

ԵՐԵՎԱՆԻ  
ՊԵՏԱԿԱՆ  
ՀԱՍՏԱՏՈՒՅ



ЕРЕВАНСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

ԳԻՏԱԿԱՆ  
ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

1.2005

ԵՐԵՎԱՆ ◆ ЕРЕВАН

ISSN 0132-0173

Հրատարակում է 1925 թ.-ից (1967 թ.-ից՝ պարբերաբար):

Издается с 1925 г. (с 1967 г. – периодически).

## ԽՄԱԿՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ

ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ Ռ.Մ. (գլխ. խմբագիր), ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ Ս.Գ. (գլխ.խմբագրի տեղակալ),  
ԾԱՐԱՄԵՅՅԱՆ Լ.Թ. (պատրաստողայի)

ԲՈՅՆԱԳՐՅԱՆ Վ.Ր., ԴԱՆԻԵԼՅԱՆ Է.Ա., ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ Ի.Գ., ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ Հ.Գ.,  
ՀՈՎՍԵՓՅԱՆ Լ.Լ., ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ Ը.Ա., ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ Ռ.Մ., ԾՈՒՔՈՒՐՅԱՆ Ս.Կ.,  
ՉՈՒԱՄՐՅԱՆ Է.Կ., ՍԱՐԳՍՅԱՆ Հ.Հ., ՍԱՐԳՍՅԱՆ Ս.Վ.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

АРУТЮНЯН Р.М. (глав. редактор), ПЕТРОСЯН С.Г. (зам. глав. редактора),  
ШАРАМБЕЯН Л.Т. (отв. секретарь)

БОЙНАГРЯН В.Р., ДАНИЕЛЯН Э.А., МАРКАРЯН Ш.А., МАРТИРОСЯН Р.М.,  
ОСИПЯН Л.Л., САРКИСЯН О.А., САРКИСЯН С.В., ХАЧАТРЯН А.Г.,  
ХАЧАТРЯН И.Г., ЧУБАРЯН Э.В., ШУКУРЯН С.К.

Երևանի համալսարանի հրատարակություն  
Издательство Ереванского университета

© ԵՊՀ Գիտական տեղեկագիր, թանկան գիտություններ, 2005  
© Ученые записки ЕГУ, естественные науки, 2005

Ստորագրված է տպագրության 28.02.2005թ.  
Подписано к печати 28.02.2005г.

Ֆորմատ 70×100 1/16: Տպ. 10, 25 մամ.=պայմ. 14,35 մամ.: Պատվեր 42:  
Տպարանակ 150: Գրանցման համարը 258:

Формат 70×100 1/16. 10,25 печ.л.=14,35 усл.л. Заказ 42.  
Тираж 150. Регистрационный номер 258.

Տպագրված է ԵՊՀ օպերատիվ պոլիգրաֆիայի ստորագրաժանումում.  
Երևան-25, Ալ. Մանուկյան, 1:

Напечатано в подразделении оперативной полиграфии ЕГУ.  
Ереван-25, Ал. Манукяна, 1.

## ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

### ԱԿՆԱՐԿԱՅԻՆ ՀՈԴՎԱԾՆԵՐ

Վ.Ռ. Բոյնագրյան – Հայաստանի սողանքները (նրանց տարածումը, առաջացման պայմանները և պատճառները, տարատեսակները) .....	3
--	---

### ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Ա.Հ. Ավինյան – Դինամիկ օպտիմալացման մի խնդրի մասին .....	18
Խ.Լ. Վարդանյան – Բացասական պահանջարկներով հերթերի մի ժողովի մասին .....	22

### ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ

Խ.Մ. Հայրազետյան – Արագ ալգորիթմ հատակագծման խնդրի լուծման համար .....	27
--	----

### ՄԵԽԱՆԻԿԱ

Վ.Մ. Բելուրելյան, Մ.Վ. Բելուրելյան – Բաղադրյալ սեպի գազաթում կենտրոնաց- ված ուժի ազդեցության ներքո լարումների որոշման մասնավոր խնդիրներ .....	34
--	----

### ՖԻԶԻԿԱ

Ա.Ս. Մուսայելյան – Կիսահաղորդչներում էլեկտրոնների Օժեանցումը դիսլոկա- ցիաների վրա առաջացած կոնդենսացիային վիճակին .....	40
--	----

Ա.Մ. Ռոստովյան – Ռենտգենյան սիմետրիկ ԲԲԲ-ինտերֆերոմետրերի հետազո- տություններ .....	48
--	----

### ԶԻՍԻԱ

Հ.Ռ. Սարգսյան, Լ.Ա. Ներսեսյան, Ա.Ա. Վարդանյան, Ը.Ա. Մարգարյան – Դիմերիլ- դիերիլ, դիպրոպիլսուլֆօրսիդների հասկարաբիդիչ հասկությունների ուսումնա- միքուրյունը ըստ 2,2-դիֆենիլ-1-պիկրիիդուազիլ ազատ ուղիղավի կլանման էլեկտրոնային սպեկտրների տվյալների .....	53
---	----

Վ.Մ. Բեյլբերյան, Մ.Զ. Ասատրյան – Հիմնային միջավայրում նատրիումի դրդեցիլ- սուլֆատի, դրդեցիլստրիմեթիլամոնիտիմի բրոնիդի և դրանց խառնուրդների ներ- կայությամբ ջրածնի պերօքսիդի քայլայման կիմետրիկան .....	58
---	----

Վ.Ռ. Գրիգորյան, Ա.Գ. Խոյեցյան, Ը.Ա. Մարգարյան – Պ-տոլուիդինի միջմոլիկո- ւային փոխազդեցույթունների ուսումնասիրությունը էլեկտրոնային կլանման և ֆլուորեսցենտային սպեկտրոսկոպիայի մեթոդներով .....	66
--	----

Ո.Պ. Սովիթասյան – Լ-լիզինի նոր աղերը .....	71
--	----

Ն.Օ. Գյուկյան, Մ.Ժ. Գյուցյան, Ա.Ա. Եղիազարյան, Զ.Ա. Միքայելյան, Հ.Գ. Խա- չաչարյան – Ո-ողիումի(III) միկոոքրամային քանակների էրստրակցիոն-ար- սորբցիոններիկ որոշումը հիմնային ներկանյութ ակրիդինային դեղինով աղա- քքվային միջավայրում .....	80
---	----

**Ա.Ա. Ավետիսյան, Գ.Գ. Թոքմաջյան, Լ.Վ. Կարապետյան, Լ.Ս. Բալայան –  
2-Ֆունկցիոնալ տեղակալված 2-րուբն-4-օդիդների սինթեզի նոր եղանակ** ..... 84

## ԿԵՆՍԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

<b>Զ.Հ. Վարդանյան, Զ.Հ. Վարդանյան, Մ.Ա. Դավթյան – Քիմիական մուտագեններով ինդուկտված լորու մուտանտ սերմերի սպիտակուցների համեմատական ուսումնասիրությունը</b>	88
<b>Զ.Մ. ճավշշյան, Հ.Հ. Թադևոսյան – Ըլորելա և սպիրուլինա միկրոջրիմուների էլեկտրոն-տրանսպորտային շղթայի ուսումնասիրությունը միջավայրում կա- պարի առկայությամբ</b>	92
<b>Ե.Յու. Սողոյան – Հայաստանի հացազգի նշակովի կերարույսերի և նրանց վայրի ցեղակիցների պարոգեն միկրոիուտան</b>	97
<b>Հ.Կ. Ավետիսյան – Կոպրինի սնկերի արդիական դասակարգման որոշ հարցեր</b>	102
<b>Հ.Հ. Փանոսյան, Պ.Վ. Թողարկարյան, Յու.Գ. Պապով – Սևանա լճի ավագանի ջրե- րում էրստրեմոֆիլ քացիների տարածվածությունը</b>	106
<b>Հ.Մ. Կարաքեշիշյան, Ի.Ա. Նավասարդյան, Գ.Զ. Էլբակյան, Կ.Կ. Գրիգորյան – Որոշ հարցեր և արդյունքներ հողի էրոզիայի դեմ միկրոկենսարանական պայքարի վերաբերյալ</b>	112

## ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

<b>Հ.Պ. Գույսմջյան – Ապարների քիմիական կազմի փափոխումը կոնտակտային մետաստատիկ գրանիտացման ընթացքում</b>	119
<b>Հ.Ս. Եզակյան, Հ.Հ. Մկրտչյան – Ալվերդու և Արմանիսի հանքավայրերում հետա- խուզական հորատման ուսցիոնալ պարամետրերի որոշումը</b>	126

## ԱԾԽԱՐՀԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆ

<b>Ո.Խ. Գագինյան – Քարուրուտային սալերի սահմանային գոտիները որպես էթնոգե- նեզի և պասիոնարային դաշտերի զոնաների ծևակորման ազդակ (Հայկական լեռնաշխարհի օրինակով)</b>	131
--	-----

## ՀԱՂՄՐԴՈՒՄՆԵՐ

<b>Կ.Վ. Ալումյան, Տ.Հ. Էյրամջյան – Միարյուրեղմերում լարման դաշտերի տեսանե- լիացումը ոննտղենյան ճառագայթների ճոճանակային շերտերի և մուարի պատկերների մերողների համատեղ կիրառմամբ</b>	136
<b>Ա.Ռ. Մկրտչյան, Հ.Հ. Դարբինյան, Գ.Ն. Չապոշնիկովա, Հ.Գ. Խաչատրյան – Պալատիում(II)-ի աճապերաչափական որոշումը ֆենիթիոմիզանյուրով</b>	139
<b>Կ.Ս. Ավետիսյան – Ֆունկցիոնալ տեղակալված պիրոլիզն-2-ների սինթեզը</b>	143
<b>Ն.Գ. Ազարյան, Ի.Գ. Բունիածյան, Ա.Յ. Խուզմյան – Պրոկարիոտներում գենետի- կական փոխանակման պրոցեսների ակտիվացումը նրկապարույր ՌՆԹ-ի առկայության պայմաններում</b>	146
<b>Հ.Զ. Մինասյան – Բարձրակարգ բույսերի ֆուտոսինթետիկ ապարատի վնասումը բարձր և ցածր ջերմաստիճաններում ամոնիակի ազդեցությունից առաջ և հետո</b>	149

**Բազմավաստակ բուարան-սնկարանը և ճանաչված մանկավարժը (ՀՀ ԳԱԱ  
ակադեմիկոս Լիա Լևոնի Օսիպյանի ծննդյան 75-ամյակի առթիվ)** ..... 153

**Անվանի կենսաքիմիկոս ու մանկավարժը (ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս Միսակ Արշամի  
Դավթյանի ծննդյան 70-ամյակի առթիվ)** ..... 156

География

УДК 551.435

В. Р. БОЙНАГРЯН

**ОПОЛЗНИ АРМЕНИИ (ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЕ, УСЛОВИЯ  
И ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ, РАЗНОВИДНОСТИ)**

Рассматриваются распространение, условия и причины образования оползней в Армении, их разновидности, интенсивность смещения, особенности оползневых образований с литологической точки зрения и т.п. Отмечается максимум встречаемости этих явлений в интервале высот 2000–1500 м и ниже. Среди оползней Армении особо выделены сейсмогенные разновидности, приуроченные к зонам активных разломов. Обращается внимание на большую роль антропогенного фактора в формировании оползней.

**Введение.** Армения – типично горная страна с широким распространением крутых и нередко выпуклых склонов, на которых интенсивно развиваются разнообразные процессы. Среди них особое место занимают оползни.

По данным Института «Армгипрозвем», в Армении было зафиксировано 2223 оползня [1]. С учетом небольших оползней, в том числе образовавшихся во время Спитакского землетрясения 1988 г. и в последующие годы, истинное их количество оценивается нами более 3500. Это подтверждается нашими детальными полевыми работами по ряду районов Армении с картированием оползневых проявлений в масштабе 1:25000, а также их дешифрированием по всей территории страны по аэрофотоснимкам того же масштаба. Нами были выявлены новые оползни, ранее незафиксированные и незакартированные.

В последние 10–15 лет отмечается активизация оползневых процессов. Вопрос ущерб от них. Проблема стала насущной. Оползнями Армении заинтересовались специалисты из Австрии и Японии. В настоящее время группа японских ученых и инженеров проводит детальные исследования на ряде характерных участков с целью выработки конкретных рекомендаций по противооползневым мероприятиям.

Оползни в Армении стали изучаться с 1926 года, а систематические инструментальные и режимные их наблюдения были организованы в 70-е годы в Институте геологических наук НАН РА под руководством А.Т. Асланяна [2], Г.И. Тер-Степаняна [3] и Р.Б. Ядояна [4]. С 1965 г. этой проблемой стали заниматься специалисты Управления геологии, усилиями которых был создан кадастр оползней [5]. Большой вклад в его составление внес Г.Д. Саакян.

**Отдельные вопросы формирования и распространения оползней в Армении освещены в ряде исследований [2–4, 6–10]. Связь оползней с сильными землетрясениями и активными разломами отмечена в работах А.С. Караканяна [11–14], а геофизические методы изучения оползней рассмотрены М.А. Григоряном [15].**

В последние несколько лет под руководством А.А. Авагяна в ИГН НАН РА создана геоинформационная система (ГИС) оползней Армении [16, 17]. Однако до сих пор нет ни одной обобщающей работы, в которой рассматривались бы все их аспекты – формирование, распространение, разновидности и т.п., что и побудило нас в какой-то мере восполнить этот пробел в объеме журнальной статьи\*.

