем, от обычных формул для длинных диодов с суперлинейной ВАХ ([2]). В формулы для ВАХ здесь поле E_a в первом приближении не входит.

Нами были выполнены эксперименты по действию электронов средних энергий (до 20 *кэв*) на полупроводниковые длинные диоды из кремния, компенсированного цинком. В большинстве случаев у наших диодов (с S—ВАХ) до срыва наблюдалась сублинейная ВАХ. У всех диодов с сублинейной ВАХ было отмечено, что облучение электронами области базы диода у тылового контакта, во-первых, приводит к увеличению тока при прежнем напряжении на диоде до срыва. Во-вторых, ВАХ под действием пучка электронов становится менее сублинейной (кривая выпрямляется) (рис. 1). Нам представляется, что предложенная нами теория сублинейности для длинных диодов ([1]) вполне объясняет все эти экспериментальные данные. При действии пучка электронов в базе диода появляются электронно-дырочные пары. Под действием электрического поля в базе эти пары протаскиваются к тыловому контакту (база у диодов была п-типа, а диод был смещен в прямом направлении). Благодаря этому сопротивление диода у тылового контакта снижается, и, следовательно, напряженность электрического поля уменьшается. Приведем в качестве примера из ([1]) формулу (16) для диода с сублинейной ВАХ

$$V = \frac{AJ^{\nu}E_d^{2-\nu}}{(2-\nu)u_n^{\nu}}, \qquad (1)$$

где $1<\nu<2$, A — постоянная, u_n — подвижность электронов. Отметим, что сублинейность здесь возникает при любой зависимости E_d от тока,

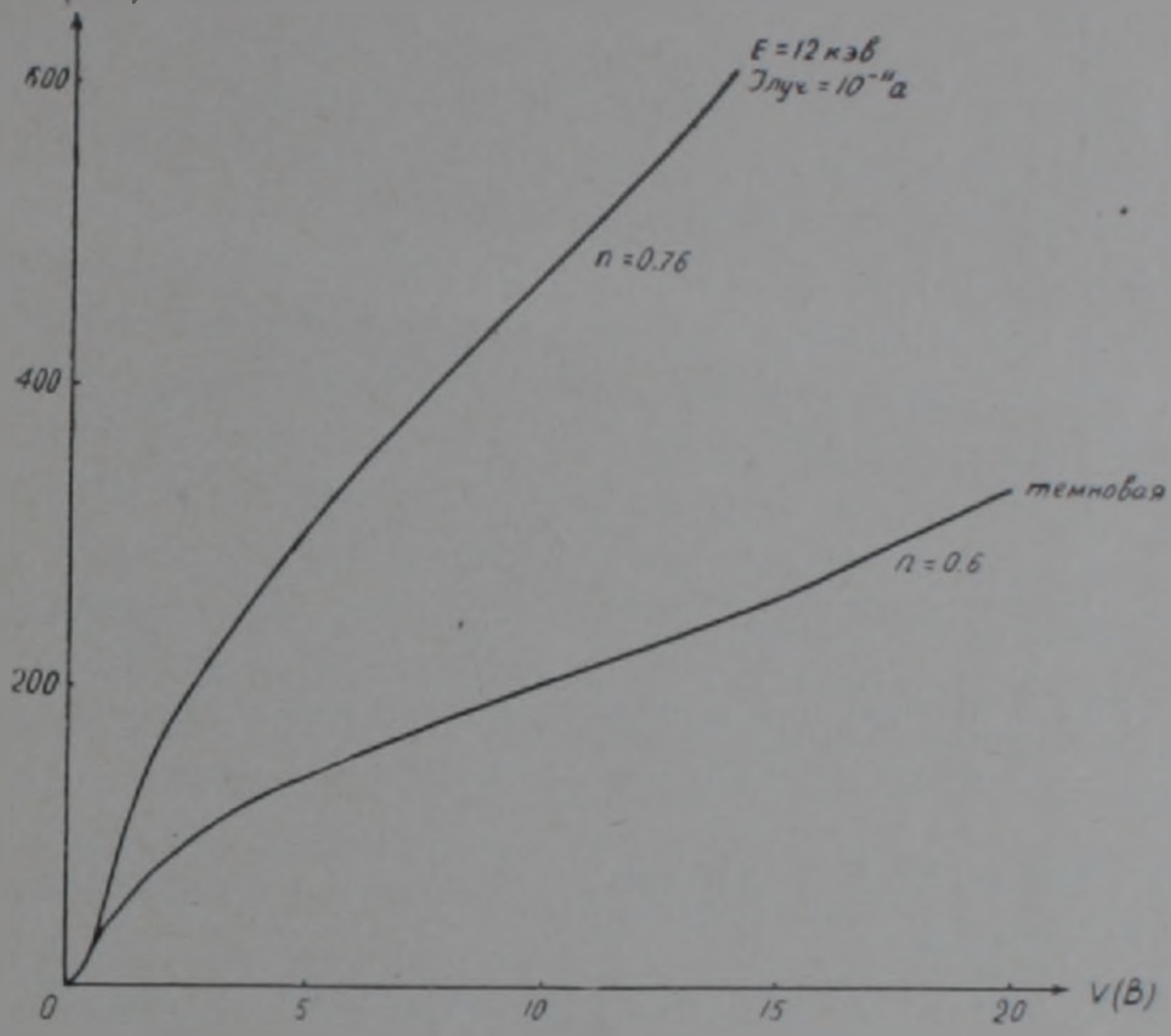

Рис. 1. ВАХ диодов с примесью цинка (темновая и под действием пучка электронов)

если только поле E_d растет с током. Из формулы (1) видно, что при уменьшении E_d уменьшается и V. Это значит, что прежним напряжениям будут теперь соответствовать большие токи. В (1) положение максимума E не вошло. Стало быть, если максимальное поле E_d находится не только на контакте, но и вблизи него и ВАХ практически снова определяется формулой (1), то и в этом случае мы можем сослаться на приведенную теорию при объяснении наблюдаемых свойств длинных диодов. Заметим, что на эксперименте максимальное поле E_d находилось на некотором удалении от тылового контакта (рис. 2). В [1] имеется также следующая формула для ВАХ сублинейного диода:

$$V = \frac{(AJ^{\nu})^{\frac{1}{\nu-1}} d^{\frac{\nu-2}{\nu-1}}}{[u_n^{\nu}(\nu-1)]^{\frac{1}{\nu-1}}}, \qquad (2)$$

причем $\nu>2$. Сюда поле E_d уже не входит, но d есть положение максимума поля. Не трудно видеть, что вследствие протаскивания носителей тока к тыловому контакту максимум поля будет смещать-

ся к инжектирующему контакту, а следовательно, координата максимума поля d при прежнем токе должна уменьшаться. Согласно (2)

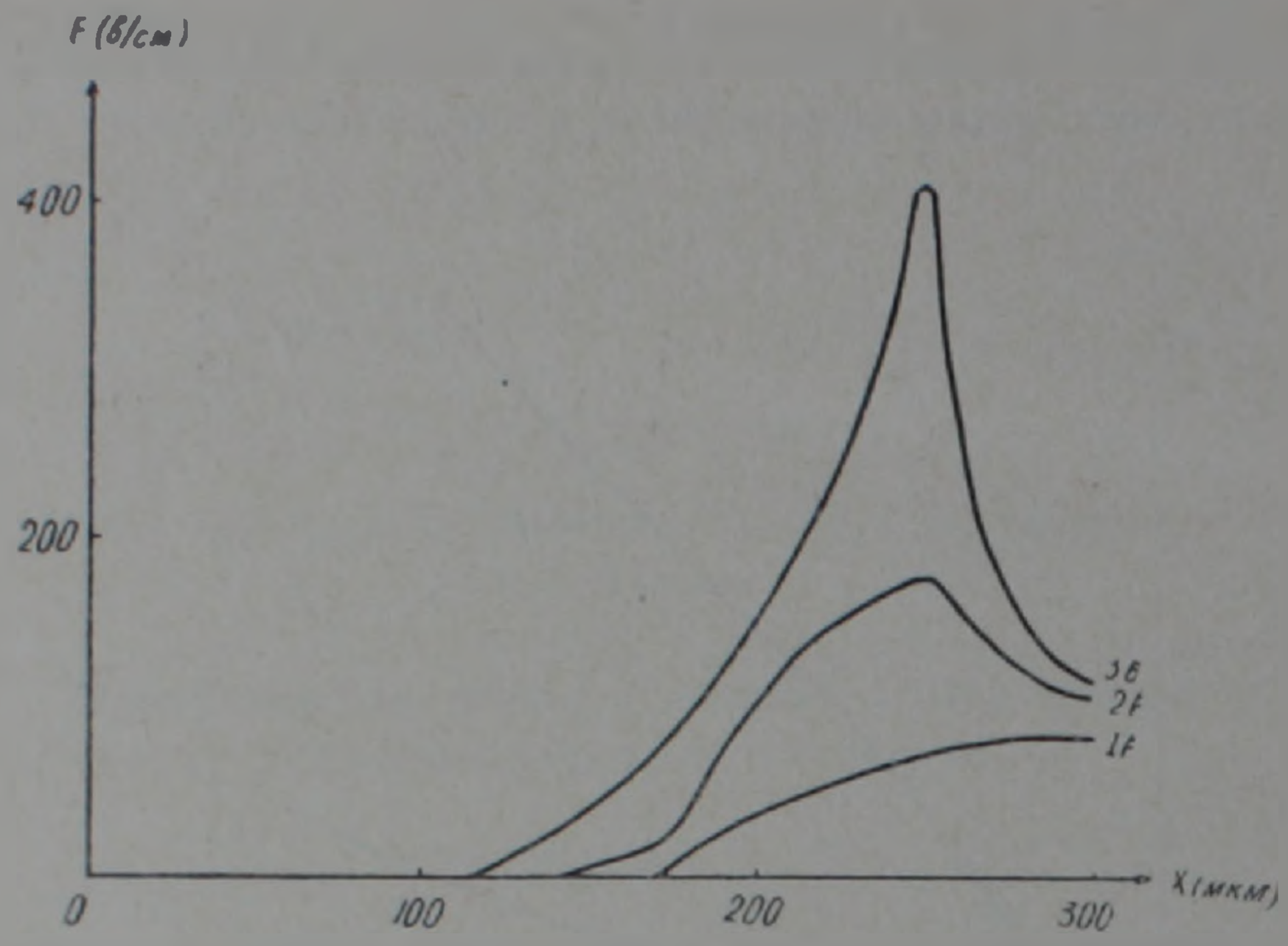

Рис. 2. Зависимость напряженности электрического поля от длины базы при разных смещениях на диоде

это вновь приведет к снижению V, т. е. к увеличению тока при прежнем напряжении.

Конечно, при облучении может меняться не только E_d или d, но и параметр ν. Но это лишь увеличивает число вариантов теории, которые способны объяснить наблюдаемые нами экспериментальные закономерности. Важно, что это можно сделать уже при самых простых и естественных предположениях.

Что касается того факта, что при облучении электронами ВАХ становится менее сублинейной, то из формулы (14) в ([1])

$$V = \frac{E_d(\nu-1)}{a(\nu-2)}\left[(1+ad)^{\frac{\nu-2}{\nu+1}}-1\right], \qquad (3)$$

где $\nu \geqslant 1$, $a = E_d^{\nu-1}u_n^{\nu}(\nu-1)/AJ^{\nu}$, видно, что при $ad \gg 1$, скажем, до облучения, имеет место явная сублинейность, тогда как если $ad \ll 1$, (во время облучения ad уменьшается при том же токе и том же ν), V зависит лишь от E_d и при слабой зависимости E_d и d от тока возникнет „вертикаль" на ВАХ, т. е. сублинейность полностью исчезнет. Возможны и другие аналогичные объяснения. Таким образом, предложенная в ([1]) теория способна объяснить как высокую чувствительность исследованных нами длинных диодов к действию пучка электронов в области тылового контакта, так и увеличение во время облучения тока, при прежнем напряжении, а также и исчезновение сублинейности.

Теория в ([1]) предсказывает концентрацию поля вблизи тылового контакта, т. е. поле распределено резко асимметрично—велико вблизи

тылового контакта и очень мало около инжектирующего контакта. На рис. 2 показана экспериментальная кривая распределения поля E по базе диодов из кремния с примесью цинка. Наличие максимума на кривой есть следствие двойной инжекции. В предложенной нами в ([1]) теории в первом приближении учет инжекции с тылового контакта не принес бы каких-либо новых качественных результатов, необходимых для объяснения экспериментальных данных, хотя он необходим для конкретного расчета d_{max} или $E_{d_{max}}$.

Ранее ([3–5]) нами было исследовано влияние электронов средних (до 20 *кэв*) энергий на свойства диодов из кремния, компенсированного цинком. С целью выяснения возможностей применения указанных диодов как датчиков электронного потока в электронных микроскопах и электронографах эти исследования были продолжены вплоть до энергий 100 *кэв* с достаточно длинным временем облучения. Измерения показали, что наибольшая чувствительная область в базе диодов к воздействию электронного пучка, при прямом направлении протекания тока (см. ([4])), с увеличением энергии электронов расширяется в сторону p-n перехода, и при E=100 *кэв* это увеличение составляет порядка 50% от первоначальной величины. С увеличением потока электронов напряжение срыва падает, а ток срыва $I_{ср}$ увеличивается сублинейно и стремится к насыщению. Как и следовало ожидать, ОС на ВАХ диодов в этом случае исчезает при достаточно низких токах пучка. При энергии электронов 40 *кэв* сублинейному участку в зависимости $I_{ср}$ от тока падающих электронов предшествует суперлинейная зависимость. Последнее имело место при ранее проведенных измерениях с энергией электронов до 20 *кэв*.

В работе ([4]) предполагалось, что коэффициент усиления K вышеуказанных диодов должен увеличиваться с дальнейшим увеличением энергии падающих электронов. Действительно, измерения показывают,

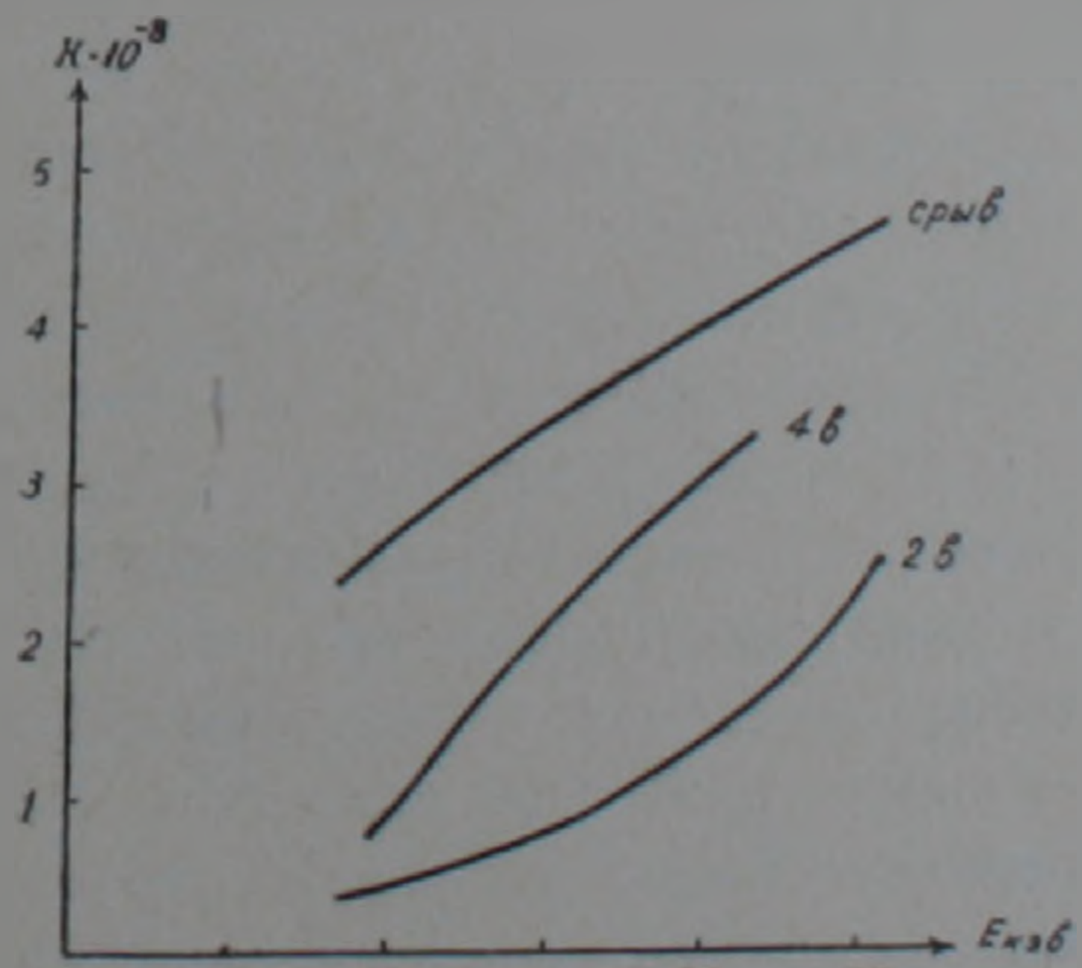

Рис. 3. Зависимость коэффициента усиления от энергии падающих электронов при разных постоянных смещениях на диоде

что при энергии 100 *кэв* максимальная величина K достигает значения $4{,}5 \cdot 10^8$. Из рис. 3 видно, что с увеличением смещения на диоде суперлинейная зависимость K от E электронов, имеющая место и при энергиях меньше 20 *кэв* ([4]), сменяется на сублинейную. Вышеуказанные диоды под действием электронов исследовались также при обратном смещении на *p-n* переходе. Как и следовало ожидать, наиболее чувствительной областью в этом случае в базе диода является окрестность *p-n* перехода. Суперлинейная темновая ВАХ под действием пучка электронов переходит на сублинейную. Причем чем больше ток или выше энергия электронов, тем сильнее выражается сублинейность. С увеличением энергии или тока пучка при данном постоянном смещении на диоде обратный ток через него стремится к насыщению. Такая же закономерность была выявлена при исследованиях с энергией электронов меньше 20 *кэв* ([4]).Сублинейный характер зависимости коэффициента усиления от энергии электронов выражен настолько сильно, что кривая практически переходит на насыщение уже при энергиях $60 \div 80$ *кэв*. Измерения показали, что максимальное значение K при обратном смещении (35 *в*) на диоде равно $5 \cdot 10^6$. Приведенное в ([4]) объяснение полученных больших значений K при обратном смещении на *p-n* переходе вполне применимо и к этому случаю. Оно, как известно, основывается на наличии утечки в *p-n* переходе. Следует указать также, что длительное облучение образцов (несколько часов) электронами с энергией 100 *кэв* не привело к возникновению необратимых изменений темновой ВАХ.