**Географическое распространение оползней.** Оползни в Армении имеют почти повсеместное распространение, но наибольшее их развитие отмечается в северных и южных районах, где простираются складчато-глыбовые хребты (рис. 1).

Наши исследования показали, что более 90% всех оползневых проявлений в стране сосредоточено в интервале высот 2000–1500 м и ниже. Лишь отдельные оползневые подвижки отмечаются на высотах 2200–2400 м, еще реже – 2500–2600 м и выше. Последние представлены в основном оплывинами и спlyвами, т.е. смещениями рыхлообломочной массы небольшой мощности по поверхности коренных пород [7, 8]. Отмечено также, что многие (особенно крупные) оползни приурочены к разломным зонам [7, 8, 10]. К таким относятся оползни, закартированные нами в бассейнах следующих рек (рис. 1):

1) Агстев – Дилижанские оползни (Дилижанский блок), Блданский, Парзлический, Овкский (Вургунский)\*\*, Агарцинский (Куйбышевский), Фиолетовский, Енокаванский на правобережье р. Хачахпюр, в низовьях р. Агбуга – Шарукарский и Кызылкаинский, Хаштаракский, Ачаджурский и др.;

2) Гетик (правый приток р.Агстев) – Гошский, Хачардзанский (Поладский), Дпрабакский (Чайкендский), Айгутский (Гелкендский), Барепатский (Бариабадский), Мартуниинский, Карапракский, Ттуджурский и др.;

3) Ахум – Цахкаванские и Ардагские оползни, Карагюхский;

4) Хнзорут – в верховьях у зимовья Зейналтала и у урочища Карагедик;

5) Мармарик – Артавазский (Такярлинский) на правобережье р. Мармарик выше и ниже плотины, Анкаванский;

6) Веди – Джерманисский (Канлыгельский), Ланджанистский, Лусашохский, Шагапский, Урцаланджеский, сорванный блок левобережья р. Селав – громадный оползень северного склона Урцского хребта;

7) Памбак – Торчеканский (на правобережье р. Чичкан), Лернанцеский, Цахкабердский, Лернаджурский и др.

\* Все замечания и рекомендации специалистов, дополняющие или уточняющие приведенные здесь сведения об оползнях нашей республики, будут приняты нами с признательностью.

\*\* Здесь и ниже в скобках даются старые названия.

Все они приурочены к зонам разломов так же, как и ниженазванные – оползни у с. Вохчаберд (здесь крупный блок размером  $2,5 \times 1,3 \text{ км}^2$  сместился по линии разлома взбросового характера, проходящего примерно вдоль дороги Ереван–Гарни [7]); Гарнийские оползни бассейна р. Дарб: Угедзорские (Кочбекские) три блока, Сараванский, Артаванские блоки; в окрестностях сс. Ахта, Капуйт, Мартирос и др. на левобережье р. Арпа; в каньоне р. Раздан;

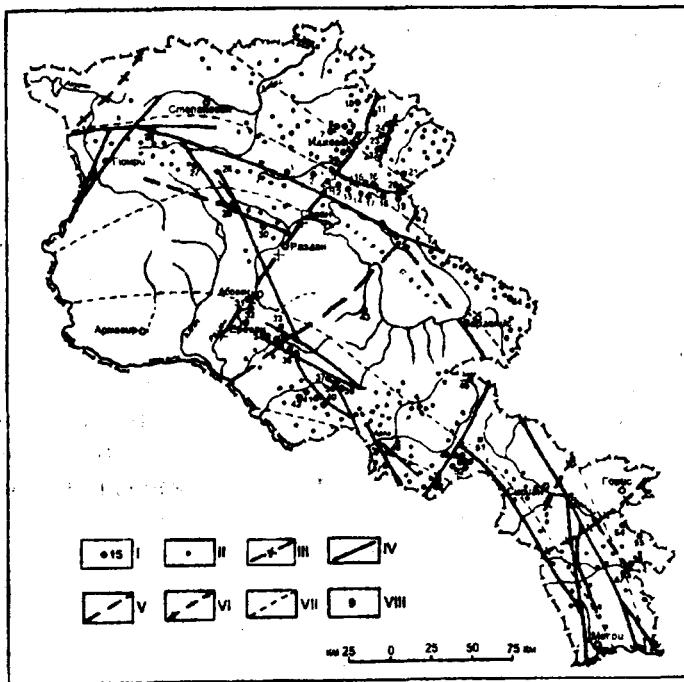


Рис. 1. Карта распространения крупных оползней на территории Армении:  
I – тектоно-сейсмогравитационные оползни-блоки и оползни-потоки и их номера; II – крупные оползни несейсмогенного происхождения; III – трансорогенный Агстев-Разданский разлом; IV – достоверные активные разломы; V – предполагаемые активные разломы; VI – предполагаемые активные разломы, выделенные автором статьи; VII – границы сейсмических районов; VIII – балльность ожидаемых землетрясений.

IV, V – по «Карте активных разломов Республики Армения и сопредельных территорий»

(м-б 1:1 000 000, 1990; авторы А.С. Карабанян, А.И. Кожурин, В.Г. Трифонов); VII, VIII – по данным работы [18].

**Тектоно-сейсмогравитационные оползни:** 1 – Фиолетовский, 2 – Диличанские, 3 – Агарцинский, 4 – Парзлический, 5 – Овкский, 6 – Енокаванский, 7 – Шарукарский, 8 – Кызылкаинский, 9 – Ачаджурский, 10 – Севкарский, 11 – Хаштаракский, 12 – Гошский, 13 – Хачардзанский, 14 – Дпрабакский, 15 – Айгутский, 16 – Каратопракский, 17 – Мартунинский, 18 – Гетикский, 19 – Ттуджурский, 20 – Карагедикский, 21 – Зейналталский, 22 – Ардагские, 23 – Карагюхский, 24, 25 – Цахкаванские, 26 – Торчеканский, 27 – Лернанцкий, 28 – Лернаджурский, 29 – Анкаванский, 30 – Артавазский, 31, 32 – каньона р. Раздан у с. Гетамеч, 33 – Вохчабердский, 34 – Нубарашенский, 35 – Ацааванский, 36 – Байбурд-Гелайсарский, 37 – верховий р. Веди, 38, 39 – Джерманиские, 40 – Ланджанист-Лусашохский, 41 – Шагапский, 42 – северного склона Урцского хребта, 43 – Ерапосский, 44 – Джанахмедский, 45 – верховьев р. Джермук, 46, 47 – Агаракадзорские, 48 – Мартиросский, 49 – Сараванский, 50 – Угедзорский (Кочбекский), 51 – верховьев р. Воротан, 52 – Артаванский, 53 – Ахта-Капуйтский, 54 – Шурнухский, 55 – Давид-Бекский, 56, 57 – Капанские.

в долинах рр. Ахурян, Вохчи и др.; на северо-восточном берегу оз. Севан – здесь оползни расположены вдоль надвиговых подвижек у сс. Артаниш, Агбуга, Джил, Памбак, Дарапак (Дара), Кясаман, Аргегуни (Гюней), Аван (Гейсу) и др. (наиболее крупные оползневые блоки выделяются здесь

в восточной части Севанского хребта у с. Джанахмед и связаны со сбросами); на западном берегу оз. Севан на Еранос-Дзорагюхском участке вдоль сбросового уступа (рис. 2);

в верховьях р. Джермук (бассейн р. Арпа) в зоне тектонического нарушения в эфузивно-терригенных породах.

**Условия и причины образования оползней.** Формирование оползней в Армении обусловлено геолого-географическими условиями региона, а также развитием этой



Рис. 2. Ераносский оползень на западном побережье оз. Севан.  
территории в плиоцен-четвертичное время.

Здесь много крутых и выпуклых склонов; большая глубина расчленения рельефа; разнообразие горных пород (значительная пестрота литологического состава, степени выветрелости и раздробленности, трещиноватости и гидротермальной измененности, оглиненности и карбонатности и т.п.); на склонах встречаются многочисленные древние лога, заполненные рыхлообломочными накоплениями мощностью 3–5 м и более, а некоторые – в несколько десятков метров; много грунтовых вод; множество разломов разной активности, по которым происходит не только смещение отдельных блоков земной коры, но и выход к поверхности гидротермальных растворов, сильно изменяющих горные породы (происходит их оглинивание и увлажнение); часты землетрясения значительной силы, которые не только непосредственно могут стать причиной срыва горных пород со склонов, но и создают условия для их образования в последующем, т.к. раздробляют массив пород и воздействуют на их прочность и сопротивление сдвигу, порождают силы инерции и т.п.; происходят дифференцированные вертикальные смещения отдельных блоков, нарушающие состояние устойчивости склонов изменениями базисов денудации, их крутизны и высоты. Механический и химический состав рыхлообломочных образований предопределяет возможность развития суффозии, а последняя способствует образованию оползней, т.к. ее развитие происходит под действием гидростатических и гидродинамических сил, вызывающих фильтрационные деформации пород.

Наши исследования показали, что проявления суффозии отмечаются в тех рыхлообломочных образованиях, гранулометрический (механический) состав которых весьма неоднороден и благоприятствует выносу мелких частиц в промежутках между крупными фильтрационными потоками. Суффозия развивается в том случае, когда гидравлический градиент больше 5, а коэф-

фициент неоднородности гранулометрического состава пород больше 20, т.е.  $K_H = d_{60}/d_{10} > 20$ , где  $d_{60}$  – контролирующий диаметр частиц,  $d_{10}$  – действующий или эффективный.

Для выявления коэффициента неоднородности склоновых рыхлообломочных образований нами проанализировано более 500 проб из разных районов Армении. Оказалось, что названный коэффициент составляет 30,2 (делювий) – 45,6 (дефлюкционные образования), т.к. в составе склоновых образований наряду с частицами крупностью менее 0,1мм много и крупных (более 0,5мм), в том числе дресвы и щебенки.

Кроме того, было выявлено, что дефлюкционные образования обычно более влажные, чем делювиальные, и обогащены органикой (растительный опад), поэтому при прочих равных условиях могут легче сместиться вниз по склону и вовлечься в подвижки оползневого характера.

Формированию оползней в Армении способствуют и антропогенные факторы: подрезка и перегрузка склонов, их переувлажнение при утечках воды из различных водоводов и при чрезмерном поливе обрабатываемых земель; сотрясение склонов при прохождении транспортных средств, взрывах при строительстве дорог и т.п.

Вышеперечисленные факторы создают условия, «благоприятные» для формирования оползней. Но сам оползневый процесс (смещение пород) начинается лишь в том случае, когда один из факторов как бы перевешивает и нарушает предел устойчивости горных пород. Это может быть сотрясение склона при сильном землетрясении или взрывных работах, чрезмерная перегрузка или подрезка склона, переувлажнение склоновых пород атмосферными осадками или утечками воды и т.п., т.е. формирование каждого конкретного оползня обусловлено определенными причинами.

**Разновидности оползней.** В процессе полевых работ и дешифрирования аэрофотоснимков нами выявлены разные по размерам оползневые проявления – от мелких поверхностных смещений (разрывы дернины со сползанием, сплывы, оплывины) и мелких оползней на подмываемых склонах террас или долин, на переувлажненных участках склонов до крупных оползней-обвалов, оползней-блоков и оползней-потоков огромной величины. В формировании первых принимали участие в основном экзогенные и антропогенные факторы, а вторых – эндогенные [8].

Оползни Армении по размеру нами подразделяются на мелкие (мощность сместившихся масс не более 5м, небольшие размеры в плане – несколько метров), средние (длина и ширина в пределах десятков метров, мощность до 20–30м), крупные (длина и ширина в пределах от сотни до нескольких сотен метров, мощность до 50–70м), гигантские (длина и ширина в пределах от нескольких сотен метров до нескольких километров, мощность до 100–170м и более).

По форме в плане в Армении встречаются циркообразные, фронтальные, глетчeroобразные (оползни-потоки) и блоковые оползни.

По механизму смещения здесь различаются оползни-обвалы, оползни скольжения, оползни-течения (оползни-потоки) и сложные оползни.

По времени формирования выделяются древние плиоцен-нижнечетвертичные и средне-верхнечетвертичные оползни, а также молодые голоценовые и современные оползни.

Древние оползни в Армении представлены крупными (до гигантских размеров) оползнями-блоками и оползнями-потоками длиной до 5–8 км, шириной до 1–2 км и мощностью до 100–170 м и более. Они названы нами тектоно-сейсмогравитационными смесявшимися телами [6–8]. Их формирование, на наш взгляд, связано с сильными землетрясениями прошлого, а также с медленными (криповыми) подвижками бортов активных разломов, к которым они и приурочены в большинстве случаев.

Эти гигантские оползни имеют в целом относительно небольшую величину вертикального смещения (100–200 м, редко до 300 м), в то время как амплитуда их горизонтального перемещения достигает местами 0,5–1 км. Поэтому в «языковой» части таких смесявшихся тел русла рек сильно отклонены в противоположную сторону (рис. 3) [6]. Большая амплитуда горизонтального перемещения объясняется избыточным горизонтальным ускорением, полученным оползнем при землетрясении.

В рельефе склонов сейсмогенные оползни (тектоно-сейсмогравитационные смесявшиеся тела) выделяются бугристой поверхностью с заболоченными понижениями, суффозионными воронками, отдельными хорошо сохранившимися глыбами коренных пород, которые как бы «плавают» в щебенисто-суглинистых образованиях [6,7]. Такой характер поверхности этих сейсмогенных оползней отмечается повсеместно на территории Армении, аналогичный рельеф имеют они и на территории Аджаро-Триалетской горной системы.

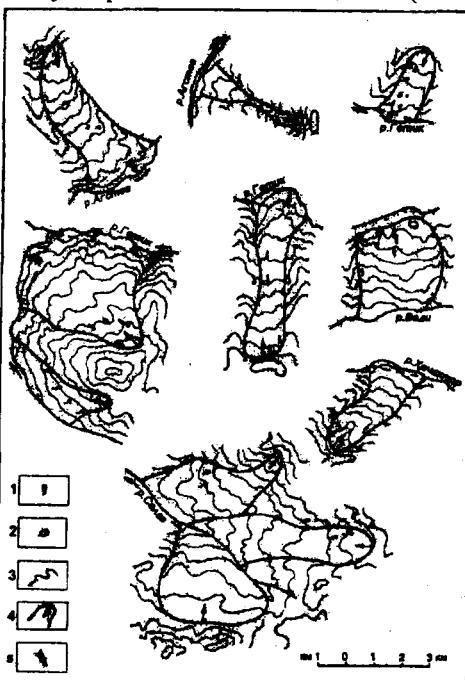


Рис. 3. Плановый рисунок крупных оползней-блоков и оползней-потоков: 1 – родники, 2 – озера, 3 – горизонтали, 4 – контуры оползней, 5 – направление и величина смещения «языка» оползня.

мы, а также всего Армянского нагорья.

Большинство крупных сейсмогенных оползней приурочено, как уже было отмечено выше, к зонам разломов и повышенной трещиноватости горных пород (к тектонически активным участкам с высокой сейсмичностью). Все они хорошо выделяются по топографическим картам масштаба 1:25 000 (чуть хуже – 1:100 000) и по аэрофотоснимкам, а также на местности. В настоящее время эти оползни в большинстве случаев находятся в стабильном состоянии, но довольно активны отдельные участки их «языковых» частей,

что является следствием подрезки и перегрузки склонов при строительстве дорог, тяжелых зданий и сооружений, чрезмерного полива приусадебных угодий, утечек воды из различных водоводов и т.п.

В этом отношении особо выделяются Дилижанский и Агарцинский оползневые блоки, поверхности которых активизированы и причиняют значительный ущерб экономике страны.

В последние 10 лет активизировалась поверхностная часть Агарцинского сейсмогенного оползня в результате подрезки его тела при прокладке полотна железной дороги. Интенсивное смещение оползневых масс привело к полному разрушению полотна дороги со смещением и опрокидыванием рельсов (рис. 4, а). Оползневые массы перекрыли автомобильную обходную (в обход села) дорогу (рис. 4, б) и обрушились в русло р. Агстев, создав угрозу его перекрытия. Скорость смещения оползневых масс достигает 1,0–1,5 м в месяц, а временами – и больше. В активизации Агарцинского оползня немалую роль, по-видимому, сыграло и Спитакское землетрясение, которое способствовало сотрясению этого древнего сейсмогенного блока.

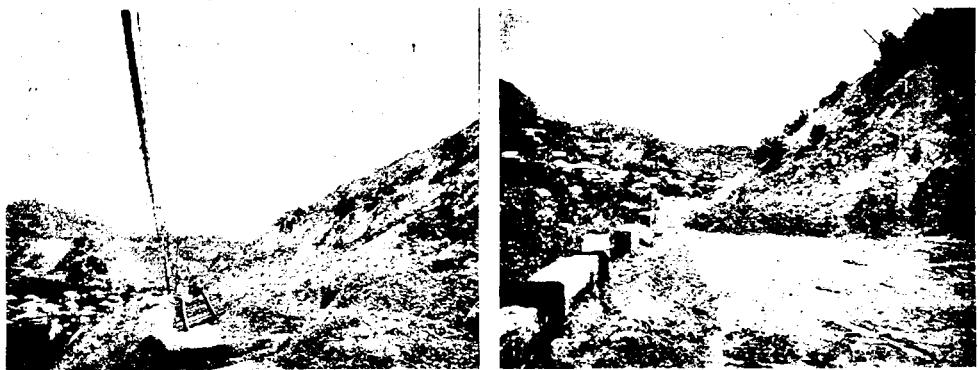


Рис. 4. Агарцинский оползень в долине р. Агстев: а) оползень разрушил железнодорожное полотно, б) оползневые образования перекрыли обходную дорогу.

В бассейне р. Веди выделяется несколько древних крупных сейсмогенных оползней. У с. Джерманис в зоне разлома эфузивная толща (андезиты и подстилающие их туфы и туфобрекции) вместе с перекрывающими ее склоновыми образованиями сползла по поверхности глинистой и суглинистой древней коры выветривания. Хорошо прослеживается стенка отрыва оползня; у подножия обрыва распространены суффозионные воронки и западины, заполненные водой. Некоторые из них достигают значительных размеров, например, озеро Канлыгель (длина его – 350 м, ширина – 150 м). Оползневый блок здесь имеет длину 3–3,5 км и ширину 1,5–2 км.

Крупные сейсмогенные оползни в бассейне р. Веди есть также у с. Каракач и Шагап. У с. Шагап древний оползневый блок вытянут вдоль реки на несколько километров и охватывает склон северной экспозиции Урцского хребта почти на всю его длину. Здесь породы олигоцена «съехали» по поверхности палеозойских пород, которые имеют крутое падение в сторону р. Селав (притока р. Веди). Оползневый блок хорошо выявляется на мест-

По времени формирования выделяются древние плиоцен-нижнечетвертичные и средне-верхнечетвертичные оползни, а также молодые голоценовые и современные оползни.

Древние оползни в Армении представлены крупными (до гигантских размеров) оползнями-блоками и оползнями-потоками длиной до 5–8 км, шириной до 1–2 км и мощностью до 100–170 м и более. Они названы нами тектоно-сейсмогравитационными сместившимися телами [6–8]. Их формирование, на наш взгляд, связано с сильными землетрясениями прошлого, а также с медленными (криповыми) подвижками бортов активных разломов, к которым они и приурочены в большинстве случаев.

Эти гигантские оползни имеют в целом относительно небольшую величину вертикального смещения (100–200 м, редко до 300 м), в то время как амплитуда их горизонтального перемещения достигает местами 0,5–1 км. Поэтому в «языковой» части таких сместившихся тел русла рек сильно отклонены в противоположную сторону (рис. 3) [6]. Большая амплитуда горизонтального смещения объясняется избыточным горизонтальным ускорением, полученным оползнем при землетрясении.

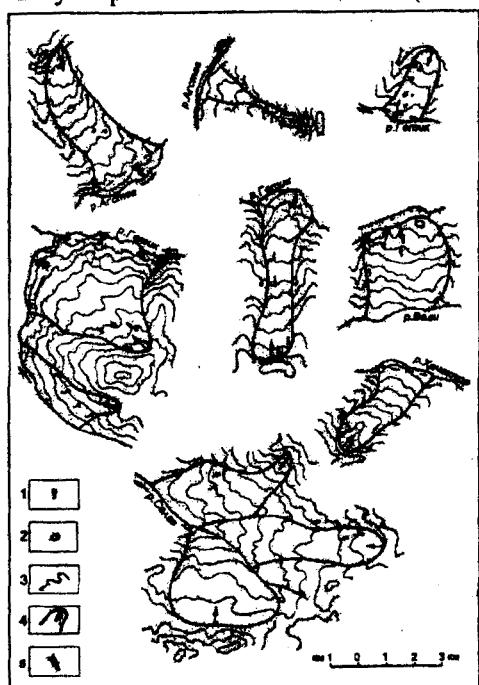


Рис. 3. Плановый рисунок крупных оползней-блоков и оползней-потоков: 1 – родники, 2 – озера, 3 – горизонтали, 4 – контуры оползней, 5 – направление и величина смещения «языка» оползня.

мы, а также всего Армянского нагорья.

Большинство крупных сейсмогенных оползней приурочено, как уже было отмечено выше, к зонам разломов и повышенной трещиноватости горных пород (к тектонически активным участкам с высокой сейсмичностью). Все они хорошо выделяются по топографическим картам масштаба 1:25 000 (чуть хуже – 1:100 000) и по аэрофотоснимкам, а также на местности. В настоящее время эти оползни в большинстве случаев находятся в стабильном состоянии, но довольно активны отдельные участки их «языковых» частей,

что является следствием подрезки и перегрузки склонов при строительстве дорог, тяжелых зданий и сооружений, чрезмерного полива приусадебных угодий, утечек воды из различных водоводов и т.п.

В этом отношении особо выделяются Дилижанский и Агарцинский оползневые блоки, поверхности которых активизированы и причиняют значительный ущерб экономике страны.

В последние 10 лет активизировалась поверхностная часть Агарцинского сейсмогенного оползня в результате подрезки его тела при прокладке полотна железной дороги. Интенсивное смещение оползневых масс привело к полному разрушению полотна дороги со смещением и опрокидыванием рельсов (рис. 4, а). Оползневые массы перекрыли автомобильную обходную (в обход села) дорогу (рис. 4, б) и обрушились в русло р. Агстев, создав угрозу его перекрытия. Скорость смещения оползневых масс достигает 1,0–1,5 м в месяц, а временами – и больше. В активизации Агарцинского оползня немалую роль, по-видимому, сыграло и Спитакское землетрясение, которое способствовало сотрясению этого древнего сейсмогенного блока.

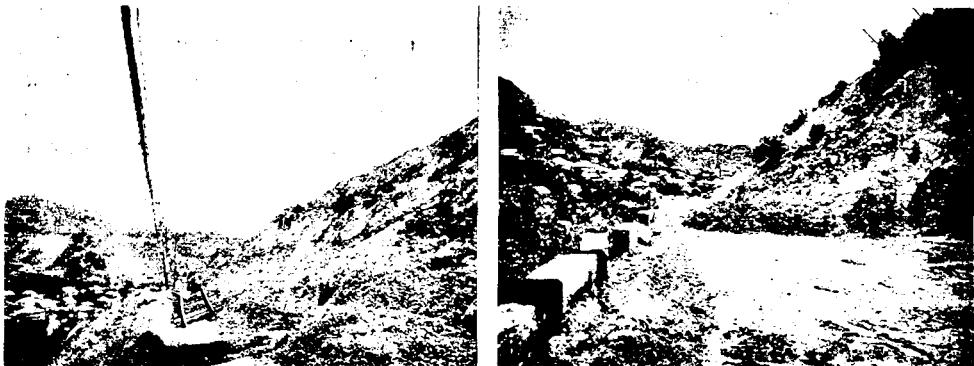


Рис. 4. Агарчинский оползень в долине р. Агстев: а) оползень разрушил железнодорожное полотно, б) оползневые образования перекрыли обходную дорогу.

В бассейне р. Веди выделяется несколько древних крупных сейсмогенных оползней. У с. Джерманис в зоне разлома эфузивная толща (андезиты и подстилающие их туфы и туфобрекции) вместе с перекрывающими ее склоновыми образованиями сползла по поверхности глинистой и суглинистой древней коры выветривания. Хорошо прослеживается стенка отрыва оползня; у подножия обрыва распространены суффозионные воронки и западины, заполненные водой. Некоторые из них достигают значительных размеров, например, озеро Канлыгель (длина его – 350 м, ширина – 150 м). Оползневый блок здесь имеет длину 3–3,5 км и ширину 1,5–2 км.

Крупные сейсмогенные оползни в бассейне р. Веди есть также у с. Карабах и Шагап. У с. Шагап древний оползневый блок вытянут вдоль реки на несколько километров и охватывает склон северной экспозиции Урцкого хребта почти на всю его длину. Здесь породы олигоцена «сьехали» по поверхности палеозойских пород, которые имеют крутое падение в сторону р. Селав (притока р. Веди). Оползневый блок хорошо выявляется на мест-

ности и по аэрофотоснимкам. На последних четко фиксируются плоскость скольжения, сползший блок и направление сползания.

Сейсмогенную природу имеет и Вохчабердский блок мощностью в среднем 70–80 м, сорванный с крутого склона одноименного хребта и сместившийся по линии разлома взбросового характера с приподнятым юго-восточным крылом. Здесь палеогеновые отложения взброшены на неогеновые. Кроме Вохчабердского, к нему приурочены также крупные сейсмогенные Шорбулахский и Верхнеджрашенский оползни. Амплитуда вертикального смещения блока составляет примерно 200–225 м при значительном (до 1 км) горизонтальном выдвижении тела оползня. Оползень в настоящее время активный, что связано с рядом причин: 1) в зоне разлома происходит фильтрация поверхностных и подземных вод в тело оползня; 2) на него влияют неустойчивость глинистых грунтов и хозяйственная деятельность человека; 3) возможно и воздействие сейсмических толчков. Постоянно деформируется полотно автомобильной дороги у с. Вохчаберд, идет интенсивное разрушение сельского кладбища, полностью разрушено здание школы и еще 44-х домов, более 80% жилых зданий находится в аварийном состоянии. Первые разрушения от оползневых подвижек здесь были зафиксированы еще в 1982 г., но в последние годы после Спитакского землетрясения оползень буквально «ожил» и активно отвоевывает все новые участки села. Скорость оползневых подвижек на северной границе села составляет несколько миллиметров в день. Подвижки усиливаются после весеннего снеготаяния и периода дождей, т.к. в это время идет интенсивное смачивание поверхности скольжения

оползня через разлом. Здесь 1030 человек (430 семей) с тревогой ждут своей участи в результате сложившейся весьма тревожной экологической ситуации.