Были изготовлены и исследованы под действием электронов средних (до 20 *кэв*) энергий как объемные, так и поверхностные симметричные структуры из кремния, компенсированного цинком с базами *n*-типа. Параметры материала до и после компенсации приведены в ([6]). *p*-области диодов изготавливались напылением алюминия с последующим отжигом. Некоторые из полученных образцов имели S-образную ВАХ с $V_{ср} > 150$ *в*. Большинство же диодов не имели S-характеристики. Во время исследований свойств диодов при действии электронного пучка указанных энергий были выявлены инерционные явления, не имевшие места в $p^+—n—n^+$ объемных структурах. Измерения показали, что под действием потока элетронов постоянной мощности величина изменения тока через некоторые объемно-симметричные структуры сильно зависела от времени облучения (несколько минут). Подобное явление не было обнаружено при нагревании образцов до $60 \div 70°C$. После отклонения потока электронов ВАХ диодов возвращаются в исходное состояние за $30 \div 60$ *мин*. Этим свойством обладали все изготовленные поверхностно-симметричные структуры. Поэтому на них и не удалось провести количественных измерений. Как и следовало ожидать, чувствительная область в симметричных структурах находилась в окрестности обратносмещенного *p-n* перехода. Количественные измерения, проведенные на объемно-симметричных структурах, имевших не зависящие от времени облучения ВАХ, под влиянием электронов с энергией до 20 *кэв* показали, что максимальное значение коэф-

фициента усиления примерно равно 10^6 для обоих направлений протекания тока.

Исследовалось также влияние электронов с энергией $40 \div 100$ *кэв* на свойства диодов из кремния с примесью никеля. При этих измерениях не было получено качественно новых закономерностей, отличных от ранее обнаруженных на диодах из кремния с примесью цинка. Максимальная величина K исследованной партии диодов при 100 *кэв* составила 10^7. Качественные оценки показывают, что приведенное значение K для одной партии образцов не является предельно максимальным для этих диодов вообще. Намечается в ближайшем будущем провести подробные исследования кремниевых диодов с примесью никеля под действием электронов средних энергий.

Авторы выражают благодарность С. В. Минасяну за предоставление диодов с примесью никеля.

Институт радиофизики и электроники
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ Գ. Մ. ԱՎԱԳՅԱՆՑ, Ս. Ա. ԹԱՐՈՒՄՅԱՆ

Մինչև 100 կէվ էներգիայով էլեկտրոնների կիսահաղորդիչային սարքերի վրա գործող ազդեցության վերաբերյալ

Աշխատանքում ուսումնասիրված են ցինկով կոմպենսացված սիլիցիումային p^+-n-n^+ ստրուկտուրաների հատկությունները 40—100 կէվ էներգիայով օժտված էլեկտրոնների ազդեցության տակ: Յույց է տրված, որ (1) աշխատանքում առաջարկված տեսությունը բավարար ճշտությամբ բացատրում է վերոհիշյալ ստրուկտուրաների որոշ հատկությունները միջին էներգիաներով էլեկտրոնների ազդեցության դեպքում:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Г. М. Авакьянц, С. А. Тарумян,* ДАН АрмССР, т. 69, № 3 (1979). [2] *М. А. Ламперт, П. Марк,* Инжекционные токи в твердых телах, «Мир», М., 1973. [3] *Г. М. Авакьянц, З. Н. Адамян, С. А. Тарумян,* ДАН АрмССР, т. 59, № 2 (1974). [4] *Г. М. Авакьянц, С. А. Тарумян,* ДАН АрмССР, т. 60, № 5 (1975). [5] *С. А. Тарумян,* ДАН АрмССР, т. 62, № 3 (1976). [6] *Г. М. Авакьянц, З. Н. Адамян, Р. С. Барсегян* и др., ДАН АрмССР, т 52, № 2 (1971).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LXXII 1981 1

УДК 539.1.074

ФИЗИКА

Академик АН Армянской ССР Э. Г. Мирзабекян,

Ю. А. Абрамян, Р. Г. Симонян, Н. С. Арамян

Приемники ИК-излучения с аномально высокой чувствительностью

(Представлено 15/VII 1980)

Рассмотрим полупроводниковую структуру (рис. 1), на которую падает ИК-излучение в спектральной области собственного поглощения. Приведенная структура подобна структуре полевого транзистора с p-n переходом, у которого внешний контакт к области затвора отсутствует. Примем, что $n_n \ll p_p$ и область объемного заряда p-n перехода целиком располагается в n-области. Через контакты сток-исток (канал) пропускается ток I_c, рост которого приводит к увеличению запирающего напряжения на p-n переходе и расширению объемного заряда в сторону канала (рис. 1,*б*). Генерируемые падающим ИК-излуче-

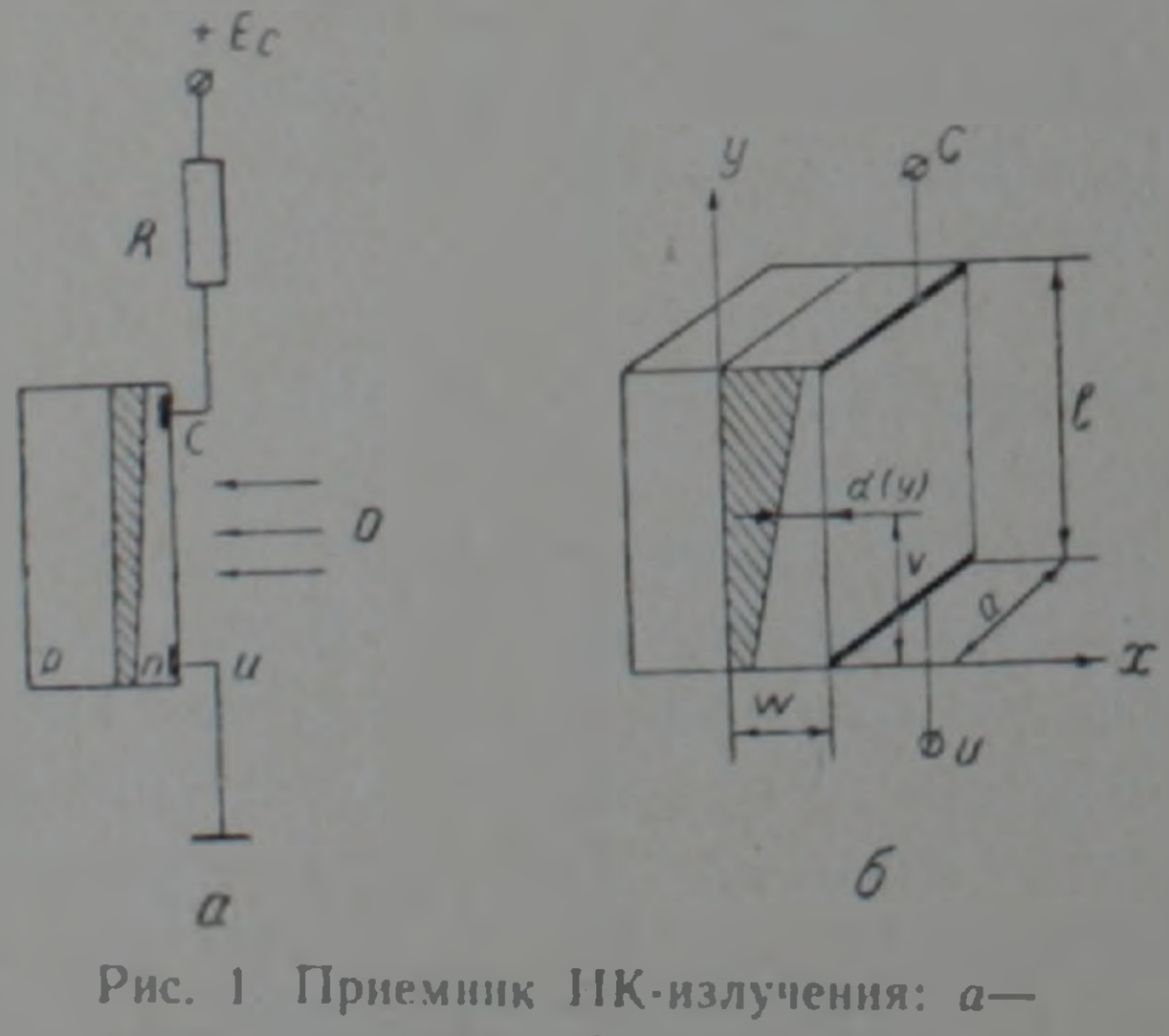

Рис. 1. Приемник ИК-излучения: *а*—схема включения; *б*—структура приемника.

нием электронно-дырочные пары разделяются p-n переходом. В нижней части структуры основные неравновесные носители (дырки) снижают высоту потенциального барьера, в результате чего начинается инжекция электронов из n-канала в дырочную область и дырок из

p-области в n-область канала. Поскольку при этом верхние части p-n перехода смещены в обратном направлении, то изменение высоты барьера в нижней части структуры соответствует изменению высоты барьера эмиттерного перехода биполярного n-p-n-транзистора. Однако из условия $n_n \ll p_p$ следует, что инжекцией электронов из n-канала в p-область можно пренебречь. При этом условии изменение высоты потенциального барьера можно представить согласно ([1]) в виде

$$\Delta\varphi \simeq \frac{kT}{e} \ln\left(\frac{I_\Phi}{I_s} + 1\right). \qquad (1)$$

Возникшее фотонапряжение Δ_φ с плюсом, приложенным к p-области, эквивалентно действию прямого напряжения, приложенного к затвору полевого транзистора, приводящему к расширению канала и соответствующему росту тока I_c на величину $\Delta I_c = \Delta\varphi \cdot \mathcal{S}$ (где $\mathcal{S}$ — крутизна характеристики полевого транзистора).

Вольт-амперную характеристику рассматриваемой структуры при освещении, исходя из расчетной схемы на рис. 1,*б*, можно представить в виде:

$$I_c = en_n\mu_n w \frac{a}{l} V_c - \frac{2}{3} e\mu_n n_n \frac{a}{l}\left(\frac{2\varepsilon\varepsilon_0}{en_n}\right)^{1/2} \cdot \left[V_c + \varphi_k - \frac{kT}{e}\ln\left(\frac{I_\Phi}{I_s}+1\right)\right]^{3/2} +$$

$$+ \frac{3}{2} e\mu_n n_n \frac{a}{l}\left(\frac{2\varepsilon\varepsilon_0}{en_n}\right)^{1/2} \cdot \left[\varphi_k - \frac{kT}{e}\ln\left(\frac{I_\Phi}{I_s}+1\right)\right]^{3/2}. \qquad (2)$$

Приведенная ВАХ соответствует темновой вольт-амперной характеристике полевого транзистора с p-n переходом ([2]), однако в качестве напряжения на затворе имеем выражение для $\Delta\varphi$.

Для проведения оценок представим в (2) выражение I_Φ в виде:

$$I_\Phi = \frac{eP\lambda}{hc} \cdot g, \qquad (3)$$

где $P(вт)$ — мощность падающего излучения, $g \leqslant 1$ — эффективность разделения пар. Взяв производную по P, получим выражение для чувствительности в виде:

$$S_I = \frac{dI_c}{dP} = e\mu_n \frac{a}{l}\left(\frac{2\varepsilon\varepsilon_0}{en_n}\right)^{1/2} \cdot \frac{kT}{e} \cdot \frac{\frac{eg\lambda}{hc}}{\left(\frac{eP\lambda}{hc}g + I_s\right)} \cdot \left\{\left[V_c + \varphi_k - \right.\right.$$

$$\left. - \frac{kT}{e}\ln\left(\frac{\frac{eP\lambda}{hc}g}{I_s}+1\right)\right]^{1/2} - \left[\varphi_k - \frac{kT}{e}\ln\left(\frac{\frac{eP\lambda}{hc}\cdot g}{I_s}+1\right)\right]^{1/2}\left.\right\}. \qquad (4)$$

Численные оценки (4) при $I_s = 10^{-9}$ a (для полевых транзисторов КП303 обратные токи $I_s = (0{,}1 \div 1)10^{-9}a$), $\lambda = 0{,}9.10^{-4}$ *см*, $V_c = 1в$ и $P = (2 \div 5)10^{-12}$ *вт* для маломощных полевых транзисторов дают значение чувствительности $S_I = 2{,}8 \cdot 10^4 a/вт$.

Соответствующие расчеты при тех же взятых параметрах, но $I_s = 10^{-10}a$ дают для чувствительности величину $S_I = 1{,}8 \cdot 10^5 a/вт$. Анализ (4) и оценки чувствительности при различных значениях P (V_c = const) показывают, что максимальная чувствительность имеет место при малых P. Расчеты проводились для значений приложенного напряжения $V_c = (1 \div 2)в$, так как в реальных маломощных полевых транзисторах при $V_c > (1 \div 2)в$ область канала перекрывается объемным зарядом и соответствующее выражение (2) следует видоизменить.

Поскольку при P=const с ростом V_c чувствительность растет, то следует ожидать, что максимальная чувствительность будет наблюдаться при значениях V_c, близких к напряжению перекрытия канала.

При включении полевых фототранзисторов в обычном режиме, когда затвор через высокоомный резистор $R_з \geqslant (10 \div 50) МОм$ заземлен, чувствительность может достигать величины от нескольких десятков до сотен ампер на люмен ([3]), что соответствует примерно $(10^2 \div 10^4)$ *а/вт*. Однако такое включение приводит, с одной стороны, к уменьшению чувствительности по сравнению со случаем отсутствия контакта к затвору, а с другой стороны,—к усилению тепловых шумов высокоомного резистора. Как результат сказанного, следует при этом ожидать значительного увеличения эквивалентной мощности шумов ($P_{экв}$). Поэтому в рассмотренной нами структуре $P_{экв}$ может оказаться достаточно малой, что представляется существенным при измерении слабых сигналов ИК-излучения.

Для проверки возможной реализации выбранной модели фотоприемника были взяты кремниевые полевые транзисторы (КП103 и КП303), выводы затвора у которых предварительно отрезались. На рис. 2 показана типичная для серии КП303 зависимость темнового то-

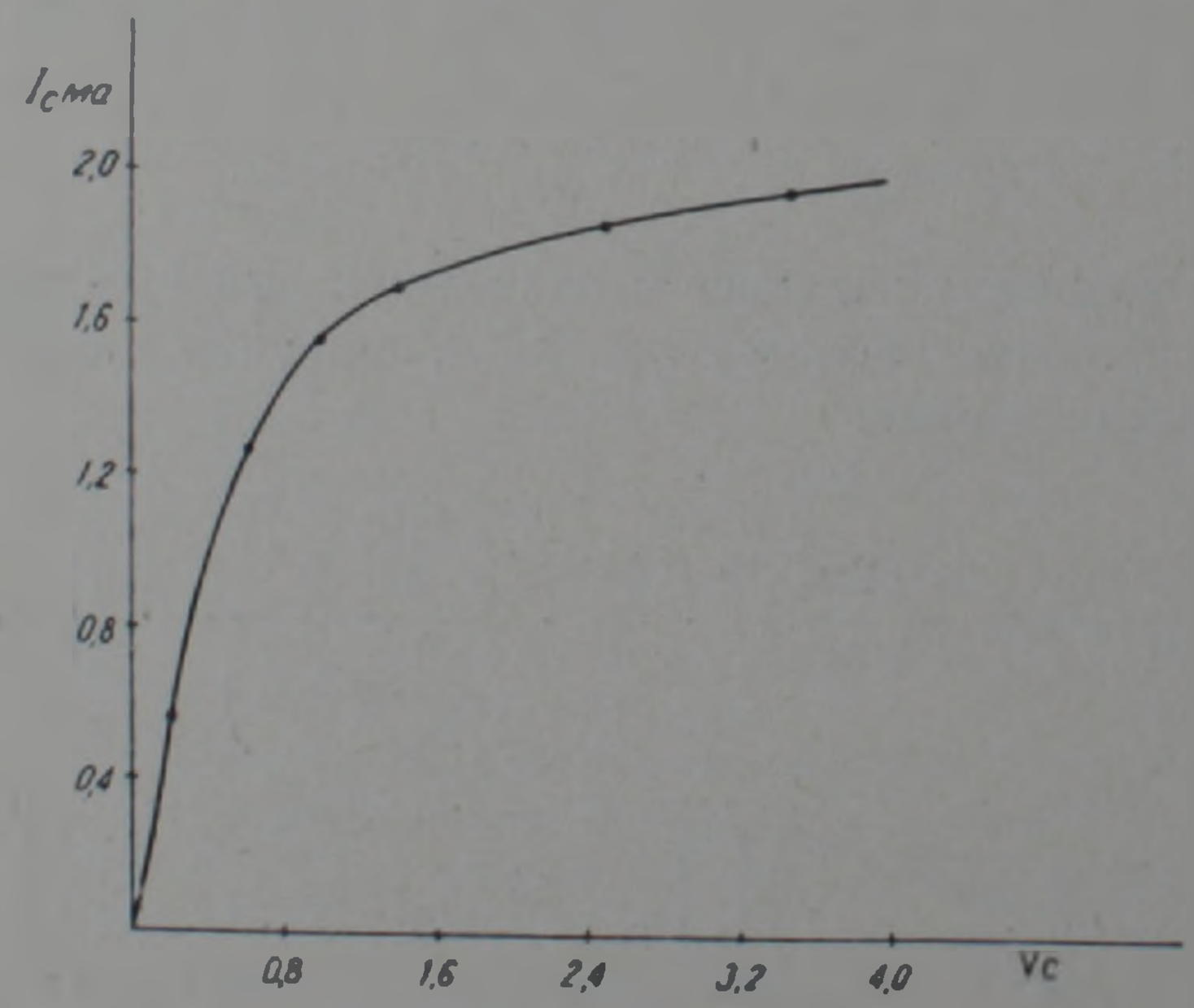

Рис. 2. Зависимость темнового тока I_c от напряжения V_c

ка I_c от напряжения V_c (вывод к затвору отсутствовал). Нами были сняты также зависимости I_c от V_c при различных мощностях падающего излучения. Фиксируя на семействе таких кривых V_c и взяв разность между значениями токов при определенной мощности падающего излучения и темновым, определяли величину фототока ($I_{фс} = I_c^{(св)} - I_c^{(т)}$). Отношение последнего к мощности падающего излучения характеризует чувствительность ($a/вт$) при фиксированном V_c.

На рис. 3 показана зависимость тока $I_{фс}$ от напряжения V_c при различных значениях мощности падающего излучения.

Сравнивая рис. 2 и 3, видим, что с ростом V_c при фиксирован-

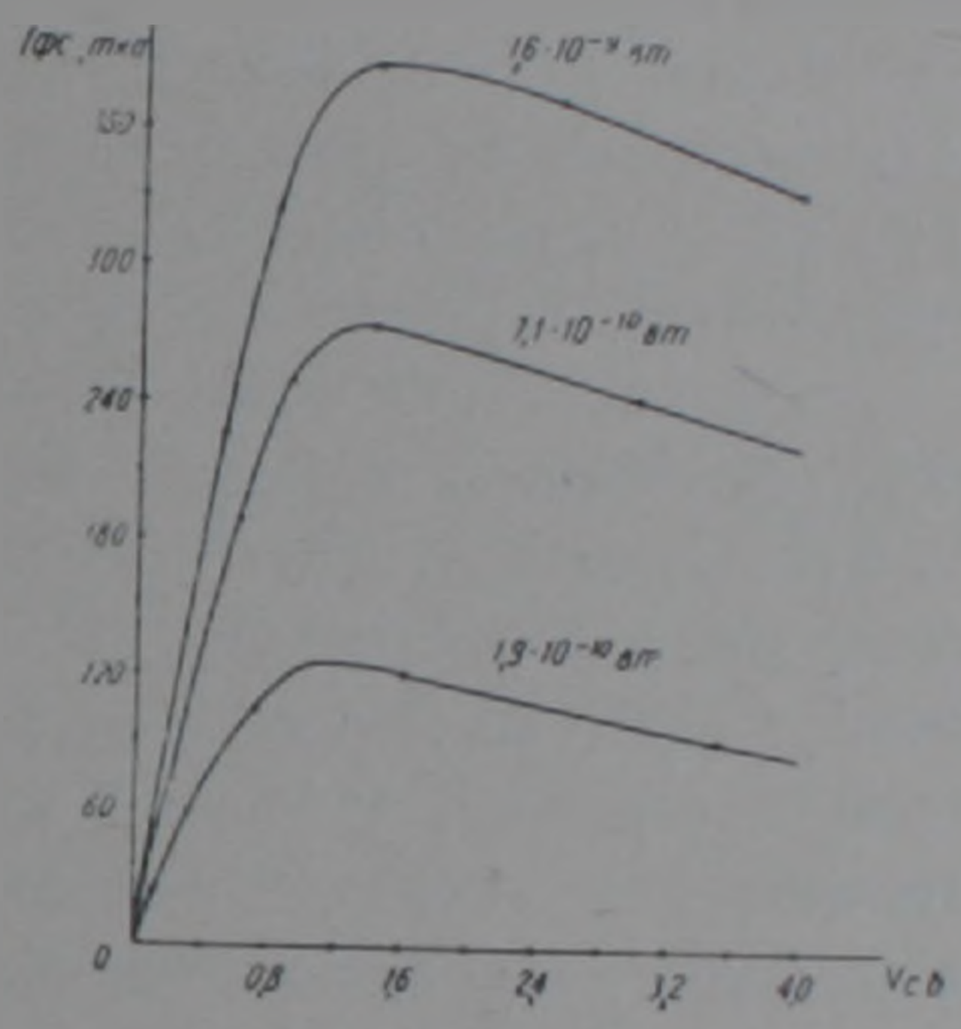

Рис. 3. Зависимость фототока $I_{фс}$ от напряжения V_c при различных значениях мощности падающего излучения

ном P имеет место рост фототока до значения V_c, при котором канал перекрывается ($V_c = 1{,}2в$). При дальнейшем росте напряжения V_c наблюдается постепенное уменьшение $I_{фс}$.

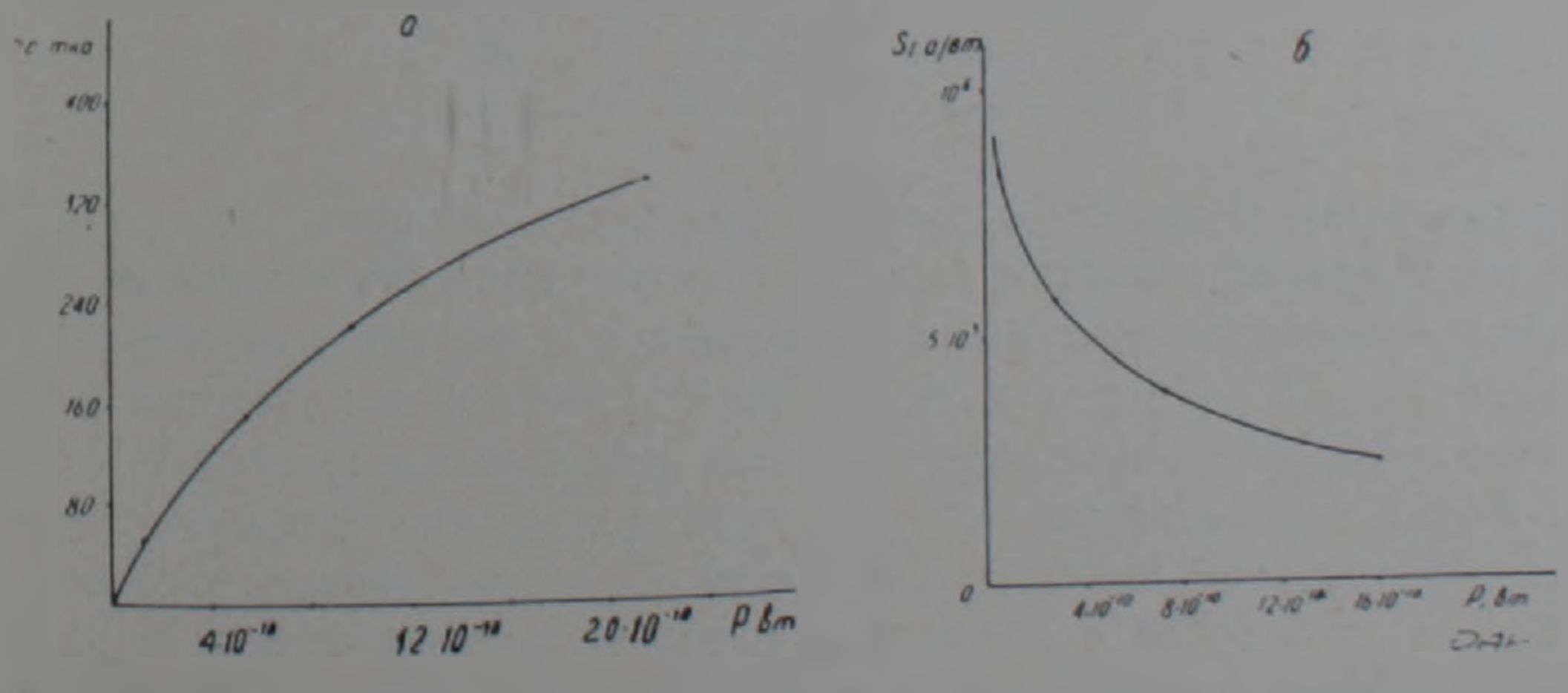

Рис. 4. Зависимость фототока $I_{фс}(а)$ и чувствительности $S_I(б)$ от мощности падающего излучения при $V_c = 1{,}2в$

На рис. 4,*а* приведена зависимость фототока $I_{фс}$ от мощности падающего излучения.

Зависимость чувствительности в (*а/вт*) от мощности падающего излучения для фиксированного значения $V_c \sim = 1{,}2$ *в* показана на рис. 4.*б*. Измерения проводили при $T = 300°K$. В качестве источников ИК-излучения применяли калиброванные светодиоды АЛ107А, имеющие длину волны излучения от 0,9 до 1,2 *мкм*.

Полученные значения чувствительности $S_I \sim 10^5$ *а/вт* представляются настолько необычными, что аналогичным методом нами проводились также измерения чувствительности фотодиодов ФД-27К. Измеренные при этом значения чувствительности соответствовали паспортным данным. Кроме того, вольтметром Ф-30 с входным сопротивлением $\geqslant 500$ *МОм* измеряли значения $\Delta\varphi$ между затвором и истоком при определенных значениях V_c и падающей мощности. Значения $\Delta\varphi$ были примерно равны расчетным. Посредством модуляционного ИК-радиометра проводили также измерения эквивалентной мощности шумов $P_{экв}$ при $T = 300°K$. Постоянная времени фотоответа при малых мощностях падающего излучения $\tau \gtrsim 5 \cdot 10^{-2}$ *сек*, поэтому частота модуляции сигнала выбиралась достаточно низкой ($f = 18$ *Гц*). На темновой ВАХ был выбран режим максимальной фоточувствительности (на рис. 3 этому условию соответствует $V_c = 1{,}2$ *в*). По записи выходного сигнала ИК-радиометра на электронном самопишущем приборе КСП-4 при известной мощности падающего на поверхность фотоприемника излучения с учетом постоянной времени радиометра были определены $P_{экв}$ и обнаружительная способность D^*.

В таблице приведены некоторые значения $P_{экв}$ и D^*. Полученные данные свидетельствуют о возможности создания высокочувстви-

Таблица 1

Тип транзистора	$P_{экв}$ вт/гц$^{1/2}$	D^* см гц$^{1/2}$ вт$^{-1}$
КП103	$1{,}48\ 10^{-14}$	$1{,}2\ 10^{12}$
КП303А	$1{,}4\ 10^{-14}$	$1{,}1\ 10^{12}$
КП303Д	$3{,}9\ 10^{-14}$	$(4-7)\ 10^{11}$
КП303Б	$1{,}6\ 10^{-14}$	$9\ 10^{11}$

тельных радиометров ИК-диапазона для широкого применения в астрофизике и других областях науки и техники. Если же в качестве полупроводникового материала в приведенной структуре применить Ge, InSb, InAs, CdHgTe и т. д., то можно получить фотоприемные устройства с высокой чувствительностью для различных областей ИК-спектра. Кроме того, если учесть то обстоятельство, что большинство полевых транзисторов имеют гребенчатую структуру (число гребенок колеблется от 3 до 30 в одном ряду), то возможна разработка на этой основе цифрового измерителя малых перемещений с очень высоким разрешением.

Институт радиофизики и электроники
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս է. Հ. ՄԻՐՋԱԲԵԿՅԱՆ, Յ. Ա. ԱԲՐԱՀԱՄՅԱՆ,
Ա. Հ. ՍԻՄՈՆՅԱՆ, Ն. Ս. ԱՐԱՄՅԱՆ

Ինֆրակարմիր տիրույթի ճառագայթման ընդունիչներ անոմալ բարձր զգայունությամբ

Դիտարկված է կիսահաղորդչային ֆոտոընդունիչը, որն իրենից ներկայացնում է p-n անցում ունեցող դաշտային տրիոդի ստրուկտուրան, բայց որում նրա էլեկտրոդներից փականքը չունի արտաքին միացում։

Ինչպես ցույց է տրված տեսական գնահատակային հաշվարկում, այդպիսի ստրուկտուրան ապահովում է բացառիկ մեծ զգայունություն ընկնող ինֆրակարմիր ճառագայթման նկատմամբ և օժտված է փոքր աղմկային հատկությամբ։

Կատարված է տեսական դրույթների փորձարարական ստուգումը, որը տալիս է զգայունության տեսական գնահատականի և փորձնականորեն բստացված արժեքի բավարար համընկնում։

Ջափված են վերը նշված ձևով միացված հայրենական արտադրության մի շարք դաշտային տրիոդների (КП 103, КП 303 սերիաներից)՝ որպես ինֆրակարմիր ճառագայթման ընդունիչների պարամետրերը ($P_{համ} = (1,6 - 3,9)10^{-14}$ վտ/հց$^{\frac{1}{2}}$ $D^* = 9.10^{11} - 1,2,\ 10^{12}$ սմ հց$^{1/2}$/վտ)։

Ստացված տվյալները ապացուցում են, որ նշված ստրուկտուրայով ինֆրակարմիր ճառագայթման ընդունիչները մեծ հաջողությամբ կարող են օգտագործվել աստղա-ֆիզիկայում և գիտության այլ բնագավառներում, որտեղ անհրաժեշտ է չափել ճառագայթման հզորության արտակարգ ցածր մակարդակներ։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. А. Амброзяк*, «Сов. радио», М., 1970. [2] *С. М. Зи*. Физика полупроводниковых приборов, «Энергия», М., 1973 [3] *Н. А. Соболева, А. Е. Меламид*, Фотоэлектрические приборы, Высш школа, М., 1974

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LXXII 1981 1

УДК 549

МИНЕРАЛОГИЯ

Н. И. Магакян, Р. А. Торосян,
Р. О. Марутян, Г. М. Антонян

Новое в минералогии Зодского месторождения

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР А. Т. Асланяном 14/XI 1980)

Одним из главных типоморфных элементов в рудах Зодского месторождения является мышьяк. Он отмечается почти во всех золотоносных минеральных ассоциациях, где представлен в основном широко распространенным минералом—арсенопиритом. Кроме арсенопирита в незначительных количествах или спорадически отмечались и другие минералы мышьяка: арсениды никеля и кобальта, а также мышьяковистые сульфосоли свинца и меди. В зоне окисления довольно часто наблюдаются арсенаты (главным образом скородит).

Установлено, что концентрация мышьяка повышена как в начальной (кварц-пирит-арсенопиритовой) стадии минерализации, так и на одной из завершающих стадий процесса (кварц-карбонат-антимонитовой). В последней арсенопирит представлен низкотемпературной разностью ([1]).

Новая для Зодского месторождения, весьма своеобразная золото-мышьяковистая минеральная ассоциация изучена авторами настоящей статьи. Установлена она на юго-западном фланге Центрального участка Зодского месторождения и приурочена к жилообразному телу близширотного простирания, прослеженному штольней № 157 на 50—150 м, при средней мощности около 2 м. Вмещающими породами являются кварц-серицитовые метасоматиты. Рудное тело характеризуется полосчатой, местами прожилковой текстурой. Мощность отдельных продольных полос и поперечных прожилков колеблется от 1—2 до 50 мм.

Основными минералами этой ассоциации являются: реальгар, аурипигмент, самородный мышьяк, почковидный пирит, игольчатый арсенопирит, марказит, самородное золото, карбонат, кварц.

Реальгар, аурипигмент и самородный мышьяк в рудах Зодского месторождения ранее не описывались. Наличие реальгара в рудном теле № 1 на горизонте 2450 м отмечено С. В. Козеренко в 1979 г. (устное сообщение). Самородный мышьяк и аурипигмент обнаружены впервые.

Реальгар—наиболее распространенный рудный минерал. Наблюдается в виде прожилков, гнезд, отдельных кристаллов, примазок, натечных форм и мелкой вкрапленности.

Идиоморфные кристаллы реальгара призматической формы размером 3—5 мм отмечаются в друзовых пустотках кальцита. Натечные, почковидные формы развиваются вокруг агрегатов самородного мышьяка.

В шлифах, в отраженном свете цвет реальгара голубовато-серый, с оранжево-красным оттенком внутренних рефлексов, отражательная способность низкая ~20, ΔR—заметное, при скрещенных николях сильно анизотропен. Наблюдается в интерстициях кристаллов пирита, арсенопирита, кварца и карбоната. Характерны тонкие каемки реальгара (0,03—0,06 мм) вокруг самородного мышьяка. В реальгаре отмечается мелкая вкрапленность самородного золота от 3 до 15 мкм, спорадически встречаются призмы минерала светло-голубого цвета, размером 9—45 мкм, с отражательной способностью выше реальгара, с заметным двуотражением, анизотропен. По оптическим свойствам возможно лорандит ($TlAsS_2$).

Аурипигмент—имеет подчиненное распространение, встречается совместно с реальгаром. Образует тонкие пленки, землистые мелкокристаллические массы, реже таблитчатые, гребенчатые, радиально-лучистые агрегаты размером до 1 см.

В шлифах наблюдается в виде лучистых агрегатов размером 0,06 мм в полях реальгара. Цвет белый до серовато-белого, R ~25—27, ΔR—сильное. В центре лучистых агрегатов иногда фиксируются округлые золотинки размером 1—6 мкм.

Мышьяк самородный—образует маломощные прожилки, округлые зерна, вкрапления до 2—3 мм в кварце. В карбонатной друзе отмечено гроздевидное скопление самородного мышьяка размером 5—7 мм с ромбоэдрическим обликом сросшихся кристаллов. В свежем изломе самородный мышьяк серебристо-белый, с металлическим блеском. На воздухе минерал в течение нескольких дней покрывается окисной пленкой темного- до темно-серо-синего цвета, а затем совершенно чернеет.

В шлифах цвет белый, отражательная способность высокая ~58, отчетливо анизотропен, двуотражает. Самородный мышьяк цементирует раздробленные кристаллы пирита, арсенопирита и марказита. По самородному мышьяку развивается реальгар, чаще всего по периферии.

Диагностика минерала подтверждена спектральным и рентгеноструктурным анализами.

Пирит—наблюдается в виде двух разновидностей: 1) идиоморфные и близкие к идиоморфным кристаллы кубической и пентагондодекаэдрической формы размером 0,15—1 мм, часто раздробленные и сцементированные кварцем; 2) шарообразные, колломорфные почки размером 0,7—0,015 мм, иногда только кольца, одно или несколько, скелетные, каркасные формы, прерывистые тонкие прожилки в карбонате.

Арсенопирит—представлен идиоморфными ромбиками, звездчатыми лучистыми агрегатами, а также скелетными, каркасными образованиями. Размеры от 0,006 до 0,15 мм. Мелкие кристаллы арсенопирита вместе с кварцем заполняют раздробленные зерна пирита.