К Гехардскому разлому широтного простирания, представляющему собой взброс с приподнятым южным крылом, приурочен крупный ( $5 \times 5 \text{ км}^2$ ) Ацаванский оползень, расположенный между с. Ацаван и Гарни. Здесь «ползут» крупные блоки четвертичных базальтов, хорошо видна стенка отрыва.

Крупные сейсмогенные оползни есть в бассейне р. Гетик. У с. Гош выделяются три ополз-



Рис. 5. Плановый рисунок Аигутского (Гелкендского) оползня-потока. С двух сторон оползень ограничен разломами.

невых тела – одно на левом и два на правом склоне долины р. Гош, среди них наиболее четко – Гелгельский оползень-поток длиной примерно 1,5 км, шириной до 300 м и мощностью до 100 м. Вертикальное смещение тела оползня составляет 80–90 м, горизонтальное – до 400 м. У подножия стенки

отрыва оползневого тела расположено оз. Гелтэл (длина – 175м, ширина – 75м).

На правом берегу р. Гетик у с. Айгут (Гелкенд) сейсмогенный блок четко фиксируется разломами, бугристым рельефом поверхности, наличием суффозионных западин и мелких озер и значительным (до 500м) горизонтальным смещением его «языковой» части (рис. 5).

В районе Воротанского (Кочбекского) перевала, через который проходит автомобильная дорога из Еревана в Сюник, у с. Артаван, Сараван и Угедзор (Кочбек) в вулканогенно-осадочной толще по линии активного разлома (к нему приурочен эпицентр Вайоцдзорского разрушительного землетрясения 735 г.,  $M=6,5-7,0$ ) сформировалось несколько громадных оползней-блоков, четко фиксируемых в рельфе местности и на топографических картах (рис. 6).

У с. Артаван оползневый блок оторвался от приводораздельной части междуречья рр. Дарб и Артаван и сместился в горизонтальном направлении примерно на 0,5–0,8км.

Вертикальное смещение при этом составило 100–120м. В верхней части оползня у подножия стенки срыва имеется несколько мелких озер, наиболее крупное из них – Алагель. Сам оползневый блок достигает значительных размеров ( $3,0 \times 2,8\text{ км}^2$ ).

Эти оползни постоянно деформируют полотно автомобильной дороги, что весьма опасно, т.к. эта дорога – единственная, связывающая столицу Армении

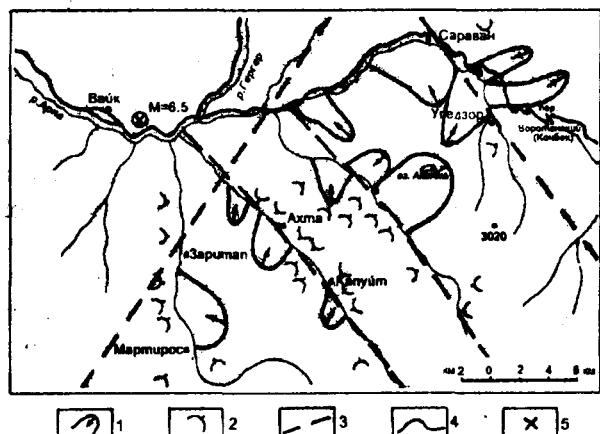


Рис. 6. Оползни левобережья р. Арпа: 1 – крупные сейсмогенные оползни, 2 – прочие оползни, 3 – разломы, 4 – автомобильная дорога, 5 – перевал Воротанский (Кочбек).

с югом республики и имеющая стратегическое значение.

Активность оползней участка Воротанского перевала связана, по всей вероятности, с активностью Вайоцдзорского разлома, по которому происходят медленные (криповые) подвижки его бортов.

Молодые оползни нередко осложняют концевые части почти всех стабилизировавшихся древних оползней, а также развиваются самостоятельно в «благоприятных» для их формирования участках. Их мощность составляет от нескольких метров до 20–30м (иногда более 50м).

В рельефе склонов молодые оползни выделяются четко. Хорошо видны стенка отрыва, многочисленные трещины раскрытия, разрывы в грунте, тело оползня, оползневые ступени и т.п. Как правило, своим происхождением они обязаны антропогенным факторам. Лишь в отдельных случаях их формирование связано с природными факторами: сотрясением склонов при землетрясении

ниях, подмывом основания склона рекой, переувлажнением отдельных участков склонов дождевыми и талыми водами, выходом родников и т.п.

Почти все сильные землетрясения сопровождаются образованием новых оползней разных размеров или активизацией старых. Например, в результате Спитакского землетрясения только в Северной Армении образовалось 19 новых оползней и активизировались многие старые. В частности, активизировались оползни у Дома творчества кинематографистов и завода минеральных вод в Дилижане, у с. Одзун на железнодорожной трассе Ереван–Тбилиси (здесь 12 декабря 1992 г. оползень–обвал обрушился на полотно дороги; сползли глыбово-щебенистые грунты с суглинистым заполнителем; мощность сместившихся масс составила 12–20м), у с. Агарцин (об этом оползне говорилось выше), у с. Дзорашен (Чичканские оползни), в Капанском районе и др.

Формирование крупных оползней отмечалось во время Двинского, Вайоцдзорского, Сюникского (Зангезурского), Цахкадзорского, Ааратского и др. разрушительных землетрясений. Многие из них стали причиной человеческих жертв.

Сильно поражен молодыми оползнями участок территории Большого Еревана от Вохчаберда до Нубарашена и далее на запад вдоль С3 склона Нубарашенского плато, где по пестроцветной глинистой толще ползут галечники или сползают сами эти глины, охватывая оползневые подвижками значительную площадь. На общем фоне этого склона с явно выраженным признаками подвижек выделяются отдельные более активные оползни с хорошо заметными трещинами, бугристой поверхностью, с резкой обособленностью тела оползня от остальной части склона. В настоящее время здесь повсюду отмечается активизация оползневых подвижек, вызванная утечками воды из оросительных каналов и водопроводов, поливами, различными подрезками и перегрузкой самого склона и т.п. Особенно катастрофическое положение в последние годы создалось на дачном участке, расположенному к ЮВ и В от с. Шорбулах, где на крупном приостановившемся оползне началось садоводческое освоение земель с сооружением каменных домов, поливом огородов, подрезкой склона и, как следствие, – нарушение состояния оползня и его активизация.

После Спитакского землетрясения резко активизировался Нубарашенский оползень, который вызвал значительные разрушения на территории одноименного городского кладбища. Средняя скорость его смещения за последние 10 лет составила 0,07–0,13м/год, а максимальная – 1,4м/год.

Молодые оползни природного генезиса известны также в бассейнах рр. Ахурян, Арпа, Вохчи, Воротан, в каньоне р. Раздан и др.

На левом берегу долины р. Ахурян у с. Мармашен в результате подмыва склона и увлажнения пластичных глин ползут огромные участки склонов, сложенных озерной толщей и вулканическими туфами; у с. Кети ползет элювий туфов и туфобrekций; небольшие оползни есть у сс. Джрадзор, Илли, Торосгюх и др.

В долине р. Арпа известен крупный активный Рындский оползень.

Здесь глыбы туфобрекчий, конгломератов и песчаников, а также частично верхние выветрелые глины смещаются по поверхности увлажненных пластичных аргиллитоподобных глин.

У с. Орбатех имеется крупный оползень мощностью 20–52м (данные бурения) предположительно средне-верхнечетвертичного возраста, который на современном этапе вновь активизировался, причем, наряду с подмывом основания оползня рекой, значительный «вклад» в это внесли и утечки воды из оросительного канала. Здесь по увлажненной поверхности гидротермально измененных и оглинистых туфоалевролитов и туфопесчаников сползли глыбово-щебенистые и дресвино-щебенистые образования с глинисто-суглинисто-супесчаным заполнителем, а также пылеватые глины и суглинки.

Предположительно голоценовые стабилизировавшиеся оползни средней мощности (17–21м) имеются также у с. Чива, Гетап, у Ехегнадзора, где распространены просадочные грунты (интенсивно выветрелые, выщелоченные, сильно карбонатизированные породы). Смещение пород происходило по увлажненной поверхности вязких пластичных темно-серых (голубоватых) глин верхнего эоценена. На современном этапе небольшие смещения оползневых масс отмечались у с. Гетап в результате интенсивного полива.

В бассейне р. Воротан известны голоценовые современные оползни небольших размеров у с. Ахлатян, Брнакот, Ангехакот, у Гориса. Они связаны с сисианской диатомитовой толщей. В оползневые смещения вовлечены диатомитовые глины и перекрывающие их лавы. Причины – переувлажнение глин подземными водами и давление лав.

У с. Дастанкерт в результате переувлажнения подземными водами делювиальных и аллювиальных, а также пролювиальных образований формируются оползни-обвалы и оползни-потоки небольших размеров.

В бассейне р. Вохчи известно несколько десятков оползней разных размеров. К ним относятся Арфикский оползень на правом склоне долины р. Ка-варт (приток р. Вохчи), оползни Ленинских рудников, окрестностей с. В. Хотанан, Шабадин, Шрвенанц, Севкар и др. На их образование воздействуют накопление на склонах отвалов горных выработок, переувлажнение склонов и т.д.

**Скорости оползневых смещений.** Смещение оползней в Армении, как и повсюду в мире, происходит с разной интенсивностью. Ряд древних сейсмогенных оползней в настоящее время находится в стабилизированном состоянии, другие проявляют слабую активность (например, в Дилижане отдельные оползни смещаются в среднем со скоростью примерно 5,8см/год; крайние значения колеблются в пределах 0,15–15,4см/год). У активных медленно смещающихся оползней отмечается прерывистое во времени движение со скоростью, достигающей 20–36см/год [8]. Наиболее активные части Овкского (Вургунского) оползня в бассейне р. Агстев смещаются со скоростью от нескольких десятков сантиметров до 1,5м/год [9], тогда как, что уже нами отмечалось, Агарцинский оползень – до 1,5м/месяц, а Нуварашенский – максимум до 1,4м/год [8].

Наблюдаются и катастрофические подвижки, как, например, у Одзунского или Лернаджурского (Байдакского) оползня-обвала. Последний (объем более 500тыс.м<sup>3</sup>) сформировался в долине р. Лернаджур (Байдак) – правого притока р.Памбак – и неожиданно сорвался в апреле 1968 г. с крутого (40–50°) выпуклого склона долины, перекрыл реку, образовав озеро (рис.7). Под оползнем оказались 30 домов и 34 жителя села [8].



Рис. 7. Лернаджурский (Байдакский) оползень-обвал перекрыл русло р. Лернаджур, образовав озеро.

Оползневые образования в литературе фактически не рассматривались, ибо с точки зрения литологии они представляют собой малоинтересный объект, т.к. при оползнях не формируются новые породы. Они скорее дислокации, чем оползневые отложения.

В целом это так. Однако наши исследования показали, что в результате смещения горных пород, их большей увлажненности, перемягкости, разрыхленности и т.п. оползневые образования легче подвергаются процессам диагенеза и по ряду характеристик отличаются от других рыхлообломочных образований. Гранулометрический их состав очень пестрый и характеризуется большой изменчивостью даже в пределах мелких оползней.

В образцах, взятых из оползневых образований, по данным рентгеноструктурного анализа и электронной микроскопии, выявлено наличие монтмориллонита и гидрослюды, в незначительном количестве встречаются плагиоклаз, кварц и примесь цеолита.

Оползневые образования резко выделяются среди всех других типов рыхлообломочных разновидностей по содержанию SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO и K<sub>2</sub>O, а также TiO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [19]. Соответственно отличаются и их геохимические коэффициенты, которые показывают, что из оползневых склоновых образований вынесено больше легкорастворимых соединений, чем из других. Это и понятно, т.к. разрыхленные из-за выноса мелких частиц и разложения ряда минералов оползневые массы легче инфильтруют воду, которая при этом растворяет и выносит из них легкорастворимые соединения. Геохимические коэффициенты оползневых образований подчеркивают своими низкими значениями их большее гипергенное преобразование. Это подтверждается и коэффициентом SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, характеризующим минеральный состав. Последний чуть выше в оползневых образованиях, т.к. SiO<sub>2</sub> лучше сохраняется при преобразовании рыхлообломочных масс.

Содержание микроэлементов в оползневых образованиях не выявляет определенной закономерности (более подробно их геохимия изложена в [19]).

**Ущерб от оползней и предлагаемые методы укрепления оползневых склонов.** Оползнями в Армении охвачена площадь в 34679га. Наибольшая пораженность этим опасным процессом приходится на Вайоц Дзор (11816га), Арапат (8334га) и Тавуш (5459га) [20].

Ущерб от оползней в Армении составляет около 30 млн. долларов в год [14]. Естественно, что перед специалистами стоит вопрос защитить, прежде всего, населенные пункты и транспортные магистрали от этого губительного явления и соответственно уменьшить размеры его последствий.