Марказит—отмечается в виде шестоватых кристаллов в тесной ассоциации с пиритом и арсенопиритом. Размеры кристаллов до 0,1 мм. Образует вкрапленники, мелкую сыпь, обогащенные участки.

Золото самородное—наблюдается в реальгаре, кварце, арсенопирите, аурипигменте, реже в самородном мышьяке. В основном в виде вкрапленников; прерывистый прожилок отмечен в реальгаре. Размеры вкраплений от 1 до 21 мкм. Форма золотин каплевидная,округлая, овальная, червеобразная, дендритная.

Кварц—образует тонкие прожилки 2—3 мм, а также каркасные, скелетные формы, выявляющиеся при травлении карбоната.

Карбонат—представлен плотной массой сероватого цвета, выполняющей серию прожилков. Образует друзы крупнокристаллического прозрачного кальцита бипирамидальной и ромбоэдральной формы.

По данным минераграфических исследований устанавливается следующая последовательность минералообразования. Наиболее ранними являются кварц, далее выделяются пирит, арсенопирит, марказит. Кристаллизации самородного мышьяка, реальгара, аурипигмента и самородного золота предшествовало отложение крупнокристаллического кальцита. Ромбоэдральные пластинки кальцита выделяются после всех минералов.

Описанная ассоциация представляет самостоятельный, обособленный в пространстве и времени минеральный парагенезис, соответствующий отдельной стадии минералообразования. Эта низкотемпературная стадия на Зодском месторождении, по всей вероятности, завершает собственно рудный процесс. Приведенные данные подтверждают золотоносность гидротерм на всем протяжении процесса рудоотложения. В то же время нельзя не обратить внимание на резко пониженную концентрацию серебра и полное отсутствие теллуридов в рассматриваемой ассоциации. Причины такого явления подлежат специальному изучению.

Научно-исследовательский и
проектный институт цветной металлургии

Ն. Հ. ՄԱՂԱԲՅԱՆ, Ռ. Ա. ԹՈՐՈՍՅԱՆ, Ռ. Հ. ՄԱՐՈՒԹՅԱՆ, Գ. Մ. ԱՆՏՈՆՅԱՆ

Նոր տվյալներ Զոդի հանքավայրի հանքաբանության մասին

Նկարագրված է հանքավայրի համար նոր հայտնաբերված ոսկի-մկնդեղային զուգակցությունը, որը զարգացած է հանքավայրի հարավ-արևմտյան թևում։ Այդ զուգակցության համար հիմնական միներալներն են բնածին ոսկին, բնածին մկնդեղը, ռեալգարը, աուրիպիգմինտը։

Ամենատարածված միներալը այստեղ ռեալգարն է, որը հանդես է գալիս երակիկների, փոքր բնիկների ու առանձին լավ ձևավորված բյուրեղներով։

Բնածին մկնդեղը հիպոգեն է ու մասամբ տեղակալված է ռեալգարով և աուրիպիգմենտով։ Բնածին ոսկին կազմում է մանր ներփակումներ ռեալգարի, աուրիպիգմենտի, ասեղնաձև արսենապիրիտի ավելի հազվադեպ բնածին մկնդեղի մեջ։ Այս ողջ միներալների համալիրը առաջացել է ցածր ջերմաստիճանային պայմաններում ու եղրափակում է հանքայնացման պրոցեսը։

Բերված նոր տվյալները հաստատում են հանքաբեր լուծույթների ոսկեբերությունը նրանց շրջանառության ամբողջ ընթացքում։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1 *Ш. О. Амирян, А. С. Фарамазян,* Минералогия, геохимия и условия образования рудных месторождений Армянской ССР, Изд-во АН АрмССР, Ереван, 1974.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LXXII 1981 1

УДК 551.781.4

СТРАТИГРАФИЯ

Член-корреспондент АН Армянской ССР **А. А. Габриелян**
С. М. Григорян

Новые данные о возрасте слоев с Nummulites gizehensis и нуммулитовые зоны Армении

(Представлено 10/X 1980)

После выделения А. А. Габриеляном в разрезах палеогеновых отложений Армении семи нуммулитовых горизонтов прошло более чем 20 лет (1). За это время новыми, более детальными палеонтологическими исследованиями авторами получены новые данные, которые позволяют уточнить возраст нуммулитовых горизонтов и более уверенно говорить о зональном значении последних.

В Айоцдзорском синклинории, у сел. Азатек давно известно одно из богатейших месторождений нуммулитовой фауны в Армении. Здесь наряду с мелкими нуммулитами и дискоциклинами в массовом количестве представлена одна из крупных форм нуммулитов—Nummulites gizehensis (Forskal). Многие исследователи считали азатекский комплекс нуммулитовой фауны синхронным с горизонтом N. perforatus и отнесли к среднему эоцену. Однако неоднократный повторный сбор большого количества образцов фауны, их обработка, а также выяснение стратиграфического положения указанного горизонта с N. gizehensis привели авторов к выводу о верхнеэоценовом возрасте Азатекского комплекса фауны.

Эти данные следующие.

Слои с N. gizehensis (глины, алевролиты, песчаники, мощностью 100—150 *м*) у сел. Азатек залегают в мульдовой части небольшой синклинальной складки, осложняющей юго-западное крыло Айоцдзорского синклинория, и подстилаются туфоосадочными породами, содержащими нуммулитовую фауну горизонта с N. perforatus (N. perforatus Montf.), N. brongniarti d'Arch. и единичные экземпляры N. gizehensis (Forskal). Хорошие местонахождения этого комплекса фауны имеются у шоссейной дороги Азизбеков—Азатек, ближе к Азизбекову.

В комплексе фауны нуммулитид горизонта с N. gizehensis совместно с последним встречаются типичные для верхнего эоцена фор-

мы: N. fabianii (Prever), N. garnieri de la Harpe, H. chavannesi de la Harpe, представители рода Grzybowskia и др. Эти данные дают основание считать возраст Азатекского комплекса фауны нуммулитид верхним эоценом и сопоставить с горизонтом с N. millecaput, выделенным в основании разрезов верхнеэоценовых отложений Приараксинской зоны Армении. Такой вывод о возрасте слоев с N. gizehensis подтверждается также общим составом фауны мелких форминифер. Показательно, что и в некоторых других провинциях Средиземноморского альпийского пояса (например, в Сирии) вид N. gizehensis в массовом количестве встречается совместно с верхнеэоценовым видом N. fabianii.

Остается пока неясным вопрос, почему две названные крупные формы нуммулитов—N. gizehensis и N. miliecaput, которые, как указывалось, одновозрастны, совместно не встречаются (за редкими исключениями) и в массовом количестве они развиты в разных районах.

Можно полагать, что это связано с фациальными особенностями эоценовых отложений, и в частности биономическими факторами морских бассейнов, в которых обитала нуммулитовая фауна. Для разрешения этого вопроса необходимы новые палеоэкологические исследования.

С. М. Григорян впервые в некоторых разрезах палеогеновых отложений Армении (р-н Айоцдзорского перевала, Амасийский р-н) обнаружен комплекс фауны нуммулитид (N. fraasi de la Harpe, N. fraas densispira de la Harpe, N. deserti de la Harpe, N. exilis Douv., Operculina heberti Mün.-Chalm., Discocyclina seunesi Douv.) палеоценового возраста (²).

Этим самым было доказано широкое распространение нуммулитид по всему разрезу палеогеновых отложений Армении от палеоцена и до олигоцена включительно.

Примитивные формы нуммулитов, являющиеся, по-видимому, предками палеогеновых нуммулитов, ею были обнаружены также в карбонатных породах маастрихта.

Еще в 1958 г. в сводном разрезе палеогена Армении А. А. Габриеляном были выделены семь нуммулитовых горизонтов: с N. planulatus в нижнем эоцене, с N. laevigatus и N. perforatus — в среднем, с N. millecaput, дискоциклиновый и N. fabianii — в верхнем эоцене и с N. intermedius в олигоцене.

В результате дальнейших более детальных палеонтологических исследований нуммулитовой фауны, произведенных С. М. Григорян, стало возможным в разрезах палеогена Армении выделить стратиграфические единицы международной геохронологической шкалы—нуммулитовые зоны, и тем самым уточнить возраст и стратиграфическое положение выделенных ранее региональных подразделений—горизонтов (см. таблицу).

Вопрос возраста почти всех указанных в таблице нуммулитовых

зон сомнений не вызывает, ибо их выделение основано не только на комплексе богато представленной нуммулитовой фауны, а учтены также другие группы ископаемой фауны (моллюски, мелкие фораминиферы и др.) и стратиграфическое положение вмещающих их горизонтов и слоев.

В какой-то мере можно оспаривать вопрос возраста зоны N. fabianii retiatus, в отложениях которой почти полностью вымирают представители типичных верхнеэоценовых форм нуммулитов, дискоциклин, пеллатиспир и появляются предки олигоценовых нуммулитов—N. vascus, N. intermedius.

Слои с указанной фауной занимают пограничное положение между верхним эоценом и олигоценом и, таким образом, являются переходными между ними.

Отсюда следует, что отнесение нами зоны N. fabianii retiatus к верхней части верхнего эоцена является в какой-то мере условным и основано на наличии в этом комплексе фауны верхнеэоценовых форм (дискоциклины, N. bouillei).

На основании приведенных данных можно установить следующее:

1. Впервые в разрезах палеогеновых отложений Армении установлен характерный для палеоцена комплекс фауны нуммулитид (N. fraasi de la Harpe, N. fraasi densispira de la Harpe, N. exilis Douvillé, N. deserti de la Harpe, Operculina heberti Münier-Chalmas, Discocyclina seunesi Douvillé)

2. Учитывая узкое стратиграфическое (вертикальное) распространение вида N. praefabianii, являющегося предком верхнеэоценового вида N. fabianii, как в разрезах Армении, так и во многих других структурно-фациальных зонах средиземноморского пояса (Грузия, Северная Италия, Северная Испания, Северная Африка) в верхней части среднего эоцена выделена зона N. praefabianii, которая по своему объему и стратиграфическому положению соответствует горизонту с N. perforatus. Последний вид не имеет зонального значения, так как он распространен по всему среднему эоцену и переходит в нижнюю часть верхнего эоцена.

3. Основываясь на филогенетическом развитии группы N. fabianii, в верхнеэоценовых отложениях Армении выделяют нуммулитовые зоны—зона N. fabianii (с двумя горизонтами—горизонт с N. millecaput и дискоциклиновый горизонт) в нижней части и зона N. fabianii retiatus в верхней части верхнего эоцена.

4. Приведенные новые данные о возрасте горизонта с N. gizehensis еще раз подтверждают ранее высказанную А. А. Габриелляном точку зрения относительно времени вымирания крупных форм нуммулитов ([3]).

Средний эоцен на самом деле является эпохой развития крупных нуммулитов, и хотя в конце него вымирают некоторые из них (N. brongniarti, N. uroniensis и др.), а другие сокращаются в количестве (N. perforatus), иные формы (N. millecaput, N. gizehensis) появляются

СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НУММУЛИТИД В ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ И ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ АРМЯНСКОЙ ССР

Возраст / Роды			Nummulites	Operculina	Assilina	Pellatispira Grzybowskia Spiroclypeus	Discocyclina	Asterocyclina Actinocyclina	Орбитоиды
Олигоцен	нижний-средний	зона N. intermedius	N. intermedius N. vascus N. incrassatus		——	——	——	——	——
Эоцен	верхний	зона N. fabianii retiatus	N. fabianii retiatus N. vascus initialis N. incrassatus N. bouillei	O. victoriensis	——	——	D. nummulitica	——	
		зона N. fabianii	Горизонт с D. veronensis N. fabianii, N. chavannesi, N. bouillei, N. incrassatus, N. garnieri, N. striatus, N striatus interjectus, N. stellatus Горизонт с N. millecaput N. fabianii, N. gizehensis, N. garnieri, N. perforatus, N. incrassatus, N. striatus, N. stellatus, N. chavannesi, N. chavannesi hajastanica	O. alpina O. ammonea O. cf. alpina O. canalifera gomezi	——	P. douvillei P. madaraszi G. armenica G. reticulata S. carpatica S. granulosa	D. veronensis D. sella D. nummulitica D. chudeaui D. aspera D. roberti D. roberti parenai D. andrusovi D multiplicata D. gabrielliani D. varians D douvillei D. landzarica	Ast. pentagonalis Ast. stellaris Ast. stella Ast. stellatus Ast lancio atus Act. patellaris Act. radians	
	средний	зона N. praefabianii	N. praefabianii, N. perforatus N. striatus, N. gizehensis, N. brongniarti, N. puschi, N. distans, N. anomalus	O. canalifera	Ass. exponens	——	D. pratti D archiaci D umbo D. douvillei	Ast. pentagonalis	
		зона N. laevigatus	N. laevigatus, N. uroniensis, N. perforatus, N. gallensis, N. distans, N. irregularis, N. murchisoni, N. partschi, N. atacicus, N. praelaevigatus	O. cf. canalifera O. lybica	Ass. spira				
	нижний	зона N. planulatus	N. planulatus, N. aquitanicus, N. subplanulatus, N. globulus, N. nitidus, N. praelucasi, N. burdigalensis, N. partschi, N. praelaevigatus, N. campesinus, N. crimensis armenica	O. granulosa O. parva	Ass. nili As. placentula As. reicheli As. laxispira As. atanica As. laxispira schamutica		D. scalaris D. douvillei D. schagapica	Ast. tarammeli	
Палеоцен		зона N. fraasi	N. deserti N. fraasi N. fraasi densispira N. exilis	O. heberti			D. seunesi		
В. мел			N. priscus						O. media, O. apiculata O. tissoti, Lepid socialis, Simplorb. gensacicus, Clyp. mamillata, Ompb. macioporus

в конце среднего эоцена и получают широкое развитие в верхнем эоцене (в нижней части) в комплексе с типичными верхнеэоценовыми видами.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ Ա. Հ. ԳԱԲՐԻԵԼՅԱՆ, Ս. Մ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

Նոր ավյալներ Nummulites gizehensis-ի հորիզոնի հասակի մասին և Հայաստանի նումուլիտային գոտիները

Վերջին տարիներում հեղինակների կողմից կատարված հնէաբանական ու շերտագրական հետազոտությունների հետևանքով ստացված են նոր տվյալներ, որոնք հնարավորություն են տալիս ճշտելու Nummulites gizehensis-*ի հորիզոնի հասակը և ՀՍՍՀ պալեոգենի կտրվածքում անջատելու նոր նումուլիտային զոնաներ (տե՛ս աղ. 1)։*

Այդ տվյալները հետևյալներն են՝

1. Հայոցձորի սինկլինորիումի հարավային թևում, Ագատեկ գյուղի մոտ N. gizehensis-*ի հորիզոնի նստվածքներում հայտնաբերվել են նամուլիտային ֆաունայի հարուստ համալիր, որի կազմում բացի* N. gizehensis-*ից առկա են վերին էոցենին բնորոշ նումուլիտներ։ Այդ հաստվածքը հորիզոնի տեղադրված է սինկլինային կառուցվածքի առանցքային մասում՝ ֆաունայով բնութագրվող միջին էոցենից վեր։*

Այդ տվյալները, ինչպես նաև փափկամորթային բրածո ֆաունայի ու մանր ֆորամինիֆերների ընդհանուր կազմը կասկած չի հարուցում նշված հորիզոնի վերին էոցենի հասակը։

2. Մ. Մ. Գրիգորյանի կողմից ՀՍՍՀ տարածքում պալեոցենի մի քանի կտրվածքներում հայտնաբերվել է պալեոցենին բնորոշ նումուլիտային ֆաունա։

3. Ապացուցվել է, որ N. fabianii *(վերին էոցեն) նախահայրը համարվող* N. praefabianii*-ին համեմատաբար կարճ ուղղահայաց տարածում ունի և ընդգրկում է ժամանակի տեսակետից միջին էոցենի վերին մասը, հակառակ* N. perforatus*-ի, որը տարածված է ամբողջ միջին էոցենում և վերին էոցենի մասում։ Այստեղից էլ բխում է նշված տեսակներից առաջինի շերտագրական ստորին (զոնալ) նշանակությունը։*

Բերված տվյալների հիման վրա ճշտված են վաղուց առաջարկված նումուլիտային հորիզոնների հասակը և առաջարկվում է Հայաստանի պալեոգենի նստվածքներում անջատել հետևյալ յոթ նումուլիտային զոնաները (տես աղ. 1)։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. А. Габриелян*, ДАН АрмССР, т. 26, № 1 (1958). [2] *С. М. Григорян*, Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, т. 29, № 6 (1976). [3] *A. H. Gabrieljan*, Les Nummulitides du Paléogène d'Arménie et la limite Eocène moyen-Eocène supérieur. Mém. B. R. G. M. t. 28, n. 2, p. 797—805, Bordeaux 1964.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LXXII 1981 1

УДК 631.523.575.12

ГЕНЕТИКА

А. М. Агаджанян, Е. М. Навасардян

Некроз у гибридов между Lycopersicon esculentum и l.. hirsutum f. glabratum

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. А Бабаджаняном 11/VIII 1980)

Пониженная жизнеспособность гибридов, проявляемая в виде некротических поражений листьев и стеблей, обнаружена у ряда растений. В роде Lycopersicon наличие растений с характерными признаками некроза отмечено многими исследователями при скрещивании культурного томата с диким самонесовместимым видом L. hirsutum ([1–7]) и с самофертильной разновидностью L. hirsutum f. glabratum ([8,9]) Однако в наших исследованиях гибриды F_1 от скрещивания культурного томата с тремя образцами L. hirsutum f. glabratum (вр. 7924, вр. 7735 и вр. 7736 по каталогу ВИР) оказались вполне жизнеспособными и по мощности и плодообразованию превосходили родительские формы ([10,11]). Некротический эффект проявился в последующих опытах при скрещивании L. esculentum с образцом f. glabratum К 2970. В настоящей работе будут приведены результаты изучения гибридов от скрещивания культурного томата с указанным образцом L. hirsutum f. glabratum.

Опыты проводили в 1976—1979 гг. Семена f. glabratum 2970 получены из ВИРа. В качестве материнских компонентов скрещиваний использованы сорта культурного томата Аргаванд 45 и Краснодарец. Опыление проводили пинцетом пыльцой свежесобранных цветков предварительно изолированных соцветий отдельных растений f. glabratum. Самосовместимость растений определяли как обычным заключением соцветий с бутонами в изоляторы из кальки, так и искусственным нанесением пыльцы из других цветков того же предварительно изолированного соцветия. Отмечали даты наступления цветения и проявления некроза. К концу вегетации подсчитывали число завязавшихся на растениях плодов, определяли их осемененность.