Общеизвестные методы противооползневых мероприятий в Армении в целом не дают должного эффекта. К тому же они трудоемкие и дорогостоящие. Поэтому, на наш взгляд, более перспективной является новая методика укрепления склонов с использованием полиэтиленовых и полипропиленовых сеток и гофрированных полотен с покрытиями из нетканых материалов, пропускающих влагу и удерживающих грунтовые частицы, которая и предлагается специалистами ИГН НАН РА [21]. Данный метод более дешевый и эффективный, не требует много материалов и времени для применения его на практике.

**Выводы.** Анализ фактического материала показывает, что на территории Армении отмечается большое разнообразие оползней как по размерам, так и по происхождению. Среди оползней природного происхождения выделяются сейсмогенные (образуются при землетрясениях и криповых подвижках бортов активных разломов) и оползни, связанные с иными причинами (переувлажнение склонов при обильных осадках, подмыв склона рекой и т.п.). Сейсмогенные оползни характеризуются небольшой амплитудой вертикального смещения при значительных горизонтальных подвижках. Среди них выделяются оползни-блоки и оползни-потоки. Первые приурочены к наиболее активным сейсмогенным зонам, где отмечаются схождение тектонических нарушений и формирование дизъюнктивных узлов. Оползни-потоки больше тяготеют к участкам гидротермально измененных пород и многочисленных разрывных нарушений с их дроблением и смятием. На этих участках горные породы находятся в сильно ослабленном состоянии, меняются их физико-механические свойства. При сильных землетрясениях они как бы разжижаются и начинают «течь», формируя длинные, вытянутые до 5–8км оползневые тела-потоки.

Большое значение в формировании оползней в Армении имеет хозяйственная деятельность человека, приводящая к нарушению устойчивости горных пород на склонах.

Наши исследования показали, что оползневые образования характеризуются большим гипергенным преобразованием, чем другие склоновые рыхлообломочные породы.

В настоящее время насущной проблемой является выработка эффективных мероприятий по уменьшению оползневой опасности и укреплению склонов.

## ЛИТЕРАТУРА

- Генеральная схема защиты сельских населенных пунктов, предприятий ... от оползней, обвалов ... на терр. Арм. ССР до 2000 года. Ер.. 1986, 359с.
- Асланян А.Т. – Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1979, № 1, с. 24–32.
- Тер-Степанян Г.И. Устойчивость склонов и медленные деформации грунтов. Ер.: Изд-во АН Арм. ССР, 1976.
- Ядоин Р.Б. – Сб.: Природа, город, человек. Ер.: Айастан, 1987.
- Авагян А.А., Ядоин Р.Б. – Сб. науч. тр. конф., посвящ. 90-летию акад. А.Г. Назарова. Гюмри, 1998, с. 463–467.
- Бойнагрян В.Р. – Изв. АН Арм. ССР. Науки о Земле, 1988, № 1, с. 30–37.
- Бойнагрян В.Р. – Геоморфология, 1990, № 4, с. 49–57.
- Бойнагрян В.Р. Проблемы геоморфологии и геологии Кавказа и Предкавказья. Краснодар, 2001, с. 129–138.
- Саакян А.Г. – Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1989, № 1, с. 62–66.
- Boynagryan V.R. – SDEE' 99 Session Volumes of Abstracts. Session 2 – Bergen, Norway. 1999, p. 6.
- Каражанян А.С. – Изв. вузов. Геология и разведка, 1981, № 3, с. 130–131.
- Каражанян А., Багдасарян А., Аракелян С. и др. – Оползни: Опасность и риск. Географическая информационная система по оценке опасности и риска от оползней в Республике Армения. Ер.: UNDP, 2000, 274 с.
- Трифонов В.Г., Каражанян А.С. – Геодинамика и история цивилизаций. М.: Наука, 2004, с. 374–385.
- Агаларян Э.М., Каражанян А.С., Степанян В.Э. – Сб. науч. тр. акад. гражд. защиты. Новогорск: Изд-во МЧС России, 2000, с. 170–176.
- Григорян М.А. Исследование оползней на естественных склонах геофизическими методами: Автореф. дис. на соискание уч. ст. канд. геол.-мин. наук. Ер., 1973, 19 с.
- Авагян А.А., Бойнагрян В.Р., Ядоин Р.Б., Степанян В.Э. – Тез. докл. междунар. семинара: Конверсионный потенциал Армении и программы МНТЦ. Ер., 2000, с. 180.
- Avagyan A., Movsesyan V. – Abstr. of papers of the International conf. «GIS in Geology». Moscow, 2002, p. 18.
- Карапетян А.И., Карапетян Б.К., Симонян Г.П., Хачиян Э.Е., Пирузян С.А., Киракосян А.А. – Изв. НАН РА. Науки о Земле, 1995, № 1, с. 26–32.
- Бойнагрян В.Р., Бойнагрян Т.Г. – Литология и полезные ископаемые, 1989, № 4, с. 117–122.
- Арзуманян В., Агаларян Э., Степанян В. – Сб. науч. тр. конф., посвящ. 90-летию акад. А.Г. Назарова. Гюмри, 1998, с. 211–215.
- Ядоин Р.Б., Мкртчян Г.Р. – Тез. докл. междунар. семинара: Конверсионный потенциал Армении и программы МНТЦ. Ер., 2000, с. 193.

## Վ. Ո. ԲՈՅՆԱԳՐՅԱՆ

(ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՍՈՂԱՆՔՆԵՐԸ (ՆՐԱՆՑ ՏՄՐԱՅՈՒՄ, ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ  
ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ ԵՎ ՊԱՏճԱՌՆԵՐԸ, ՏՄՐԱՏԵՍԱԿՆԵՐԸ)

## Ամփոփում

Դիտարկվում են Հայաստանում սողանքների տարածումը, առաջացման պայմաններն ու պատճառները, դրանց տարածեսակները, տեղաշարժման ինտենսիվությունը, սողանքային կազմավորումների առանձնահատկությունները լիբորգիական տեսակետից և այլն: Նշվում է, որ սողանքները

հանդիպում են 2000–1500մ և նոյնիսկ ավելի պակաս բարձրությունների վրա: Հայաստանի սողանքների շարքում հատկապես առանձնացվում են ակտիվ բնեկվածքային գոտիներին կից դրանց սեյսմածին տարատեսակները: Ուշադրություն է դարձվում հանրապետությունում սողանքների առաջացման մարդածին գործոնի մեծ դերին:

V. R. BOYNAGRYAN

## LANDSLIDES OF ARMENIA (THEIR SPREADING, CONDITIONS AND CAUSES OF FORMATION, VARIETIES)

### **Summary**

Spreading, conditions and causes of formation of landslides in Armenia, their varieties, intensity of displacement, peculiarities of landslide formations from the point of view of lithology etc. are examined. Maximum of their prevalence is marked in high-altitude interval of 2000–1500m and lower. Their seismogenic varieties, adjacent to the active fault zones, are particularly distinguished among the landslides of Armenia. Great attention is paid to the role of anthropogenic factor in landslide formation in the Republic.

УДК 519.25

А. О. АЛИНЯН

## ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

В настоящей работе рассмотрена дискретная модель оптимизации борьбы с загрязнением окружающей среды. Обобщена задача работы [1] на случай, когда загрязнение включено в функцию полезности. В рамках метода динамической оптимизации предложен алгоритм случайного поиска оптимального решения.

**1<sup>0</sup>. Модель.** В связи с масштабами загрязнения окружающей среды изучение математических моделей оптимизации стратегии борьбы с этим явлением актуально (см., напр., [1, 2]). В таких моделях в момент  $t \in [t_0, T]$  продукцию-капитал распределяют между накоплением капитала  $K(t)$ , потреблением  $c(t)$  и борьбой с загрязнением  $P(t)$ . И на основе функции полезности  $u(c, P)$  максимизируют общее благосостояние

$$W(c, P) = \int_{t_0}^T u(c(t), P(t)) e^{-rt} dt, \quad (1)$$

где  $r > 0$  (субъективная скорость дисконтирования) есть константа при «гладкости» введенных величин.

В отличие от работы [1] скорость роста загрязнения будем описывать уравнением

$$\dot{P}(t) = (1 - \beta(t)d)f(L_1) - bP(t), \quad t \in [t_0, T], \quad (2)$$

где сохранены внешние переменные  $b$  – скорость очистки загрязнителя и  $d$  – уменьшение загрязнения при уменьшении потребления на единицу (см. [1]). Точка над функцией означает ее производную по времени. Здесь потребление  $c(t)$  в момент  $t \in [t_0, T]$  есть производственная функция

$$c = F(L(t) - L_1(t), z(L_1(t))) \stackrel{\text{def}}{=} f(L_1(t)),$$

где трудовые ресурсы  $L(t)$  фиксированы, а ее часть  $L_1(t)$  используется в производстве загрязнителей с производственной функцией  $z(L_1(t))$ . Функция  $\beta(t)$  представляет собой долю капитала, выделенную в момент  $t$  на борьбу с загрязнением, и является переменной управления.

Задав начальные условия  $P(t_0) = P_0$ ,  $L_1(t_0) = L_{1,0}$ ,  $\beta(t_0) = 0$ , и условия  
 $\beta(t) \leq M$ ,  $\bar{u} \leq u(c, P)$ , (3)

приходим к модели динамической оптимизации (1)–(3), обобщающей модель работы [1].

**2<sup>0</sup>. Дискретизация.** Выберем позицию  $(\bar{L}_1, \bar{c}, \bar{P})$ , где  $\bar{L}_1, \bar{c}, \bar{P}$  – значения используемых в производстве загрязнителей трудовых ресурсов, потребления и выделенного на борьбу с загрязнением капитала в момент  $T$  соответственно. С целью приближенного решения задачи (1)–(3) мы собираемся достичь этой позиции.

Определим разбиение  $[t_0, T]$  на узлы

$$\Delta : t_0 < t_1 < \dots < t_{i-1} < t_i < \dots < t_n = T \quad (4)$$

и осуществим дискретизацию задачи (1)–(3):

$$P(t_i) = \frac{1}{1+b\Delta t_i} \{ [1 - \beta(t_i)d] f(L_1(t_i))] \Delta t_i + P(t_{i-1}) \}, \text{ где} \quad (5)$$

$$\Delta t_i = t_i - t_{i-1},$$

$$\beta(t_i) = \beta(t_{i-1}) + \Delta \beta(t_i), \quad (6)$$

$$\beta(t_i) \leq M, \quad (7)$$

$$u(c, P) = \bar{u}. \quad (8)$$

Вводим критерий оптимальности.

Траекторию  $(L_1(t), c(t), P(t))$  на  $[t_0, T]$  назовем оптимальной, если  $D((L_1(t), c(t), P(t)); (\bar{L}, \bar{c}, \bar{P})) = \min_{(L'_1(t), c'(t), P'(t))} D((L'_1(t), c'(t), P'(t)); (\bar{L}, \bar{c}, \bar{P}))$ , (9)

где  $D$  – евклидово расстояние.

В настоящей работе решается оптимизационная задача (4)–(9).

**3<sup>0</sup>. Метод решения.** Приведем несколько определений.

Пусть  $B$  – некоторое компактное множество в  $R = (-\infty, +\infty)$ , называемое множеством управляемых параметров задачи (1)–(3).

Измеримая на  $[t_0, T]$  функция  $\beta$  называется допустимым управлением, если

$$\beta(t) \in B \text{ при каждом } t \in [t_0, T]. \quad (10)$$

Правило, которое вектору  $(L_1(t), c(t), P(t))$  в момент  $t$  ставит в соответствие допустимое управление, называют стратегией.

Стратегия  $\beta(\cdot)$  допустима, если решение системы (2)–(3) единственно. По разбиению (4) фиксируем  $a_i = (L_1(t_i), c(t_i), P(t_i))$ ,  $i = 0, 1, \dots, n-1$ , и для вектор-функции  $(L_1(t), c(t), P(t))$  на  $[t_0, T]$  имеем дело со стратегиями  $(\beta(\cdot), a)$ , где  $a = (a_0, a_1, \dots, a_{n-1})$ .

Идея динамической оптимизации заключается в том, что, выбирая допустимые управление на  $[t_i, t_{i+1}]$  с начальным условием  $a_i$  и «склеивая» их, строим допустимую стратегию  $(\beta(\cdot), a)$  задачи (1)–(3) на  $[t_0, T]$ .

Идея реализуется при определенных условиях применимости динамической оптимизации методом случайного поиска (см. [3]). А именно, выбираются последовательность  $\{\lambda_i\}_{i=0,1,\dots,k}$  случайных чисел, длина шага поиска  $q$ , и проверяются следующие условия  $A_i$ :

$$D(a_{i+1}, \bar{a}) \leq D(a_i, \bar{a}), \text{ где } \bar{a} = (\bar{L}_i, \bar{c}, \bar{P}). \quad (11)$$

#### 4<sup>o</sup>. Алгоритм решения. Положим

$$\Delta\beta(t_i) = \begin{cases} \lambda_{i-1}q & \text{при условии } A_i, \\ -\Delta\beta(t_{i-1}) + \lambda_{i-1}q & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (12)$$

Из (12) и (6) найдем  $\beta(t_i)$ , а из (9) –  $L_1(t)$ . Далее, из (8), т.к.  $c = f(L_1(t))$ , вычисляются  $c(t_i)$  и  $L(t_i)$ . Тогда из (5) находим  $P(t_i)$ . Если условия  $A_i$  и (6) выполнены, то  $\beta(t_i)$  определено. В противном случае процедура повторяется.

Из  $\beta(t_i) = \sum_{k=0}^i \Delta\beta(t_k)$  при условии  $A_k$ ,  $k = \overline{1, i}$ , имеем  $\beta(t_i) = q \sum_{k=1}^i \lambda_{k-1}$ .

Поэтому ограничения  $\beta(t_i) \leq M$  влекут допустимость управления  $\beta(\cdot)$ , если  $q \leq \frac{M}{\sum_{k=1}^i \lambda_{k-1}}$ ,  $i = \overline{1, n}$ . Согласно [3], по алгоритму случайного поиска мы получаем последовательность значений

$$\{L_1(t_i), c(t_i), P(t_i), f(L_1(t_i)), \beta(t_i)\}. \quad (13)$$

Пусть  $g$  – одна из функций  $L_1$ ,  $c$ ,  $P$ ,  $f$ ,  $\beta$ .

Используя эрмитовы сплайны третьей степени  $\tilde{g}$  (11)–(12) из [3] в качестве сплайн-аппроксимации оптимального решения  $(c(t), P(t))$  задачи (1)–(3), как и в [1], получаем приближенное решение.

#### 5<sup>o</sup>. Результат. Введем следующее

*Условие B.* Пусть  $\beta_i > 0$ ,  $i = 1, 2, 3$ , и

$$\|u(c, P) - u(c, \tilde{P})\| \leq B_1 \|P - \tilde{P}\|, \|u(c, \tilde{P}) - u(\tilde{c}, \tilde{P})\| \leq B_2 \|c - \tilde{c}\|,$$

$$\|f(L_1) - f(\tilde{L}_1)\| \leq B_3 \|L_1 - \tilde{L}_1\|,$$

где  $(c(t), L_1(t), P(t))$  – оптимальное решение задачи (1)–(3),  $(\tilde{c}(t), \tilde{L}_1(t), \tilde{P}(t))$  – ее сплайн-аппроксимация, а  $\|\cdot\|$  – знак евклидовой нормы.

Определим разбиение отрезка  $[0, L]$ :

$$0 = L^0 < L^1 < \dots < L^j < \dots < L^m = L, \text{ где } L^j = L^{j-1} + \Delta L^j, j = \overline{1, m}.$$

Обозначим

$$\varepsilon = \max_{0 \leq i < n} (e^{r\Delta t_i} - 1), \quad \omega_i(g) = \max_{t', t'' \in [t_i, t_{i+1}]} |g(t') - g(t'')|, \quad i = \overline{0, n-1},$$

$$\bar{\omega}_i = \max \left\{ \omega_i(\dot{P}), \omega_i(\dot{L}_1), \omega_i(f_{L_1}) \right\}, \quad \bar{\omega} = \max_{0 \leq i < n} \bar{\omega}_i,$$

$$Q = \max \left\{ B_1, B_2, B_3, \bar{h}, \bar{h}_L \right\}, \quad \text{где } \bar{h} = \max_{i=0,n} \Delta t_i, \quad \bar{h}_L = \max_{j=0,m} \Delta L^j,$$

$$B = \frac{9Q}{8r} \sum_{i=0}^{n-1} e^{-\eta_{i+1}}.$$

**Теорема.** Пусть  $\beta(t), L_1(t), P(t)$  непрерывно дифференцируемы на  $[t_0, T]$ ,  $f(L_1)$  непрерывно дифференцируемо на  $[0, L]$ , выполнено условие В,  $(c, P)$  – оптимальное решение задачи (1)–(3),  $(\tilde{c}, \tilde{P})$  – ее сплайн-аппроксимиация. Тогда  $\|W(c, P) - W(\tilde{c}, \tilde{P})\| < \varepsilon \cdot \omega \cdot B$ .

Теорема доказывается аналогично основному результату работы [1] с использованием теоремы 2.5 из [3].

Кафедра математического  
моделирования в экономике

Поступила 14.11.2004

## ЛИТЕРАТУРА

1. Апинян А.О. – Ученые записки ЕГУ, 2004, №2, с. 27–32.
2. Киллер Э., Спен М., Зенхайзер Р. Оптимальный контроль над загрязнением окружающей среды. Математическая экономика (ред. Б.С. Митягин). М.: Мир, 1974, с. 46–63.
3. Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошенко В.Л. Сплайн функции. М.: Наука, 1980.

## Ա. Հ. ԱՓԻՆՅԱՆ

### ԴԻՆԱՄԻԿ ՕՊՏԻՄԱԼԱՑՈՒՄ ՍԻ ԽՆԴՐԻ ՄԱՍԻՆ

#### Ամփոփում

Աշխատանքը նվիրված է շրջակա միջավայրի ախտոտվածության դեմ օպտիմալ պայքարի խնդրի ուսումնասիրությանը այն դեպքի համար, եթե ախտոտվածության պաշարը մտնում է օգտակարության ֆունկցիայի մեջ: Առաջարկվում է պատահական որոնման մեթոդի վրա հիմնված լուծան ալգորիթմը:

A. H. APINIAN

### ON ONE PROBLEM OF THE DYNAMIC OPTIMIZATION

#### Summary

The present paper is devoted to the study of optimal control of pollution. It's assumed that the variable of stock of pollution is included into the utility function. The algorithm of the evaluation of optimal solution is given. The algorithm is based on the method of random search.

## Математика

УДК 519.21

Х. Л. ВАРДАНЯН

### О МОДЕЛИ ОЧЕРЕДИ С «ОТРИЦАТЕЛЬНЫМИ» ЗАПРОСАМИ

Рассмотрена модель  $M_r/G_r/1/\infty$  очередей с относительными приоритетами и дополнительным потоком сигналов, которые либо уничтожают имеющиеся вызовы, либо при их отсутствии остаются в очереди.

Найдено стационарное распределение длин очередей.

**Введение.** С развитием информационных технологий и сети *Интернет* актуальными становятся механизмы организации обработки запросов пользователей и обеспечение качества их обслуживания. Важное значение приобретают соответствующие математические модели сетевых сервисов и систем – модели очередей [1–3]. В частности при анализе воздействий вирусов, атак, сбоев и отказов на сервисы и серверы в глобальной сети возникают модели очередей с «отрицательными» запросами – сигналами. Сигналы не накапливаются и не обслуживаются. Если в момент поступления сигнала регулярные запросы отсутствуют, то он теряется. В противном случае сигнал может преобразовать (объединять, перемещать, уничтожать) находящиеся в модели регулярные запросы.

Модели очередей с сигналами предложены Э. Джеленбе [4]. Модели типа  $G/G/1$ ,  $M/G/1$ ,  $G/M/1$ ,  $M/M/1$  с различными механизмами рассмотрены в [5–8]. Сетевым моделям очередей с сигналами (*G*-сетям) посвящены работы [3, 9, 10], обзор представлен в [11].

В настоящем сообщении исследуется длина очереди модели  $M_r/G_r/1/\infty$  с относительными приоритетами и сигналами.

**Модель.** Рассматривается система  $M_r/G_r/1/\infty$  с  $r$  независимыми пуассоновскими потоками запросов с интенсивностями  $a_1, a_2, \dots, a_r$ . Запросы разных потоков обслуживаются в соответствии с относительными приоритетами. Запросы  $i$ -го потока имеют более высокий приоритет, чем  $j$ -го, если  $i < j$ . Запросы одного потока обслуживаются по дисциплине FIFO (в порядке очереди). Длительности обслуживания запросов для  $i$ -го потока – независимые случайные величины (*CB*)  $B_i$  с функциями распределения (*ФР*)  $B_i(x) = P(B_i < x)$  и плотностями  $b_i(x)$ ,  $i = \overline{1, r}$ . В систему поступают также

сигналы, которые не накапливаются и не обслуживаются. Поток сигналов – пуассоновский с параметром  $\nu$ . Если при поступлении сигнала система свободна, то он теряется. В противном случае сигнал уничтожает регулярные запросы.

**Обозначения.** Пусть  $L(t) = (L_1(t), L_2(t), \dots, L_r(t))$ , где  $L_i(t)$  – число запросов  $i$ -го потока (приоритета) в системе в момент  $t$ . Положим:

$$\sigma = a_1 + a_2 + \dots + a_r, (a, z) = a_1 z_1 + a_2 z_2 + \dots + a_r z_r, (a, z)' = a_{i+1} z_{i+1} + a_{i+2} z_{i+2} + \dots + a_r z_r;$$

$P(n, t) = P(L(t) = n)$  – вероятность нахождения  $n = (n_1, n_2, \dots, n_r)$  запросов приоритетов  $i = \overline{1, r}$  в системе в момент  $t$ ;

$$P(z, t) = \sum_{n=0}^{\infty} z^n P(n, t), \quad z = (z_1, z_2, \dots, z_r) \text{ – производящая функция от } P(n, t);$$

$$P(z) = \lim_{t \rightarrow \infty} P(z, t), \quad z = (z_1, z_2, \dots, z_r); \quad \eta_i(x) = b_i(x)(1 - B_i(x))^{-1}; \quad \delta_y = \begin{cases} 1, & \text{при } i = j, \\ 0, & \text{при } i \neq j, \end{cases}$$

$$1_i = \left( \underset{i-1}{0, \dots, 0}, 1, \underset{n-1}{0, \dots, 0} \right);$$

$$B_i(s) = \int_0^\infty e^{-sx} dB_i(x) \quad \text{– преобразование Лапласа–Стилтьеса (ПЛС) ФР}$$

$$B_i(x), \quad i = \overline{1, r}.$$

**Период занятости (ПЗ).** Пусть  $\pi_\nu(s), \bar{\pi}_\nu$  и  $\pi^0(s), \bar{\pi}^0$  – ПЛС, среднее значение ПЗ модели с сигналами и без сигналов соответственно.

**Лемма.** ПЛС  $\pi_\nu(s)$  и среднее значение  $\bar{\pi}_\nu$  ПЗ рассматриваемой модели определяются соотношениями

$$\pi_\nu(s) = \frac{\nu + s \pi^0(s)}{\nu + s}, \quad \bar{\pi}_\nu = \frac{1 - \pi^0(\nu)}{\nu}, \quad (1)$$

$$\text{где, согласно [2], } \sigma^0(s) = \sum_{i=1}^r a_i B_i(s + \sigma - \sigma^0(s)).$$

**Доказательство** леммы проводится методом введения дополнительного события [2]. Среднее значение  $\bar{\pi}_\nu$  ПЗ определяется из формулы

$$\bar{\pi}_\nu = \pi'_\nu(\theta) / \theta = \frac{1 - \pi^0(\nu)}{\nu}. \quad (2)$$

**Период регенерации (ПР).** Момент перехода системы в свободное состояние есть момент регенерации описывающего функционирование модели случайного процесса. ПР – промежуток времени между двумя соседними переходами системы в свободное состояние. Обозначим через  $\tau_i(t)$  ФР  $i$ -го ПР,  $i = 1, 2, \dots$ . Последовательные ПР образуют процесс восстановления (ПВ). Из теории восстановления [2, 12] для ПЛС ФР  $\tau_i(t)$  и среднего значения  $\bar{\tau}_i$

ПР получим  $\overset{0}{\tau}_i(s) = \overset{0}{\tau}(s) = \frac{\sigma}{\sigma+s} \overset{0}{\pi}_v(s)$ ,  $i \geq 2$ ,  $\overset{-}{\tau}_1 = \frac{1}{\sigma}$ ,  $\overset{-}{\tau}_i = \frac{1}{\sigma} + \frac{1-\pi}{v}$ . Для ПЛС плотности такого ПВ имеем

$$\overset{0}{h}(s) = \frac{\overset{0}{\tau}_1(s)}{1-\overset{0}{\tau}(s)} = \frac{\sigma}{s+\sigma(1-\overset{0}{\pi}_v(s))}, \text{ где } \overset{0}{\tau}_1(s) = \frac{\sigma}{\sigma+s}.$$

Через  $\overset{0}{P}_0(s)$  обозначим ПЛС вероятности того, что в момент  $t$  система свободна:

$$\overset{0}{P}_0(s) = \frac{1}{\sigma+s} + \frac{\overset{0}{\pi}_v(s)}{\sigma+s} \overset{0}{h}(s) = \frac{1}{s+\sigma-\sigma\overset{0}{\pi}_v(s)},$$

откуда для стационарной вероятности простого системы  $P_0$  имеем

$$P_0 = \lim_{s \rightarrow 0} s \overset{0}{P}_0(s) = \frac{1}{1 + \sigma E[\min\{\pi, V\}]}.$$

Здесь  $E[\min\{\pi, V\}]$  – среднее от минимума двух СВ:  $\pi$  – ПЗ стандартной модели  $M_r/G_r/1/\infty$  и  $V$  – интервал времени между двумя соседними сигналами. Откуда для  $P_0$  получаем

$$P_0 = \frac{1/\sigma}{1/\sigma + (1-\pi(v))/v} = \frac{v}{v + \sigma(1-\pi(v))} = \frac{1}{1 + \alpha(1-\pi(v))}, \quad (3)$$

где  $\alpha = \sigma/v$ .