Ранее было отмечено ([11]), что скрещивание сорта Аргаванд 45 с образцом f. glabratum К 2970 было безуспешным, так как в одном из двух завязавшихся в 1974 г. плодов содержалось только около 150

недоразвитых семян, непригодных для посева, а другой плод не развился и ко времени анализа был мелким и зеленым. Однако в 1976 г. эти недоразвитые семена были поставлены на проращивание в чашке Петри. Проросло одно семя, которое вначале было перенесено в вазон с землей, а впоследствии растение было пересажено на опытный участок. В начале вегетации это было довольно мощное и здоровое растение, но уже в конце июня начали подсыхать нижние листья и все стебли с основания побурели. В августе растение имело около 10 стеблей, в основном коротких, но единичные достигали высоты 2 *м*. Завязалось 110 плодов, диаметром 1—1,5 *см*, частично осемененных. Обычная изоляция 18 цветков и искусственное самоопыление 14 цветков были безрезультатны.

В дальнейшем в результате проведения ряда опылений пыльцой отдельных растений glabratum были получены две семьи гибридов F_1 Аргаванд 45×glabratum (от опыления пыльцой растений № 39_2 и 39_3 в 1976 г.) и одна семья гибрида F_1 Краснодарец×glabratum (от опыления пыльцой glabratum № 66_9 в 1978 г.).

Гибридные растения изучены в 1977 и 1979 гг. Гибриды от скрещивания Аргаванда 45 с растением glabratum № 39_2 было испытано дважды. Все гибридные семьи расщепились на некротические и здоровые растения (табл. 1). Как видно из таблицы, по комбинации Аргаванд 45×glabratum количество некротических и фенотипически здоровых растений было одинаково. По комбинации F_1 Краснодарец×glabratum отмечено только одно здоровое растение из семи, остальные шесть проявили признаки довольно сильного некроза. В 1977 г. в одной из семей F_1 Аргаванд 45×glabratum из 14 проанализированных растений в число фенотипически здоровых включено одно очень слабое, депрессивное, бесплодное растение.

В целом гибриды F_1 по срокам цветения приближаются к более раннему родителю. Так, например, в 1977 г. период от посева до цветения у гибридов F_1 Аргаванд 45×glabratum составил в среднем 75,9 дня, тогда как у Аргаванда 45—71,8 дня, а у glabratum—93 дня. Такая же картина наблюдалась и в 1979 г.

Проявление некроза отмечается через 5—10 дней после начала цветения. Некротические растения отличались очень слабой продуктивностью. Так, в 1977 г. из 11 проанализированных растений 8 оказались бесплодными, а остальные 3 растения завязали 1, 4 и 40 плодов. В 1979 г. из 12 некротических растений 4 были совершенно бесплодными, а на остальных число завязавшихся плодов было от 1 до 20.

Здоровые растения были довольно мощными, фенотипически не отличались от растений ранее изученных гибридов esculentum×glabratum ([11]) и также превосходили по плодообразованию лучшую родительскую форму. Так, по результатам подсчета в 1979 г. у glabratum было от 78 до 160 плодов на растение, тогда как у гибридов это число колебалось от 230 до 670.

Как уже указывалось, glabratum является самосовместимой формой, причем проявление самосовместимости зависит от способа само-

опыления. Если при обычной изоляции цветков в 1976 г. завязалось всего 5,3% плодов (3 плода от 57 изолированных цветков) с числом семян на плод в среднем 17,7, то при искусственном самоопылении завязалось 49,1% плодов (26 плодов от 53 опыленных цветков), осемененность которых в среднем составляла 35,4 семени. В 1979 г. от изоляции 209 цветков glabratum завязался всего 1 плод.

Почти все гибридные растения были проверены на самосовместимость. Так как ранее изученная гибридная комбинация esculentum× glabratum вр. 7924 проявила довольно высокий уровень самосовместимости при обычной изоляции цветков ([10,11]), то для определения самосовместимости анализируемых гибридов также ограничились обычным заключением соцветий с бутонами в изоляторы. Результаты анализа показали, что ни одно из 22 некротических растений не завязало плоды при изоляции, тогда как большинство фенотипически здоровых растений (13 из 16) оказались самосовместимыми (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика растений F_1 esculentum×glabratum
по проявлению некроза и самосовместимости

Материнского растения	F_1	Год	Число растений	Здоровые			Некротические		
				всего	из них		всего	из них	
					СН	СФ		СН	СФ
39_2	Аргаванд 45 ×glabratum	1977	14	8	1	6	6	6	0
39_3	Аргаванд 45 ×glabratum	1977	9	4	0	4	5	5	0
39_2	Аргаванд 45 ×glabratum	1979	10	4	2	2	6	5	0
66_9	Краснодарец ×glabratum	1979	7	1	0	1	6	6	0
Итого			40	17	3	13	23	22	0

СН—самонесовместимые растения, СФ—самофертильные растения.

Таблица 2

Характеристика растений F_2 Аргаванд 45×glabratum
по продуктивности и проявлению некроза (1979 г.)

Исходный номер F_1	Фенотип исходного растения	Происхождение F_2 от	Число растений				Среднее число плодов на одно плодоносящее растение
			всего	из них			
				здоровых	некротических	без плодов	
$67_{2,3,4,7}$	Здоровый	Самоопыления	9	9	0	1	45,4
66_{11}	Здоровый	Самоопыления	10	10	0	2	92,4
66_{11}	Здоровый	Естественного опыления	28	25	3	9	41,5
67_1	Некротический	Естественного опыления	6	4	2	1	214,4

В опытах Саванта ([9]) все 43 изученных растения F_1 Pearson ×glabratum (L A 128) оказались некротическими. Второе поколение было получено из семян от самоопыления F_1, и анализ расщепления потомства на здоровые и некротические растения позволил автору сделать вывод о том, что проявление этого признака обусловлено комплементарным взаимодействием генов.

Так как в наших опытах некротические растения не завязали плоды от самоопыления, то для получения F_2 в 1979 г. высевали семена от естественного опыления некротического растения, а также от самоопыления и естественного опыления здоровых растений F_1. Как видно из табл. 2, все 19 растений F_2 от самоопыления здоровых растений F_1 оказались здоровыми. Некроз был отмечен среди растений от естественного опыления здоровой особи (3 из 28) и в потомстве некротического растения F_1 (2 из 6).

Необходимо отметить, что во втором поколении гибридов наблюдается очень сильная депрессия по мощности и плодообразованию. Во всех семьях обнаруживаются бесплодные растения (табл. 2). Мощных и хорошо плодоносящих растений в потомстве, полученном от здоровых растений F_1, очень мало (основная часть растений завязала от 1 до 50 плодов). Однако здоровые растения в потомстве от естественного опыления некротического растения F_1, завязавшего всего один плод с 11 семенами, были весьма мощными и довольно хорошо плодоносили (число завязавшихся плодов было от 92 до 330). Из двух некротических растений одно было бесплодно, а на другом завязалось 60 плодов.

Возникновение здоровых и некротических растений среди F_1 esculentum×glabratum 2970 свидетельствует о гетерозиготности родителей или одного из них по гену, определяющему некроз. По всей вероятности, причина заключается скорее в glabratum. В пользу этого говорит тот факт, что esculentum является самоопылителем и сохранение гетерозиготного состояния у него маловероятно. Напротив, glabratum характеризуется высокой степенью перекрестного опыления ([12]), что в определенной мере проявляется и у гибридов. Об этом свидетельствует факт появления некротических растений в F_2 от естественного опыления здорового растения F_1. Они могли появиться только при условии оплодотворения либо пыльцой некротических растений, либо пыльцой glabratum. Если это так, то в популяции glabratum наряду с гетерозиготами должны быть и гомозиготы по рецессивному и доминантному аллелям, гибриды которых с L. esculentum могут быть как полностью некротическими, так и полностью здоровыми. Данное предположение можно проверить путем анализа гибридов, полученных от индивидуального скрещивания L. esculentum с большим количеством растений L. hirsutum f. glabratum.

Институт земледелия МСХ Армянской ССР

Ա. Ի. ԱՂԱՋԱՆՅԱՆ, Ե. Մ. ՆԱՎԱՍԱՐԴՅԱՆ

Նեկրոզը Lycopersipon esculentum և L. hirsutym f. glabratum-ի խաչածևումից ստացված հիբրիդների մոտ

Հոդվածում բերվում է նեկրոզի ուսումնասիրության արդյունքները կուլտուրական տոմատի և L. hirsutum f. glabratum *2970 նմուշի խաչածևումից*

ստացված հիբրիդների մոտ։ Հիբրիդային առաջին սերնդում առաջացել են առողջ և նեկրոտիկ բույսեր։ Հիբրիդային երկրորդ սերունդը, որը ստացվել է F_1-ի առողջ բույսերի ինքնափոշոտումից, բաղկացած էր միայն առողջ բույսերից։ Ի տարբերություն դրան, F_2-ը, որը առաջացել է F_1-ի առողջ և նեկրոտիկ բույսերի բնական փոշոտումից, ճեղքավորվել էր առողջ և նեկրոտիկ բույսերի։ Ենթադրվում է, որ օգտագործված glabratum*-ի բույսերը հետերոզիգոտ են եղել տոմատի հիբրիդային նեկրոզը պայմանավորող գենով։*

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. М. Агаджанян*, «Биологический журн. Армении», т. 24, № 7 (1973). [2] *Д. Д. Брежнев*, Томаты, «Колос», Л., 1964. [3] *К. В. Иванова*, Труды по прикладной ботанике генетике и селекции, т. 31, № 1 (1954). [4] *М. П. Махалова*, Вестн. с.-х. наук, № 5 (1972) [5] *Н. А. Соловьева*, в сб.: «Отдаленная гибридизация растений и животных», «Колос», М., 1970. [6] *Л. Д. Таран*, Доклады ВАСХНИЛ, вып. 5 (1958). [7] *Р. Георгиева, Е. Молхова*, в сб.: Междувидова хибридизация на растенията, София, 1964 [8] *T. Chmielewski*, Genetica polonica, т. 7, №1 (1966). [9] *A. C. Sawant*, Evolution, vol. 10, № 1 (1956). [10] *А. М. Агаджанян, Е. М. Навасардян*, «Биологический журн. Армении», т. 27, № 10 (1974) [11] *А. М. Агаджанян, Е. М. Навасардян*, «Биологический журн. Армении», т. 29, № 1 (1976) [12] *Е. М. Навасардян, А. М. Агаджанян*, «Биологический журн. Армении», т. 31, № 8 (1978).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LXXII 1981 1

УДК 577.151

БИОХИМИЯ

И. М. Зарафян, Г. П. Казанчян, Ж. И. Акопян

Банк данных по лактатдегидрогеназе

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. Х. Буниятяном 20/X 1980)

Информация по лактатдегидрогеназе (ЛДГ) очень обширна, фермент исследован разносторонне [1,2]. Однако манипулирование этой информацией затруднено ввиду отсутствия четкой систематизации и того, что имеющийся в обзорах материал статистически не всегда обработан. Для быстрого, полного и правильного использования имеющейся информации по ЛДГ, крайне необходимой в медицинской практике, мы сочли целесообразным сделать попытку аналитической систематизации имеющейся информации в виде банка данных этого фермента. Подобная методология создания банков данных в настоящее время широко используется во многих областях науки и техники, в том числе и биологии. Так например, банк данных создан для систематизации и хранения белков различного происхождения [3,4].

Структура банка данных по ЛДГ представляет собой машинный файл прямого доступа. Первая запись банка данных содержит две группы информационных списков по ЛДГ. В первую группу списков входят те характеристики фермента, которые являются специфическими:

1) аминокислотный состав; 2) аминокислотная последовательность; 3) ферментативная активность; 4) константа седиментации; 5) коэффициент экстинкции; 6) константа Михаэлиса; 7) константа ингибирования; 8) распределение изоферментов; 9) активность изоферментов.

Ко второй группе списков относятся феноменология и принадлежность фермента: 1) список видов; 2) список тканей; 3) список субстратов; 4) список коферментов; 5) список ингибиторов; 6) список патологий.

Для каждой из характеристик фермента отведено по одной записи, которые заполняются значениями соответствующих характеристик по мере поступления информации. Еще одна запись отведена под матрицу MVT (матрица видов и тканей), элемент (i, j) которой содержит

информацию о ферменте, относящуюся к виду с номером i в списке видов и к ткани с номером j в списке тканей. Число ячеек в элементе матрицы MVT равно числу характеристик в банке данных. В зависимости от типа вводимой информации значения характеристик вносятся в соответствующую запись начиная с первой свободной ячейки. Адрес этой ячейки в свою очередь вносится в соответствующую данной записи ячейку элемента матрицы MVT.

Значения характеристики в записи AKSOS (аминокислотный состав) представляют данные качественного и количественного состава аминокислот, входящих в молекулу ферментного белка.

Значения характеристики в записи AKPOS (аминокислотная последовательность) представляют данные по очередности расположения аминокислот в полипептидной цепи ферментного белка.

Ферментативная активность отображена в виде удельной активности очищенных ферментных препаратов ЛДГ, значения которой находятся в записи ACTIV (активность).

В записи CONSED (константа седиментации) представлены значения, полученные в результате аналитического центрифугирования белка, в виде констант седиментации.

Значения коэффициентов экстинкции представлены в записи KEXT, где, кроме того, указаны соответствующие длины волн.

Значения констант Михаэлиса и ингибирования зависят от концентрации субстрата или ингибитора, соответственно, и от ряда других факторов. Поэтому в соответствующих записях CONMI и CONIN кроме значения этих констант указаны также значения концентраций и номера кофермента, субстрата или ингибитора из соответствующих им списков.

Количественная и качественная характеристики изоферментов ЛДГ учтены в зависимости от вида и типа ткани и представлены в записях ISOF и ACTIS, соответственно.

В банк данных внесена также имеющаяся в литературе информация количественного и качественного перераспределения изоферментного состава ЛДГ при различных патологиях по двум параметрам: перераспределению изоферментов $ЛДГ_1$, $ЛДГ_2$, $ЛДГ_3$, $ЛДГ_4$, $ЛДГ_5$ и изменению активности соответствующих изоферментных фракций (увеличению или уменьшению активности).

Данные по изменениям ЛДГ при различных патологиях имеют практическую нацеленность в плане возможной быстрой дифференциальной диагностики по этому ферментативному параметру.

В банк данных внесен список литературы, позволяющий получать не только нужную информацию по ЛДГ, но и ее источник.

Банк данных работает в режиме диалога «машина—пользователь», поэтому его обслуживание не требует знания языков программирования и специальной подготовки. Ввод новой информации осуществляется пользователем по директиве «ВВЕСТИ». В зависимости от типа информации банк данных запрашивает необходимые данные для ввода

информации в соответствующие записи. Типичный пример ввода информации показан на рис. 1. Вывод информации осуществляется дирек-

```
**ВВОДИТЕ ДИРЕКТИВУ
ВВЕСТИ
**ВВОДИТЕ ТИП ИНФОРМАЦИИ
К ЭКСТИНКЦИИ
**УКАЖИТЕ ВИД
ЛЯГУШКА
**УКАЖИТЕ ТКАНЬ
МЫШЦА
**ЗАДАЙТЕ ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФ ЭКСТИНКЦИИ
1.93
**ПРИ КАКОЙ ДЛИНЕ ВОЛНЫ
280
**ВВОДИТЕ ТИП ИНФОРМАЦИИ
С СЕДИМЕНТАЦИИ
**ЗАДАЙТЕ ЗНАЧЕНИЕ CONST СЕДИМЕНТАЦИИ
7.56
**ВВОДИТЕ ТИП ИНФОРМАЦИИ
К МИХАЭЛИСА
**УКАЖИТЕ СУБСТРАТ
ПИРУВАТ
**УКАЖИТЕ КОФЕРМЕНТ
NADH
**УКАЖИТЕ КОНЦЕНТРАЦИЮ
1.E—4
**ЗАДАЙТЕ ЗНАЧЕНИЕ CONST МИХАЭЛИСА
1.4E—4
**ВВОДИТЕ ТИП ИНФОРМАЦИИ
КОНЕЦ
****ИНФОРМАЦИЯ ВВЕДЕНА В БД****
```

Рис. 1. Пример ввода информации по некоторым параметрам ЛДГ

тивой «ПЕЧАТЬ». В зависимости от запроса в режиме диалога создается набор требуемых значений характеристик, который выводится на печать в удобной для пользователя форме (рис. 2).