**Длина очереди.** Рассмотрим случайный процесс  $(L(t), x(t), i(t))$ , где  $x(t)$  – время, прошедшее до момента  $t$  с начала обслуживания находящегося в момент  $t$  на приборе запроса, если  $L(t) \neq 0$ , и  $x(t)=0$ , если  $L(t)=0$ ;  $i(t)$  – номер потока (приоритета), запрос которого обслуживается в момент  $t$ . Если в момент  $t$  система свободна, то полагаем  $i(t)=0$ .

Введенный процесс – марковский. По изменениям его состояний в интервале  $(t, t+\Delta)$  можно составить уравнения для вероятностей  $P_i(n, x, t) = P(L(t)=n, x(t)< x, i(t)=i)$ . При стационарном режиме функционирования предполагаем, что существуют пределы

$$P_i(n, x) = \lim_{t \rightarrow \infty} P_i(n, x, t), \quad i = \overline{1, r}, \quad n \geq 0, x \geq 0.$$

**Теорема.** При  $|z_i| \leq 1$ ,  $i = \overline{1, r}$ , производящая функция определяется по формуле

$$P(z) = P_0 + \sum_{i=1}^r \frac{1 - B_i(\sigma + v - (a, z))}{\sigma + v - (a, z)} P_i(z, +0), \quad (4)$$

где  $P_i(z, +0)$  определяется из рекуррентных соотношений

$$\sum_{i=j+1}^r \left( 1 - z_i^{-1} \overset{0}{B}_i(\sigma + \nu - (a, z)') \right) P_i(z, +0) = \nu - (\sigma + \nu - (a, z)') P_0. \quad (5)$$

Доказательство основано на методе введения дополнительной переменной [2, 12]. Стандартным способом составим уравнения для вероятностей  $P_i(n, x)$ :

$$\frac{d}{dx} P_i(n, x) = -[\sigma + \nu + \eta_i(x)] P_i(n, x) + \sum_{j \neq i} (1 - \delta_{n_j, 0}) a_j P_i(n-1_j, x) + \\ + (1 - \delta_{n_i, 1}) P_i(n-1_i, x), i = \overline{1, r},$$

$$\begin{aligned} \sigma P_0 &= \sum_{i=1}^r \int_0^\infty P_i(1_i, x) \eta_i(x) dx + \nu (1 - P_0) \sum_{i=1}^r P_i(n, +0) = \\ &= \sum_{i=1}^r \int_0^\infty P_i(n+1_i, x) \eta_i(x) dx + \sum_{i=1}^r \prod_{j \neq i} \delta_{n_j, 0} \delta_{n_i, 1} a_j P_0. \end{aligned}$$

Переходя к производящим функциям, будем иметь

$$\frac{d}{dz} P_i(z, x) = -[\sigma + \nu - (a, z) + \eta_i(x)] P_i(z, x), \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^r P_i(z, +0) = \sum_{i=1}^r z_i^{-1} \int_0^\infty P_i(z, x) \eta_i(x) dx + \nu - (\sigma + \nu - (a, z)) P_0. \quad (7)$$

Решение дифференциальных уравнений (6) записывается в виде  $P_i(z, x) = [1 - B_i(x)] \exp\{-(\sigma + \nu - (a, z))\} P_i(z, +0)$ , что с учетом (7), дает

$$\sum_{i=1}^r P_i [1 - z_i^{-1} \overset{0}{B}_i(\sigma + \nu - (a, z))] P_i(z, +0) = \nu - (\sigma + \nu - (a, z)) P_0.$$

Так как величины  $P_i(z, +0)$  не зависят от  $z_1, z_2, \dots, z_{i-1}$ , то их можно определить из (5), а  $P_0$  – из (3). Теперь вывод (4) не представляет труда.

Кафедра теории вероятностей  
и математической статистики

Поступила 22.10.2004

## ЛИТЕРАТУРА

1. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. М.: Машиностроение, 1978, с. 432.
2. Гнеденко Б.В., Даниелян Э.А. и др. Приоритетные системы обслуживания. М.: МГУ, 1973, с. 448.
3. Chao X., Miyazawa M. Piendo m. Queuing Networks: customers, signals and product form solution. New York: Pergamon Press, 1999.
4. Gelenbe E. – Neural Computation, 1989, № 1, p. 502–510.
5. Yang W.S., Chae K.C. – J. Appl. Prob., 2001, v. 38, p. 1081–1085.
6. Li Q.L. and Zhao Y.A. – Queueing Systems, 2003, v. 37, p. 1–43.
7. Chakka R., Harrison P.G. – Acta Informatica, 2001, v. 37, p. 881–919.
8. Dudin A.N., Karolik A.V. – Performance Evaluation, 2000, v. 895, p. 1–13.
9. Kerobyan Kh.V., Tovmasyan A.S. Multiplicativity and stability G-network. ITM, 2002, 2.
10. Chao X.A. – Oper. Res. Letters, 1995, v. 18, p. 75–79.

11. Artalejo J.R. – European Journal of Operational Research, 2000, v. 126, p. 233–249.

12. Матвеев В.Ф. Ушаков В.Г. Системы массового обслуживания. М.: МГУ, 1984, с. 240.

## Խ. Լ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ

# ԲԱՑԱՍՏԱԿԱՆ ՊԱՀԱՆՁԱՐԿՆԵՐՈՎ ՀԵՐԹԵՐԻ ՄԻ ՍՊՇԵԼԻ ՍԱՍԻՆ

## Ամփոփում

Դիտարկվում է  $M_r/G_r/1/\infty$  հերթերի մոդելը հարաբերական նախապատվությամբ հերթակարգով և ազդանշանների լրացուցիչ պուասոնյան հոսքով:

Սուածող ազդանշանը ոչնչացնում է մոդելում գտնվող պահանջները: Գտնվում է հերթի երկարության ստացիոնար բաշխումը ծնորդ ֆունկցիաների տերմիններով:

Kh. L. VARDANYAN

## ON THE QUEUEING MODEL WITH NEGATIVE CUSTOMERS

### Summary

The queueing model  $M_r/G_r/1/\infty$  with head – of-the-line priority discipline and with the additional Poisson stream of signals is considered. The arising signal destroys the customers being in model.

The stationary distribution of queue length for this model is obtained in terms of generating functions.

## Ի մ ֆորմատիկա

УДК 517.19

### Խ. Մ. ՀԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ

## ԱՐԱԳ ԱԼԳՈՐԻԹՄ ՀԱՏԱԿԱԳԾՄԱՆ ԽՆԴՐԻ ԼՈՒԾՄԱՆ ՀԱՄԱՐ

**Ներածություն:** Ֆիզիկական նախագծման կարևոր խնդիրներից մեկը հատակագծման (*floorplaning*) խնդիրն է, որը ի հայտ է գալիս այն դեպքում, եթե սխեմայի չափսերը շատ մեծ են, այսինքն այն բաղկացած է միջինավոր տրամադրությունը: Այդ դեպքում սխեման տրոհում են ենթասխեմաների և ամեն մի բլոկի մեջ առանձին լուծում են առաջացող խնդիրները (օրինակ՝ ուղղագծման, տեղադրման և այլն): Հատակագծման խնդիրը տարբերվում է տեղադրման խնդրից նրանով, որ որոշում է ոչ միայն էլեմենտների դիրքերը, այլ նաև նրանց ձևերը: Սխեման, որում բոլոր էլեմենտները տեղադրված են և հայտնի են նրանց ձևերը, կոչվում է հատակագիծ:

Այս հոդվածում դիտարկվում է հատակագծման խնդիրը առանց շղթաները (*net*) հաշվի առնելու: Այսինքն, տրված էլեմենտների բազմության համար պետք է որոշել կամայական էլեմենտի դիրքը և ձևը այնպես, որ այդ էլեմենտները պարունակող նվազագույն ուղղանկյան մակերեսը լինի հնարավորին չափ փոքրը: Նվազագույն մակերեսով ուղղանկյունը, որը պարունակում է բոլոր բլոկների ձևերը տեղադրությունից հետո, անվանենք այդ տեղադրության սահմանային ուղղանկյուն (ՍՈՒ): Ընդհանուր դեպքում այս խնդիրը NP-լրիկ է [1]: Մենք կնկարագրենք ալգորիթմ (բարդությունը՝  $O(n)$ ), որը էլեմենտների քանակն է), որը գործնականում տալիս է պիտանի արդյունքներ, իսկ եթե էլեմենտների մակերեսները իրար մոտ են, ապա մեր ալգորիթմը տալիս է օպտիմալ լուծմանը մոտ արդյունք: Անվանենք այս ալգորիթմը «արագ տեղադրման ալգորիթմ»:

### Խնդրի դրվագքը:

**ՍՊԻՏՔ:** Դիցուք տրված է  $B = \{b_1, \dots, b_n\}$  էլեմենտների (բլոկների) բազմություն: Յուրաքանչյուր  $b_i$  բլոկի համար տրված է  $S'_i = \{s'_1, \dots, s'_{k_i}\}$  ուղղանկյունների բազմությունը, այնպես, որ  $S'_i$ -ի բոլոր ուղղանկյուններն ունեն միևնույն մակերեսը, իսկ նրանց բարձրություններն իրարից տարբեր են: Անվանենք այդ ուղղանկյունների բազմությունը տրված բլոկի ձևերի բազմություն: Ուղղանկյունը իրենից ներկայացնում է  $(x, y, w, h)$  քառյակը, որտեղ  $x, y$ -ը ուղղանկյան ձախ-ներքելի գագաթի կոորդինատներն են,

իսկ  $w$ ,  $h$ -ը համապատասխանաբար ուղղանկյան լայնությունն ու բարձրությունն են: Կասենք, որ  $(x_0, y_0)$  կետը  $(x, y, w, h)$  ուղղանկյան ներքին կետ է, եթե միաժամանակ տեղի ունեն հետևյալ անհավասարությունները.  $x_0 > x$ ,  $y_0 > y$ ,  $x_0 < x + w$  և  $y_0 < y + w$ : Կասենք նաև, որ երկու ուղղանկյուններ հատվում են, եթե գոյություն ունի  $(x_0, y_0)$  կետ, որը երկու ուղղանկյան համար էլ ներքին կետ է:

**ԵԼ.Զ:** Անհրաժեշտ է կամայական  $b$ , բլոկի համար

1. որոշել ձևը իր ձևերի բազմությունից,
2. գտնել ընտրված ձևի  $(x_i, y_i)$  կորդինատները այնպես, որ բլոկների ոչ մի զույգի ձևերը չհատվեն և տեղադրությունից հետո ՍՈՒ-ի մակերեսը լինի մինիմալ:

**Ալգորիթմի կառուցվածքը:** Մեր կողմից նկարագրվող ալգորիթմը կազմված է 2 մասից.

1. բլոկների բազմության տրոհում,
2. բլոկների ձևերի միավորում:

Առաջին մասում մենք կառուցում ենք բինար ծառ (անվանենք այն հարևանության ծառ՝  $T$ ), որի յուրաքանչյուր գագաթին համապատասխանում է բլոկների բազմություն: Նշանակենք  $P(i)$ -ով  $i$  գագաթին համապատասխանող բլոկների բազմությունը, իսկ  $A(i)$ -ով  $i$  գագաթին համապատասխանող բլոկների մակերեսների գումարը:  $T$  ծառը կամայական  $i$ -ի համար պետք է բավարարի հետևյալ պայմաններին.