В настоящей работе описана первая проба создания банка энзиматических данных, и мы сознаем необходимость дальнейшего пополнения банка данных различными ферментативными параметрами. Модель фермента ЛДГ выбрана не случайно, так как, на наш взгляд, это наиболее изученный фермент, имеющий большое значение в медицинской практике. В дальнейшем будет проведена работа по созданию банков данных для набора тех ферментов, которые широко используются как тест-показатели в клиниках. Настоящий банк данных мы рассматриваем как эталонный (контрольный) информативный набор данных для сравнительного анализа нормы и патологии ферментов из различных

ВИД ЛЯГУШКА
ТКАНЬ МЫЩЦА
АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ

АЛАНИН	16.6	ЛЕЙЦИН	30 0
АРГИНИН	8.0	ЛИЗИН	30 0
АСПАРАГИН	—	МЕТИОНИН	9.5
АСПАРТАТ	32.0	ПРОЛИН	12.6
ВАЛИН	32.0	СЕРИН	28 0
ГИСТИДИН	7.2	ТРЕОНИН	14.5
ГЛИЦИН	25.5	ТИРОЗИН	6.1
ГЛЮТАМАТ	27.0	ТРИПТОФАН	—
ГЛЮТАМИН	—	ФЕНИЛАЛАН	6.5
ИЗОЛЕЙЦИН	23.0	ЦИСТЕИН	—

АКТИВНОСТЬ 1.02E 3

CONST СЕДИМЕНТАЦИИ 7.56

КОЭФФ. ЭКСТИНКЦИИ 1.93 ПРИ ДЛИНЕ ВОЛНЫ 280

CONST МИХАЭЛИСА

СУБСТРАТ	КОФЕРМЕНТ	КОНЦЕНТР.	ЗНАЧЕНИЕ
ПИРУВАТ	NADH	1.E—4	1.4E—4
ЛАКТАТ	NAD	1.E—4	1 2E—2

ЛИТЕРАТУРА

AMAREO PESCE, THOMAS P. FONDY, FRANCYS STOUZENDWACH, FRED CASTILLO AND NATHAN O. KAPLAN COMPARATIVE ENZYMOLOGY OF LACTIC DEHYDROHENASES
JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, VOL. 242, PP. 2151—2167, 1967, USA

Рис 2. Пример вывода информации по некоторым параметрам ЛДГ

биологических объектов, хранения и статистической обработки информации по исследуемым ферментам, обмена информацией и решения ряда практических задач, которые находятся в стадии реализации.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Армянской ССР
Вычислительный центр
Академии наук Армянской ССР

Ի. Մ. ՉԱՐԱՖՅԱՆ, Գ. Փ. ՂԱԶԱՆՉՅԱՆ, Ժ. Ի. ՀԱԿՈԲՅԱՆ

Լակտատդեգիդրոգենազայի տվյալների բանկը

Փորձ է արված լակտատդեհիդրոգենազայի վերաբերյալ տվյալները անալիտիկորեն սիստեմավորել տվյալների բանկի ձևով։ Լակտատդեգիդրոգենազայի տվյալների բանկի կառուցվածքը իրենից ներկայացնում է մեքենայական ֆայլ ուղղակի հասանելիությամբ։ Տվյալների բանկը աշխատում է մե-

քնա-օգտվող երկխոսության ռեժիմում և չի պահանջում ծրագրային լեզուների վերաբերյալ գիտելիքներ և առանձնահատուկ պատրաստվածություն։ Տվյալների բանկը ունի մեծ գործնական նշանակություն բժշկական պրակտիկայում։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *J. Everse, N. O. Kaplan*, Advantees in Enzymology, p. 62—130, 1973. [2] *M. G. Rossman, L. Anders, C.-I. Branden* a. o. The Enzymes, III ed., vol. 11 (1975). [3] *F. H. Allen, O. Kennard, W. D. S. Motherwell* a. o. J. Chem. Doc., vol. 13 (1973). [4] *F. C. Bernstein, T. F. Koetrl*, Arch. Biochem. and Biophys., vol. 185 (1978).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LXXII 1981 1

УДК 581.12

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Академик АН Армянской ССР **В. О. Казарян,**
А. А. Чилингарян

О реакции растений томата на удаление плодовых кистей

(Представлено 8/VII 1980)

При переходе растений к репродуктивному развитию листовые ассимиляты и продукты обмена веществ корней, как правило, направляются, главным образом, к плодам и семенам ([1,2]), тем самым подавляя вегетативный рост ([2]). Массовое завязывание и рост плодов в дальнейшем в значительной степени ограничивает формирование новых цветков и плодов ([3,4]), тогда как частичное удаление развивающихся плодов ([3—5]) вновь стимулирует образование новых. Мы располагаем данными относительно подавления и роста корней в период плодоношения ([3,6,7]). При этом раннее плодоношение, как правило, через ослабление роста отрицательно влияет на общую урожайность сельскохозяйственных культур. Отсюда следует, что для активации роста и повышения урожайности прежде всего необходимо стимулировать развитие корневой системы до начала цветения и формирования плодов. Это относится в первую очередь к овоще-бахчевым культурам, цветение, завязывание и созревание плодов которых протекает одновременно. Для повышения функциональной активности корней этих культур, по всей вероятности, следует периодически производить частичное удаление растущих плодов. Для подтверждения этого положения нами были проведены опыты с томатом сорта Ереван-14.

После наступления фазы завязывания плодов растения разделили на четыре группы. У растений одной группы проводилось систематическое удаление плодовых кистей (2), у другой плодоножки удаляли в течение лишь первых двух недель (3), у третьей (4)—в течение первых трех недель. В качестве контроля брались неповрежденные растения (1).

После указанных операций в определенные сроки в листьях, корнях и пасоке, полученной за четыре часа, были проведены следующие определения: сухого веса, общей и рабочей поглотительной поверх-

ности корней и активности поглощения по Колосову (8) с некоторыми видоизменениями ([9]), форм азота по Кьельдалю ([10]), поверхности листьев методом высечек ([11]), интенсивности фотосинтеза по Чатскому и Славику ([12]). Повторность определений 4—5-кратная, полученные данные обрабатывались статистически. Образцы для анализа брались в следующие сроки: у второй группы на 8-й (25/VII), у третьей группы на 16-й (16/VIII) и 47-й (16/IX), а у четвертой группы на 9-й (16/VIII) и 40-й (16/IX) дни.

Частичное и непрерывное удаление плодовых кистей томата заметно сказалось на сухом весе корней (табл. 1). Так, удаление плодовых

Таблица 1

Влияние удаления плодовых кистей на массу и поглотительную активность корней

Варианты	Сроки определений	Сухой вес, *г*	Общая поверхность, *дм²*	Рабочая поверхность, *дм²*	Интенсивность поглощения (*мг* / *г* сухого вещества, $10'$)
Контроль	25/VII	1,74±0,02	143,7±1,05	77,6±1,19	5,47±0,15
	16/VIII	4,15±0,06	129,5±1,08	52,5±1,08	5,15±0,10
	16/IX	3,02±0,05	85,3±0,69	27,7±0,21	0,89±0,03
Непрерывное удаление плодовых кистей	25/VII	2,71±0,10	158,4±1,31	91,3±1,04	7,63±0,05
	16/VIII	6,50±0,25	174,3±2,04	98,8±1,35	8,00±0,07
	16/IX	7,85±0,23	195,5±2,85	105,8±2,13	8,85±0,12
Удаление плодовых кистей в течение 2 недель	16/VIII	4,91±0,13	169,7±2,13	110,4±3,42	8,85±0,14
	16/IX	4,61±0,09	165,0±1,46	98,9±2,54	9,13±0,10
Удаление плодовых кистей в течение 3 недель	16/VIII	5,62±0,15	170,0±0,95	105,6±3,12	8,64±0,09
	16/IX	6,78±0,21	184,7±1,33	89,7±2,25	8,31±0,15

кистей у второй группы привело к увеличению общей массы корней во все сроки (25/VII, 16/VIII, 16/IX) соответственно на 58,5, 56,6, 159,9% по сравнению с контролем. Аналогично изменился и сухой вес корней у третьей и четвертой групп. При этом было замечено, что непрерывное удаление плодовых кистей приводит к более существенному увеличению сухого веса корней, чем частичное. Изменение этого показателя у корней растений всех групп протекает примерно одинаково, лишь с той разницей, что у второй и четвертой групп сухой вес корней достигает максимума в конце вегетации, а у контроля и третьей группы—в фазе созревания плодов. Изменение общей и рабочей поглотительной поверхности корней осуществляется с той же закономерностью, что и сухого веса. Примененная фитотехника способствовала значительному увеличению общей и, в особенности, рабочей поглотительной поверхности корней. Так, если на восьмой день (25/VII) удаления плодовых кистей у второй группы общая поверхность корней увеличилась на 10,2%, то рабочая—на 17,7%. В остальные сроки эта разница становится еще более заметной. Аналогично изменились указанные показатели и у остальных вариантов.

Таким образом, хирургическое вмешательство способствовало

увеличению общей поверхности корней, причем большая доля пришлась на рабочую поверхность. Значительный рост этого показателя привел к интенсификации их поглотительной деятельности. Более заметно подобная тенденция проявилась при частичном удалении кистей (третья и четвертая группы), в особенности у третьей группы, где поглотительная деятельность корней была выше соответственно по фазам развития в 1,7 и 10 раз по сравнению с контролем. Столь необычное увеличение поглотительной способности корней в конце вегетации у опытных растений, вероятно, можно объяснить тем, что удаление плодовых кистей способствовало обогащению корней ассимилятами, их росту и функционированию. О старческом состоянии корней контрольных растений можно судить и по разнице между показателями интенсивности поглощения в конце вегетации и предшествующей фазе развития.

Удаление плодовых кистей положительно повлияло на количество выделенной пасоки и ее сухой вес (рис. 1). Хотя на восьмой день

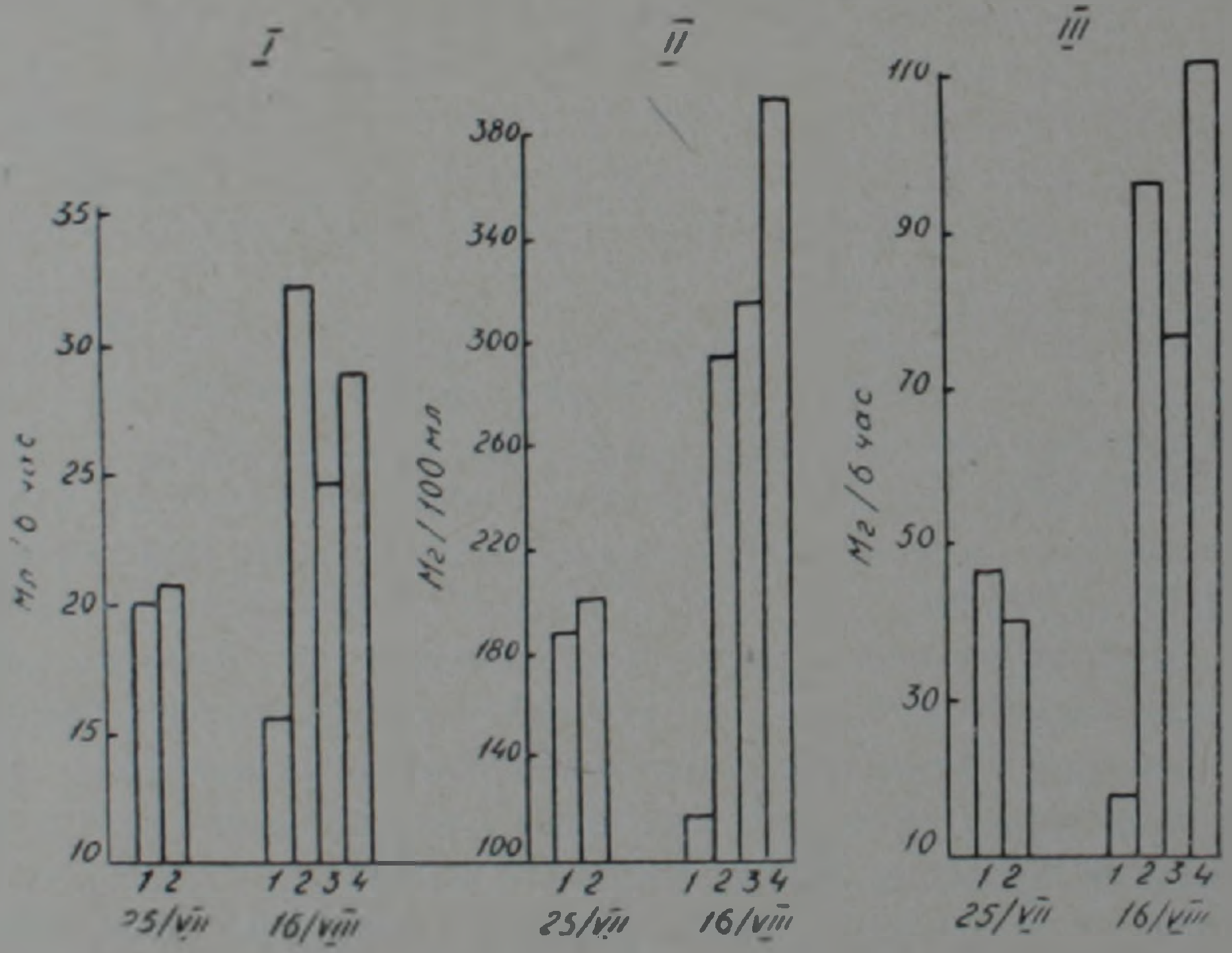

Рис. 1. Влияние удаления плодовых кистей на выделенное количество (*I*) и сухой вес (*II*) пасоки и вынос ею сухого вещества (*III*). 1—контроль; *2*—непрерывное удаление плодовых кистей; *3*—удаление плодовых кистей в течение двух недель; *4*—удаление плодовых кистей в течение трех недель

(25/V) наблюдалось некоторое уменьшение количества пасоки и ее выноса, было замечено повышение содержания сухих веществ в ней. Это явление, по-видимому, носило временный характер и в дальнейших определениях не наблюдалось. Так, у второй группы на 30-й день (16/VIII) удаления плодовых кистей количество выделенной пасоки уже увеличилось на 111,0%, а ее сухой вес и вынос вещества соответственно—на 106,3 и 441,5% по сравнению с теми же показателями кон-

троля. Аналогичные изменения были выявлены и у растений третьей и четвертой групп, только с той разницей, что здесь сухой вес пасоки был значительно больше, чем у второго варианта.

Таким образом, частичное и непрерывное удаление плодовых кистей способствует активации корневой деятельности. В результате в надземные органы опытных растений по сравнению с контрольными направляется больше пасоки. Этот факт подтверждается и результатами исследований различных форм азота в пасоке (рис. 2). На вось-

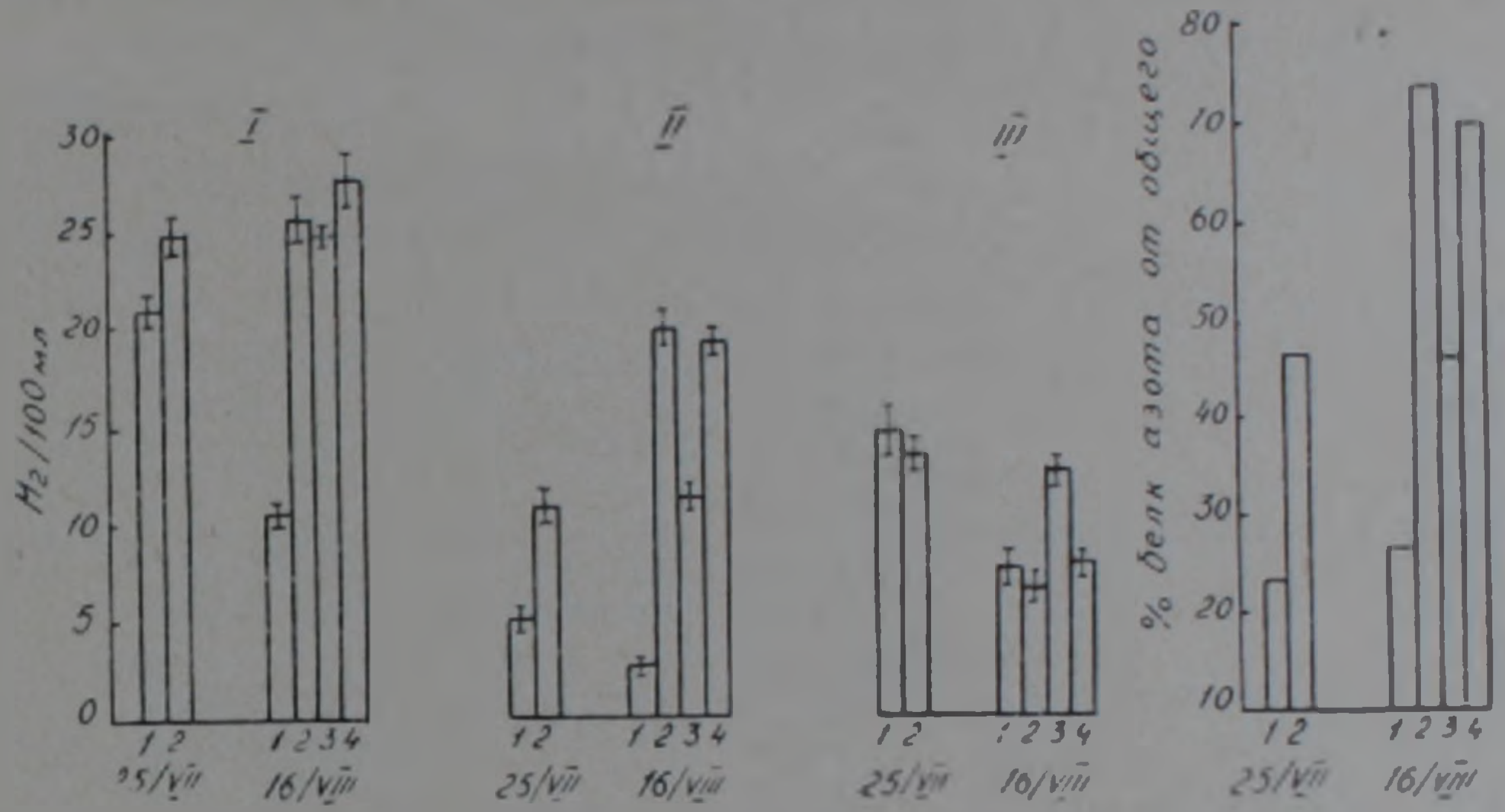

Рис 2. Влияние удаления плодовых кистей на содержание различных форм азота в пасоке: *I*—общего; *II*—белкового; *III*—небелкового (группы те же, что и на рис. 1)

мой день (25/VII) систематического удаления плодовых кистей (вторая группа) содержание общего азота в пасоке повысилось на 16,7, а белкового—на 120,7% по сравнению с контролем. В последующих фазах развития эта разница еще больше увеличилась в пользу опытных растений. Например, если на 30-й день (16/VIII) систематического удаления плодовых кистей общий азот повысился на 141,7, то белковый—на 551,1%. У третьей группы в те же сроки содержание общего азота увеличилось соответственно на 132,1 и 160,2%, а количество белкового азота—на 289,5 и 565,2%. Процент последней формы азота от общего у опытных растений всегда выше, чем у контрольных. Это показывает, что синтетическая способность корней опытных растений повысилась, в результате чего в надземные органы направилось больше белкового азота, чем у контрольных.

Нами исследованы общая масса и некоторые физиологические показатели листьев в зависимости от частичного и непрерывного удаления плодовых кистей.

Как видно из приведенных данных (табл. 2), на восьмой (25/VII) 30-й (16/III) и 61-й дни удаления плодовых кистей у растений второй группы листовая поверхность увеличилась соответственно на 62,0, 28,5 и 154,3%, а сухой вес этих листьев—на 90,4; 68,7 и 151,4%.

Подобным же образом изменяются указанные показатели у расте-

ний третьей и четвертой групп. При этом с увеличением числа удаленных кистей увеличивались поверхность листьев и их сухой вес. Кроме того, выяснилось, что у опытных растений увеличилось и отношение рабочей поглотительной поверхности корней к площади листьев. Исключение составляют только результаты восьмого дня определения у второго варианта, где указанное соотношение несколько ниже, чем у контроля.

Таблица 2

Влияние удаления плодовых кистей на рост и сухой вес листьев

Группы	Сроки определений	Поверхность, $дм^2$	Сухой вес, $г$	Рабочая поверхность корней / Поверхность листьев
Контроль	25/VII	17,44±0,28	9,36±0,50	4,44
	16/VIII	15,99±0,80	8,77±0,70	3,34
	16/IX	6,46±0,26	3,69±0,12	4,27
Непрерывное удаление плодовых кистей	25/VII	28,26±0,09	17,83±0,09	3,19
	16/VIII	20,56±0,17	14,80±0,20	4,81
	16/IX	16,43±0,22	9,28±0,28	6,43
Удаление плодовых кистей в течение 2 недель	16/VIII	18,85±0,19	12,36±0,26	5,85
	16/IX	10,80±0,31	5,23±0,25	9,06
Удаление плодовых кистей в течение 3 недель	16/VIII	19,46±0,23	12,59±0,02	5,42
	16/IX	12,36±0,21	8,68±0,19	7,25

Частичное и непрерывное удаление плодовых кистей способствовало также усилению интенсивности фотосинтеза (рис. 3). Как было уже отмечено, непрерывное и, в особенности, частичное удаление плодовых кис-

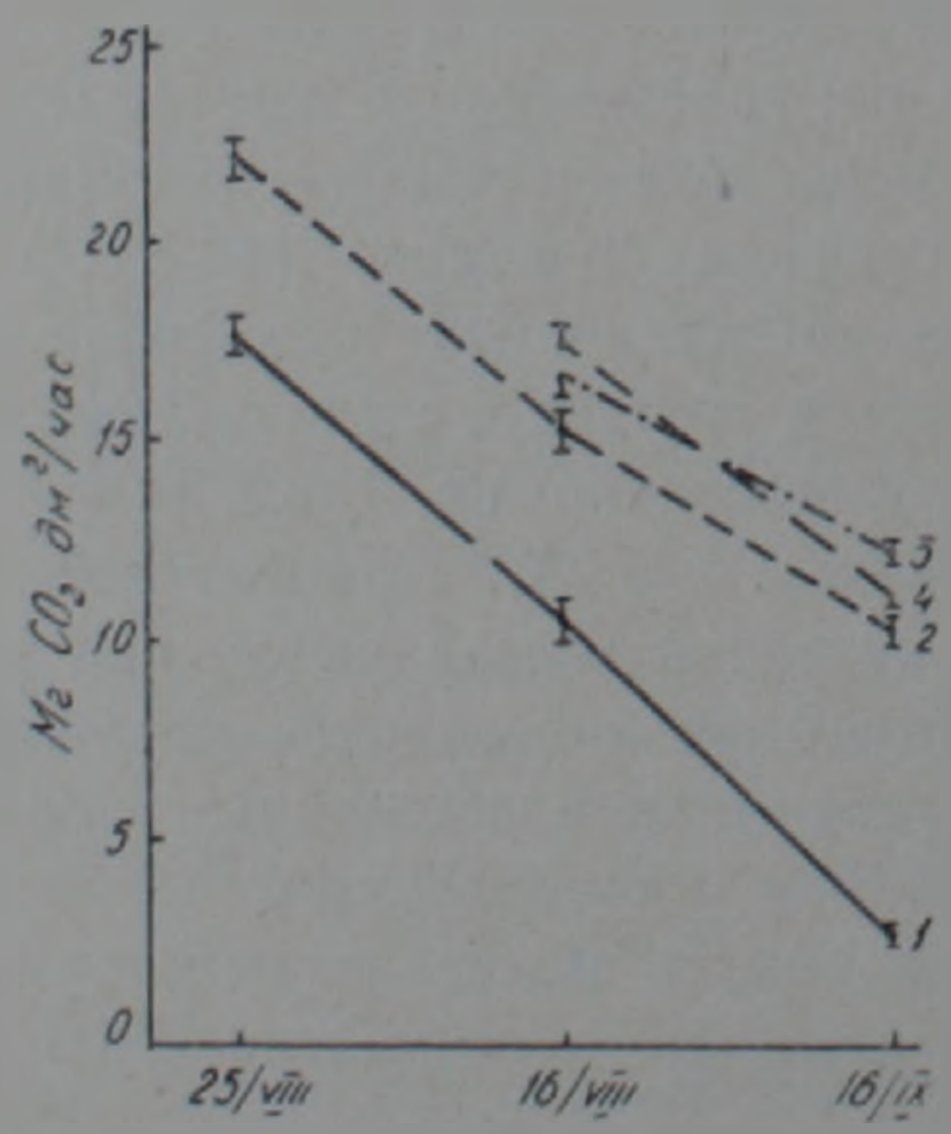

Рис. 3. Влияние удаления плодовых кистей на интенсивность фотосинтеза листьев (группы те же, что и на рис. 1)

тей привело к активации метаболической деятельности корневой системы, что является одним из решающих факторов активации фотосинтеза.

Наиболее заметная активация фотосинтеза имела место у групп (3, 4), у которых плодовые кисти удалены частично. Если на 8-й (25/VII), 30-й (16/VIII) и 61-й (16/IX) дни систематического удаления кистей и листьев во второй группе интенсивность фотосинтеза соответственно увеличилась на 25,2; 40,8 и 151,9%, то у третьей группы на 16-й (16/VIII) и 47-й (16/IX) дни она нарастала на 61,5 и 315,7%.

Обобщая изложенные выше результаты, мы вправе констатировать, что удаление плодовых кистей является мощным фактором, положительно влияющим на рост, поглотительную и метаболическую деятельность корней, а также увеличение общей массы листьев и их функциональную активность.

Таким образом, формирование плодов как органов расходования ассимилятов и корневых метаболитов приводит к уменьшению доли веществ, поступающих в корни, что вызывает ослабление их роста и функционирования. Для предотвращения физиологической инактивации корней, продления жизни и общей продуктивности растений следует провести частичное удаление плодовых кистей, тем самым усиливая снабжение корней ассимилятами. Указанный и другие фитотехнические приемы следует использовать именно для нормального обеспечения двухстороннего корне-листового обмена.

Институт ботаники
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Ա. Ա. ՉՈՎԻՆԴԱՐՅԱՆ

Լոլիկի բույսերի ռեակցիան պտղաողկույզների հեռացման նկատմամբ

Բույսերի գեներատիվ զարգացման փուլում պլաստիկ նյութերի հոսքը տերևներից և արմատներից հիմնականում ուղղվում են դեպի նոր առաջացող պտուղներն ու սերմերը, որի հետևանքով ճնշվում է բույսերի վերերկրյա մասի և արմատների վեգետատիվ աճը։ Մասսայական պտղաբերումը և պտուղների աճը սահմանափակում է նաև հետագա նոր պտղաօրգանների գոյացումը։

Լոլիկի բույսերի վրա կատարված մեր փորձերը ցույց են տալիս, որ պտղաողկույղների վաղ և հատկապես մասնակի հեռացումը նպաստում է արմատների աճին և նրանց ֆունկցիոնալ ակտիվության բարձրացմանը, որն իր հերթին բերում է տերևների ֆոտոսինթեզի ինտենսիվության ու աճի ուժեղացմանը և բույսի ընդհանուր արդյունավետության բարձրացմանը։ Պտղաողկույզների վաղ և մասնակի հեռացումը, ինչպես նաև արտադրության մեջ կիրառվող այլ ֆիտոտեխնիկական միջոցառումները հենց նպատակ ունեն ապահովելու արմատ-տերև երկկողմանի նորմալ նյութափոխանակության։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *В. О. Казарян*, Старение высших растений, Наука, М., 1969. [2] *И. И. Туманов, З. Э. Горсев*, Труды Ин-та физиологии растений им. Тимирязева, т. 7, вып. 2 (1951).

[3] *А. Г. Авакян*, Биологические особенности роста и развития важнейших овощных и бахчевых культур, Докт дисс. Ереван, 1964. [4] *В. П. Макян*, Пути получения высоких урожаев томатов и огурцов в открытом и защищенном грунте в условиях Степанаванского района Армянской ССР. Канд. дисс. Ереван, 1971 [5] *З. Э. Гареев*, Изв. АН Киргиз. ССР, серия биол. наук, т. 1, вып. 3 (1959). [6] *В. О. Казарян, В. А. Давтян, А. А. Чилингарян*, Физиология растений, т. 20, № 12 (1973). [7] *В. О. Казарян*, Труды Ин-та ботаники АН АрмССР, т. 18 (1972). [8] *И. И. Колосов*, Поглотительная деятельность корневых систем растений, Изд-во АН СССР, М., 1962. [9] *В. О. Казарян, А. Г. Абрамян, Г. Г. Габриелян*, Биологический журн. Армении, т. 19, № 6 (1966). [10] *А. И. Белозерский, Н. И. Проскуряков*, Практическое руководство по биохимии растений, Советская наука, М., 1951. [11] *А. А. Ничипорович, Л. Е. Строгонова*, Фотосинтетическая деятельность растений в посевах Изд-во АН СССР, М., 1961. [12] *И. Чатский, Б. Славик*, Полевой прибор для определения интенсивности фотосинтеза. Biol. plantar., 2(2) (1960).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LXXII 1981 1

УДК 581.12

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Академик АН Армянской ССР В. О. Казарян,
А. А. Чилингарян

К вопросу о влиянии дефлорации на функциональную деятельность корней томата

(Представлено 9/VII 1980)

Одним из главных внутренних факторов, определяющих энергию роста и продуктивность растений, является общая представленность и активность корневой системы ([1]). Обычно для активации жизнедеятельности корней, кроме агрохимических приемов ([2]), производится и обрезка надземных органов, т. е. повышается корнеобеспеченность оставшихся на растении листьев. В результате усиливается рост и фотосинтетическая активность последних ([1]), повышается фотосинтез ([1,3]), улучшается водный режим, а в конечном счете—общая продуктивность растений ([2,4]). Вместе с тем экспериментально показано положительное влияние удаления части цветков или плодов на общую урожайность растений ([4,5]), однако без попытки выявления механизма подобного действия.

Исходя из положения о том, что общая жизнедеятельность надземных органов, в частности листьев, определяется мощностью и функциональной активностью корней, мы вправе полагать, что удаление части соцветий или плодов приведет именно к усилению корневой деятельности и повышению продуктивности растений.

Для подтверждения этого предположения нами в вегетационных сезонах 1976—1978 гг. были проделаны некоторые опыты с растениями томата Ереван-14. Были взяты следующие варианты: 1) контроль (свободно растущий куст); 2) растения, у которых систематически удаляли соцветия; 3) растения, у которых удаление соцветий проводили в течение одной недели; 4) растения, у которых удаление соцветий проводили в течение двух недель. В процессе удаления соцветий изучение велось на 5-й, 20-й и 42-й дни (растения 2-го варианта). У растений 3-го варианта—на 13-й, 35-й дни, а у 4-го варианта—6-й и 28-й дни после удаления соцветий. Указанные сроки совпадают с цветением (10/VII), плодоношением (25/VII) и созреванием плодов контрольных растений (16/VIII).

В эти сроки определяли количество и сухой вес выделенной в течение 4—6 ч пасоки, различные формы азота по Къельдалю (6), фосфора по методу Гонда (7), а также количественный и качественный состав аминокислот (8). Анализы проводили в 5—6 повторностях, полученные данные подвергали статистической обработке.

Разные сроки удаления соцветий у томата оказывали неодинаковое воздействие на количество выделенной пасоки, его сухой вес и вынос сухого вещества (рис. 1). Так, например, во втором варианте при

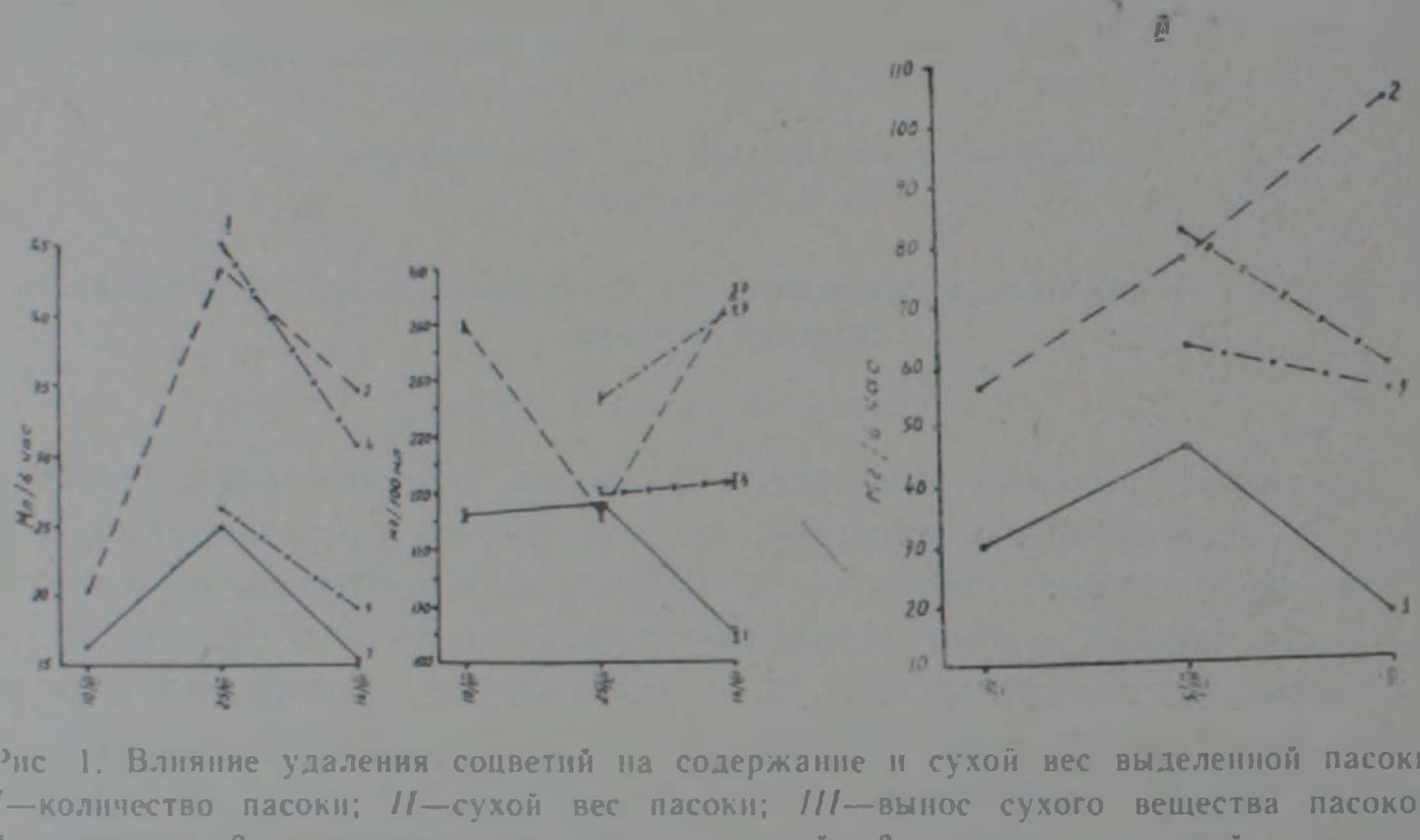

Рис 1. Влияние удаления соцветий на содержание и сухой вес выделенной пасоки: *I*—количество пасоки; *II*—сухой вес пасоки; *III*—вынос сухого вещества пасокой. *1*—контроль; *2*—непрерывное удаление соцветий; *3*—удаление соцветий в течение первой недели; *4*—удаление соцветий в течение двух недель

удалении соцветий на пятый день количество выделенной пасоки по сравнению с контролем увеличилось на 22,8%, а на 20-й и 42-й дни—соответственно на 73,2 и 124,4%. Аналогичная картина наблюдается у растений 3-го и 4-го вариантов.

Удаление значительного числа соцветий вызывает большее выделение пасоки (рис. 1, варианты 2 и 4). Максимальное выделение пасоки наблюдается у всех вариантов в фазе плодоношения, после чего его содержание уменьшается. При этом у контрольного варианта оно достигает наименьшего количества. Это свидетельствует о том, что вследствие полного и частичного удаления соцветий жизнедеятельность корней улучшается, что, как показали наблюдения, способствует дальнейшему формированию новых соцветий. Это, на наш взгляд, показывает также, что полное и частичное удаление соцветий приводит к усилению роста и жизнедеятельности корней. В результате выделяется больше пасоки, чем у контрольных растений. Об этом же свидетельствуют показатели по сухому весу и выносу сухого вещества пасоки. Удаление соцветий привело к повышению и сухого веса пасоки, что особенно наглядно проявляется в фазе созревания плодов. Так, если во втором варианте в фазе цветения сухой вес пасоки увеличился на

55,5%, то в фазе созревания плодов—на 160,8%. Следовательно, чем больше пасоки выделяется, тем меньше их сухой вес (2-й вариант). Особенно это проявляется в фазе плодоношения. У контрольных растений активация выделения пасоки привела к увеличению и выносу сухого вещества. Причем максимума последний достигает также в фазе плодоношения, за исключением второго варианта, где наибольший вынос сухого вещества обнаруживается в фазе созревания плодов.

Данные по содержанию различных форм азота опять-таки свидетельствуют о положительном влиянии дефлорации на активацию жизнедеятельности корневой системы (рис. 2).

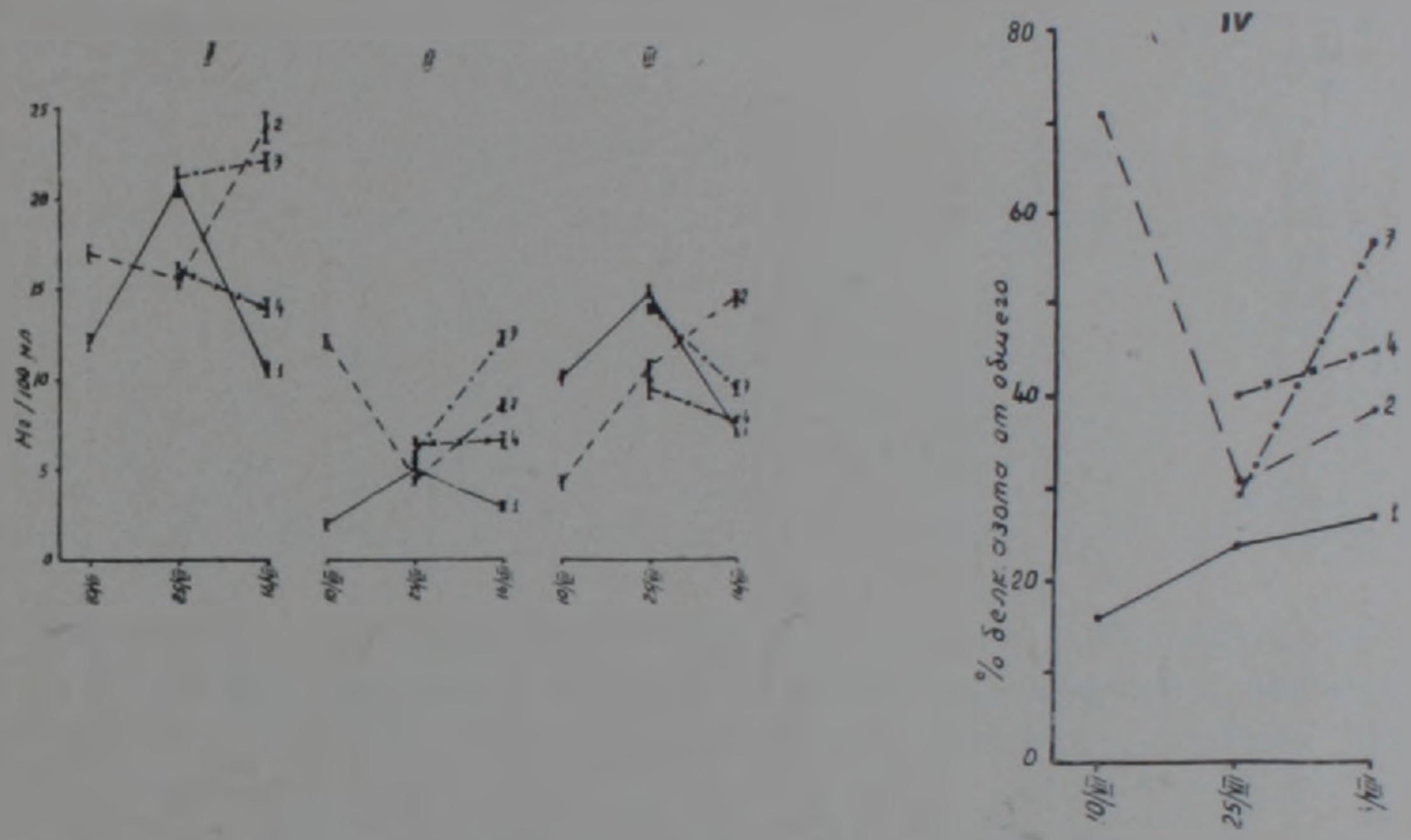

Рис. 2. Влияние удаления соцветий на содержание различных форм азота в пасоке *I*—общего; *II*—белкового; *III*—небелкового; *IV*—процент белкового азота от общего (варианты те же, что и на рис. 1)

При систематическом удалении соцветий на пятый день содержание общего азота в пасоке томата увеличилось на 39,3, а его белковая форма—на 503,4%. В фазе же плодоношения (25/VII) как во втором, так и в четвертом варианте содержание общего азота в пасоке несколько уменьшается. Видимо, минеральные вещества, поглощенные из почвы, и ассимиляты, полученные из листьев, в основном расходовались на рост корней, что иллюстрируется данными по сухому весу корней у опытных растений в фазе плодоношения. В период созревания плодов параллельно увеличению корневой системы усиливается также ее метаболическая функция и в результате в пасоке обнаруживалось большое содержание общего и белкового азота.

Полное и частичное удаление соцветий способствует увеличению в пасоке опытных растений количественного и качественного состава аминокислот (таблица). В пасоке как контрольных, так и опытных растений наибольшее содержание аминокислот выявлено в фазе созревания плодов, за исключением растений четвертого варианта. В

Влияние удаления соцветий на содержание аминокислот и амидов в пасоке (мг/100 мл)

Аминокислоты	Контроль			Непрерывное удаление соцветий			Удаление соцветий в течение одной недели		Удаление соцветий в течение двух недель	
	10/VII	25/VII	16/VIII	10/VII	25/VII	16/VIII	25/VII	16/VIII	25/VII	16/VIII
Цистеин	0,81	—	0,16	0,87	0,81	3,32	—	4,69	0,32	0,97
Лизин	—	0,20	0,06	0,04	0,15	0,13	—	0,14	0,08	0,18
Гистидин	—	0,22	0,16	0,29	0,19	0,17	0,14	0,58	0,38	0,27
Аргинин	0,05	0,27	—	—	0,13	0,12	0,08	0,25	0,91	—
Аспарагин	—	—	—	—	—	—	0,70	—	1,61	—
Глютамин	0,63	0,46	—	0,95	—	1,07	—	1,44	—	—
Аспарагиновая кислота	0,29	0,68	0,36	0,97	0,63	0,21	0,51	0,26	1,30	0,54
Серин+глицин	—	0,14	0,14	—	0,25	0,57	0,22	0,88	0,22	0,27
Глютаминовая кислота	0,15	0,16	0,14	0,10	0,22	0,24	0,53	—	0,72	0,16
Трионин	—	0,13	—	—	—	2,35	—	0,65	—	0,15
Аланин	0,09	0,18	0,28	0,09	0,23	0,24	0,62	0,48	0,34	0,38
Пролин	—	—	—	++	—	—	—	—	—	—
Тирозин	—	—	0,40	0,26	—	2,42	—	2,61	0,70	2,28
Триптофан	—	—	1,56	—	—	1,20	—	1,38	—	2,22
Метионин	0,61	0,22	0,24	0,28	0,19	—	0,26	—	0,43	—
Валин	—	0,27	0,27	0,12	0,24	0,36	0,35	0,49	0,27	—
Фенал	0,43	0,64	—	0,72	0,74	13,30	1,59	2,28	6,01	1,37
Лейцин	0,26	0,28	0,48	0,18	—	1,38	0,22	1,56	0,30	0,46
Изолейцин	—	—	—	0,29	—	0,42	0,79	2,13	2,38	0,75
Сумма	2,87	3,85	4,25	5,16	3,78	27,6	6,01	20,42	14,97	10,00

этом случае максимум данного показателя совпадает с фазой плодоношения у контрольных растений (рис. 3). О высокой активности корней опытных растений свидетельствует также большее содержание

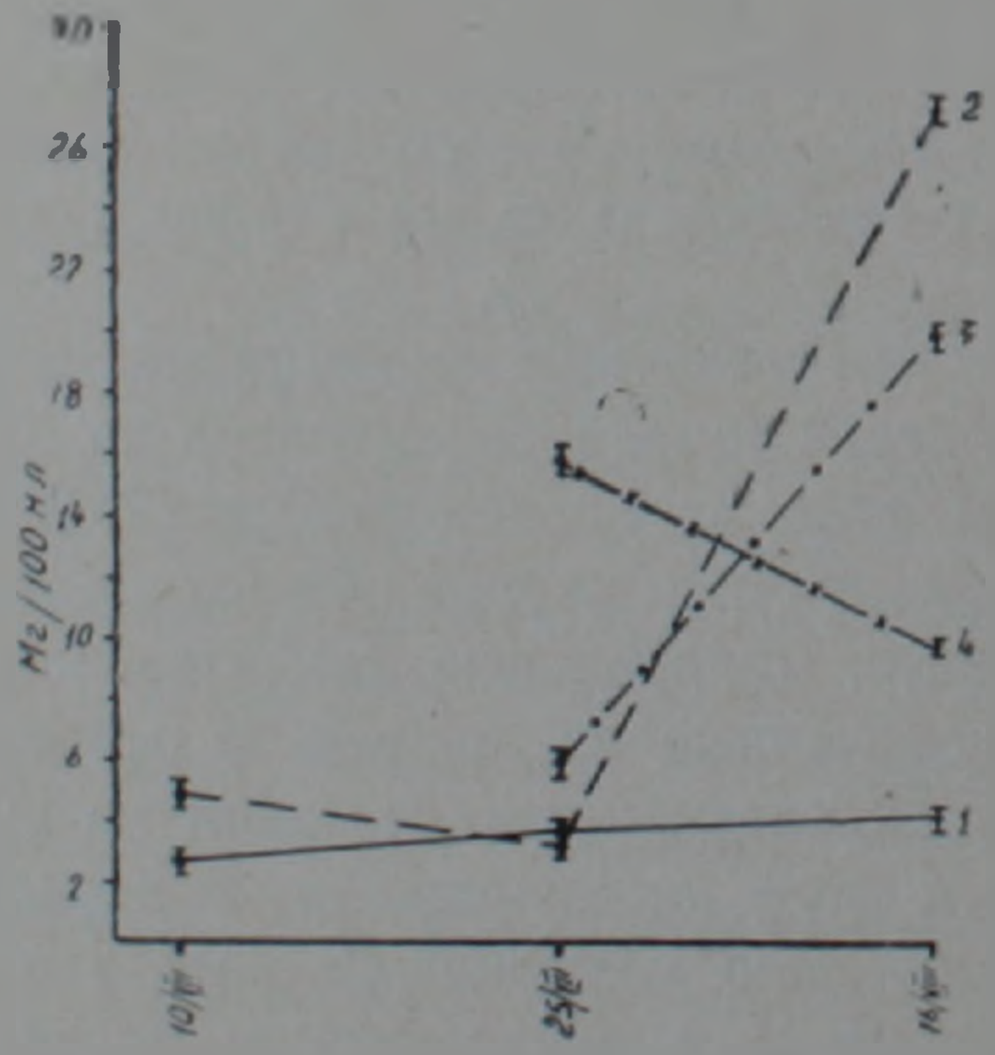

Рис. 3. Влияние удаления соцветий на общее содержание аминокислот и амидов в пасоке (варианты те же, что и на рис. 1)

аминокислот в пасоке. Так, например, в пасоке растений второго варианта на пятый день содержание аминокислот увеличилось на 79,3%,

а на 42-й день—на 549,4%. Аналогичная тенденция наблюдается у остальных вариантов. Этот факт вновь подтверждает ту мысль, что частичное и полное удаление соцветий способствует усилению метаболической деятельности корневой системы, что более рельефно проявляется в конце вегетации.

Данные по фосфорному обмену оказались иными. При систематическом удалении соцветий на пятый день в пасоке растений второго варианта общий фосфор уменьшился на 67,8, а органический — на 75,8%, но взамен этого значительно увеличился сухой вес корней (74,2%) по сравнению с контролем. Видимо, фосфор, поглощенный из почвы, использовался в основном на рост корней. На последующих же

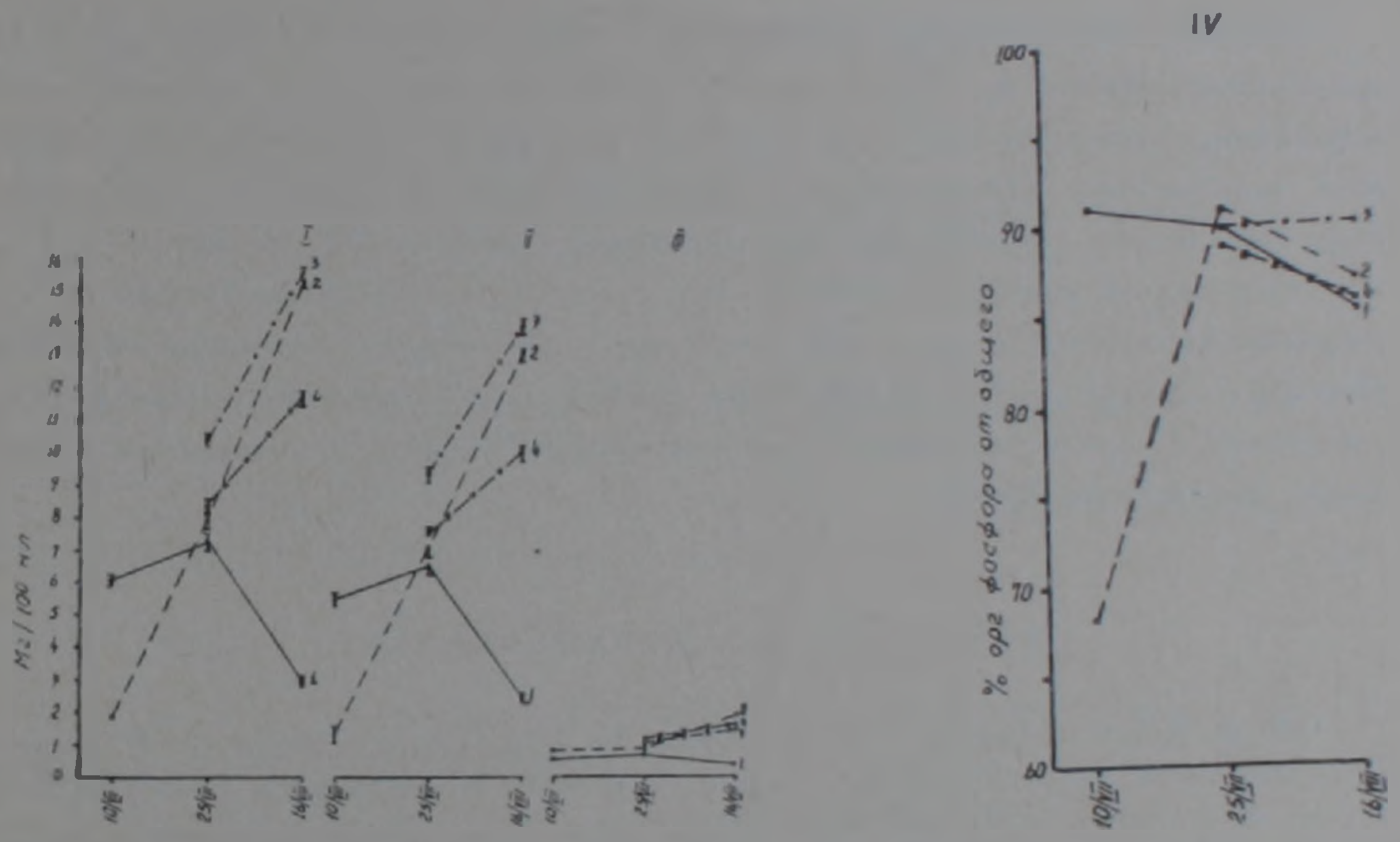

Рис. 4. Влияние удаления соцветий на содержание различных форм фосфора в пасоке: *I*—общего; *II*—органического; *III*—неорганического; *IV*—процент органического фосфора от общего (варианты те же, что и на рис. 1)

фазах развития (плодоношение, созревание плодов) картина существенно изменилась: на 20-й и 42-й дни в пасоке растений второго варианта содержание общего фосфора увеличилось по сравнению с контролем на 8,5 и 405,6%, а органического—9,7 и 414,3%. Аналогичная картина наблюдается у остальных вариантов.

Пасока корней опытных растений богата органическим фосфором в фазе формирования и созревания плодов, что свидетельствует о положительном влиянии частичного или полного удаления соцветий на задержку старения корней.

Сравнительный анализ полученных данных в конечном счете показывает, что в нормальных условиях жизнедеятельности основным внутренним фактором подавления поглотительной и метаболической деятельности корней является переход растений к генеративному развитию и плодоношению. Для сохранения повышенного уровня функционирования корней необходимо провести нормированную обрезку соцветий или удаление части плодов для усиления питания листовы-

ми ассимилятами. При таких условиях обеспечивается активный корне-листовой обмен, продлевается период генеративной фазы и повышается общая продуктивность растений.

Институт ботаники
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Ա. Ա. ՉԻԼԻՆԳԱՐՅԱՆ

Լոլիկի արմատների ֆունկցիոնալ գործունեության վրա դեֆլորացիայի ազդեցության հարցի մասին

Բույսերի արմատային համակարգի ֆիզիոլոգիական ակտիվությունը պայմանավորված է ոչ միայն արմատաբնակ միջավայրի գործոններով, այլև տերևներից ստացվող պլաստիկ նյութերի քանակով։ Ծերացման պայմաններում արմատների կենսագործունեության անկումը կապված է հենց նրանով, որ նրանք տերևներից քիչ պլաստիկ նյութեր են ստանում։

Կատարված փորձերով հաստատվել է, որ լոլիկի ծաղկաողկույզների հեռացումը նպաստում է պլաստիկ նյութերով արմատների հարստացմանը, որի շնորհիվ ակտիվանում է վերջիններիս կլանող ու մետաբոլիկ հատկությունը՝ շատանում է արմատահյութում սպիտակուցային ազոտի և օրգանական ֆոսֆորի պարունակությունը։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *В. О. Казарян*, Старение высших растений, «Наука», М, 1969. [2] *П. В. Макян*, Пути получения высоких урожаев у томатов и огурцов в открытом и защищенном грунте в условиях Степанаванского района Арм. ССР. Канд. дис., Ереван, 1971. [3] *В. О. Казарян, В. А. Давтян, А. А. Чилингарян*, Физиология растений, т. 20, № 4 (1973). [4] *А. Г. Авакян*, Листо-корневая коррелятивная зависимость томатов в онтогенезе. Мат. Закавк. конф по физиол. раст., Изд-во АН АзССР, Баку, 1967. [5] *И. И. Туманов, Э. Гареев*, Влияние органов плодоношения на материнское растение. Труды Ин-та физиологии растений им. Тимирязева, т. 7, вып 2 (1951). [6] *А. Н. Белозерский, Н. И. Проскуряков*, Практическое руководство по биохимии растений. Советская наука», М., 1951. [7] *S. T. Honda*, Plant physiology, vol. 13, № 1 (1956). [8] *Л. С. Маркосян*, Известия АН АрмССР, сер. биол. и с.-х. наук, т. 11, вып 12, (1958).