ա)  $P(i)=B$ , եթե  $i$ -ն արմատն է,

բ)  $|P(i)|=1$ , եթե  $i$ -ն տերևն է, այսինքն տերևային գագաթները համապատասխանում են մեկ բլոկի,

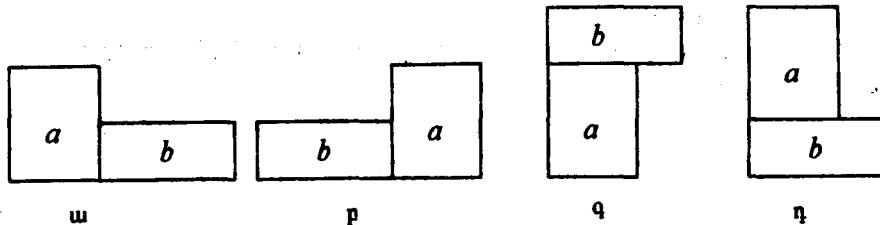
գ)  $P(i)=P(j) \cup P(k)$  և  $P(j) \cap P(k)=\emptyset$ , որտեղ  $i$ -ն ոչ տերևային գագաթ է, իսկ  $j$ ,  $k$ -ն նրա որդիներն են,

դ) կամայական ոչ տերևային  $i$  գագաթի համար  $A(j) \approx A(k)$ , որտեղ  $j$ ,  $k$ -ն  $i$ -ի որդիներն են:

Ինչպես նկարագրված է [2]-ում, Կարպի-Կարմարկարի դ) կետի լուծման մոտավոր ալգորիթմը (այսինքն՝ տրված էլեմենտների բազմությունը, որոնցից յուրաքանչյուրը ունի որոշակի մակերես, տրոհել երկու ենթաբազմությունների այնպես, որ դրանց էլեմենտների մակերեսների գումարները լինեն մոտավորապես իրար հավասար) ունի  $O(n \ln(n))$  բարդությունը, որը մինչև այժմ լավագույնն է գործնականում: Ուեկուրսիկորեն կիրառելով Կարպի-Կարմարկարի ալգորիթմը մեր  $B$  բազմության, ապա նրա ենթաբազմությունների վրա՝ կստանանք առաջին մասի խնդրի լուծման համար ալգորիթմ: Այժմ դիտարկենք ալգորիթմի երկրորդ քայլը: Առաջին քայլից հետո ունենք բլոկների տրոհման բինար ծառը: Մենք փորձելու ենք գտնել բլոկների տեղադրում՝ օգտագործելով հարևանության ծառը, ընդ որում, եթե  $i$ ,  $j$ -ն միևնույն գագաթի որդիներն են, ապա դրանց համապատասխանող բլոկները կամ բլոկների բազմությունների ՍՈՒ-երը իրար հարևան են: Կասենք, որ երկու ուղղանկյուն իրար հարևան են, եթե նրանք ունեն ընդհանուր կողմ: Այս խնդրի վերաբերյալ կան տարբեր աշխատանքներ, բայց դրանցից ամենահայտնին Ստոկմեն-

բի ալգորիթմն է [1]:

Դիցուք ունենք  $a$  և  $b$  ուղղանկյուններ, որոնք իրար հետ կարող ենք միավորվել 4 հմարավոր տարրերակներով (տես նկար 1): Ակնհայտ է, որ ա և  $p$  (ինչպես նաև  $q$  և  $\eta$ ) տարրերակներով միավորելու ժամանակ ստանում ենք միևնույն ուղղանկյունը: Այդ պատճառով կենքադրենք, որ կամայական երկու ողղանկյունների համար գոյություն ունի միավորման երկու տարրերակ՝ հորիզոնական և ուղղաձիգ:



Նկ. 1:

Ստոկմեյերի աշխատանքում [1] դիտարկվում է այս խնդրի մասնավոր դեպքը, եթե ամեն մի բլոկ ունի ընդամենը 2 բույլատրելի ձև և հարևանության ծառում ձևերի միավորման ուղղությունը հայտնի է: Այսինքն, տրված է, թե այդ բլոկների կամ բլոկների քազմությունների ձևերը հորիզոնակա՞ն, թե ուղղաձիգ ուղղությամբ են միավորվելու:

**Սահմանում:** Կասենք, որ  $A$  տեղադրությունը պարունակում է  $B$  տեղադրությունը, եթե  $U\Omega\Gamma(A) \leq U\Omega\Gamma(B)$ , այսինքն  $U\Omega\Gamma(A)$  ուղղանկյան լայնությունը և բարձրությունը մեծ (կամ հավասար) են  $U\Omega\Gamma(B)$  ուղղանկյան լայնությունից և բարձրությունից:

Զեակերպենք Ստոկմեյերի թեորեմը [1]:

**Թեորեմ 1:** Եթե բլոկներից յուրաքանչյուրը կարող է ունենալ ամենաշատը 2 ձև, ապա  $T$  հարևանության ծառ ունեցող իրարից տարրեր և իրար չպարունակող տեղադրությունների քանակը  $\leq L(T)+1$ , որտեղ  $L(T)$ -ն  $T$  տրոհման ծառի տերևների քանակն է:

Ստոկմեյերի թեորեմի ապացույցում նկարագրվում է նաև ալգորիթմ, թե ինչպես կարող ենք ստանալ այդ բլոկը տեղադրությունները: Այնուհետև մնում է միայն ընտրել այդ բլոկը հատակագծերից այն, որի  $U\Omega\Gamma$ -ն ունի մինիմալ մակերես:

**Ստոկմեյերի թեորեմի ընդհանրացումը:** Այժմ դիտարկենք ընդհանուր խնդիրը, եթե կամայական  $b$ , բլոկ ունի  $p$ , քանակությամբ ձևեր և հարևանության ծառում ձևերի միավորման ուղղությունը հայտնի չէ: Մենք ցույց կտանք, որ Ստոկմեյերի թեորեմը անմիջապես հետևում է ստորև բերվող թեորեմից:

**Թեորեմ 2:** Դիցուք տրված է  $T$  հարևանության ծառը բլոկների  $B$  քազմության համար: Այդ դեպքում  $T$  հարևանության ծառ ունեցող իրարից տարրեր և իրար չպարունակող տեղադրությունների քանակը՝

$$M \leq \beta^d F - \beta^d L + (\beta^{2d} + 2)/3, \quad (1)$$

որտեղ  $d$ -ն ծառի խորությունն է,  $L=|B|$ ,  $F$ -ը  $B$  քազմության բլոկների ձևերի գումարային քանակն է,  $\beta=1$ , եթե հարևանության ծառում ձևերի միավորման ուղղությունը հայտնի է,  $\beta=2$ , եթե անհայտ է:

**Հետևանք 1:** Եթե  $\beta=1$  և ամեն մի բլոկ ունի ամենաշատը 2 ձև, ապա մենք ստանում ենք Ստոկմեյերի թեորեմը: Իրոք.

$$M \leq \beta^d F - \beta^d L + (\beta^{2d} + 2)/3 = 1^d 2L - 1^d L + (1^{2d} + 2)/3 = L + 1:$$

**Հետևանք 2:** Դիտարկենք ևս մեկ մասնավոր դեպք, եթե հարևանության ծառում ծևերի միավորման ուղղությունը հայտնի է, սակայն բլոկները կարող են ունենալ տարրեր քանակությամբ ծևեր: Այդ դեպքում՝

$$M \leq \beta^d F - \beta^d L + (\beta^{2d} + 2)/3 = 1^d F - 1^d L + (1^{2d} + 2)/3 = F - L + 1:$$

Այժմ անցնենք թեորեմի ապացույցին:

**Ապացույց:** Կիրառենք ինդուկցիայի եղանակը: Եթե  $d=0$  ( $T$ -ն տերև է), ապա ակնհայտ է, որ

$$M \leq \beta^d F - \beta^d L + (\beta^{2d} + 2)/3 = \beta^0 F - \beta^0 L + (\beta^0 + 2)/3 = F:$$

Եթե  $T$ -ն տերև է, ապա այդ դեպքում ակնհայտորեն  $M = F$ :

Այժմ ենթադրենք, թե (1) անհավասարությունը տեղի ունի  $T$  ծառի արմատի աջ և ձախ որդիների համար: Անհրաժեշտ է ապացուցել, որ այն տեղի ունի նաև  $T$  ծառի արմատի համար: Ենթադրենք նաև, որ ծառի գագաթի մի որդին ունի  $m$ , իսկ մյուսը՝  $k$  քանակությամբ ծև: Ցույց տանք, որ միավորումից հետո ծառի գագաթը կարող է ունենալ ամենաշատը  $\beta(m+k-1)$  ծև: Դիցուք ծառի գագաթի ձախ որդուն համադրված է  $L_1, L_2, \dots, L_m$  ծևերի, իսկ աջ որդուն՝  $R_1, R_2, \dots, R_k$  ծևերի հաջորդականությունը: Ենթադրենք, թե նշված հաջորդականությունները ընթանում են բարձրությունների նվազման կարգով: Ակնհայտ է, որ եթե ծևերը ընթանում են ըստ բարձրությունների նվազման կարգի, ապա միաժամանակ կարգավորված են ըստ լայնությունների աճման: Ենթադրելով, որ ծևերի միավորման ուղղությունը հայտնի է (օրինակ, ուղղաձիգ է), դիտարկենք ծևերի միավորման հետևյալ գծային բարդությամբ ալգորիթմ, որի արդյունքում ստացվում է ծևերի  $x_1, \dots, x_i$  հաջորդականությունը:

Քայլ 1:  $i=1, j=1$  և  $t=0$ :

Քայլ 2: Քանի դեռ  $i \leq m$  և  $j \leq k$ , կատարել 3-րդ և 4-րդ քայլերը:

Քայլ 3:  $x_i$ -ին վերագրել  $L_i$  և  $R_j$  ծևերի միավորման արդյունքը (նկ. 2), և  $t=t+1$ :

Քայլ 4: Եթե  $L_i$ -ի բարձրությունը մեծ է, քան  $R_j$ -ինը, ապա  $i=i+1$ , եթե  $R_j$ -ի բարձրությունն է ավելի մեծ, քան  $L_i$ -ինը, ապա  $j=j+1$ , եթե բարձրությունները իրար հավասար են, ապա  $i=i+1$  և  $j=j+1$ :

Սա պայմանավորված է նրանով, որ եթե  $L_i$ -ն ավելի բարձր է քան  $R_j$ -ն, ապա անիմաստ է միավորել  $L_i$ -ն  $R_j$  ցուցակի ավելի փոքր բարձրություն ունեցող ծևի հետ, քանի որ միավորելուց հետո կստանանք նույն բարձրությամբ, սակայն ավելի մեծ լայնությամբ ծև (նկ. 2):

Ակնհայտ է, որ այս ալգորիթմի արդյունքում կարող ենք ստանալ ամենաշատը  $m+k-1$  ծև: Եթե ուղղությունը հայտնի չէ, ապա կստանանք ամենաշատը  $2(m+k-1)$  ծև, այդ պատճառով ընդիմանուր դեպքում տրված գագաթի 2 որդիների ծևերը միավորելով՝ կստանանք ամենաշատը  $\beta(m+k-1)$  ծև:

**Հետևաբար**

$$\begin{aligned}
 M &\leq \beta(m+k-1) \leq \beta(\beta^{d-1}F_1 - \beta^{d-1}L_1 + (\beta^{2d-2} + 2)/3 + \beta^{d-1}F_2 - \beta^{d-1}L_2 + \\
 &+ (\beta^{2d-2} + 2)/3 - 1) = \beta^d(F_1 + F_2) - \beta^d(L_1 + L_2) + 2(\beta^{2d-1} + 2\beta)/3 - \beta = \\
 &= \beta^dF - \beta^dL + (\beta^{2d} + 2)/3,
 \end{aligned}$$

քանի որ  $2(\beta^{2d-1} + 2\beta)/3 - \beta = (\beta^{2d} + 2)/3$ , եթե  $\beta = 1$  կամ 2: ▶

«Արագ տեղադրման» ալգորիթմի նկարագրությունը: Նախ նկատենք, որ թերեմ 2-ի ապացույցն իրենից ներկայացնում է նաև բլոկների ձևերի միավորման ալգորիթմ: Սակայն գործնականում այդ ալգորիթմը կիրառելի չէ, եթե հարևանության ծառի գագարներում տրոհման ուղղությունը անհայտ է, քանի որ հարևանության ծառի գագարներին համապատասխանող բլոկների ձևերի բազմության հզորությունը աստիճանային կարգով մեծանում է: Մենք կծեափոխենք այս ալգորիթմը, որպեսզի այն հնարավոր լինի կիրառել գործնականում: Նախ նշենք հնտելյալ փաստը. եթե  $A$ -ն ու  $B$ -ն  $C$  գագարի որդիներն են և  $A$  ու  $B$  գագարների ձևերը դասավորվում են բարձրությունների նվազման կարգով, ապա թերեմ 2-ում նկարագրված ալգորիթմի արդյունքում  $C$  գագարի ձևերը նույնպես կլինեն դասավորված այդ կարգով: Դիցուք  $A$  գագարն ունի  $a$ , իսկ  $B$  գագարը՝  $b$  քանակությամբ ձև: Ինչպես նշվել էր վերը, միավորումից հետո  $C$  գագարը կունենա ամենաշատը  $2(a+b-1)$  ձև: Դնենք սահմանափակում գագարի ձևերի վրա: Ենթադրենք, որ յուրաքանչյուր գագար կարող է ունենալ ամենաշատը  $k$  ձև: Այդ դեպքում  $C$  գագարի ձևերի քանակը հավասար կլինի  $\min(2(a+b-1), k)$ : Մնում է ցույց տանք, թե ինչպես ընտրել  $k$  քանակությամբ ձև  $C$  գագարի ձևերի բազմությունից, եթե  $k < 2(a+b-1)$ : Ինչպես ասել ենք,  $C$  գագարի ձևերի բազմությունը կարգավորված է ըստ բարձրությունների նվազման: Նշանակենք  $t = 2(a+b-1)/k$ , ( $t > 1$ ): Այնուեւսև  $C$  բազմության ձևերից ընտրենք առաջինից սկսած  $k$  հատը՝  $t$  քայլով: Ակնհայտ է, որ արդյունքում կստանանք  $k$  կամ  $k-1$  ձև: Նկատենք, որ նշված եղանակով վերցված ձևերը նույնպես կարգավորված կլինեն ըստ բարձրության: Այս ձևափոխությամբ ալգորիթմի բարդությունը հավասար կլինի  $O(kn)$ :

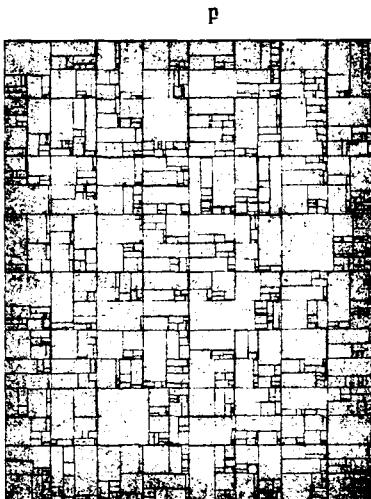
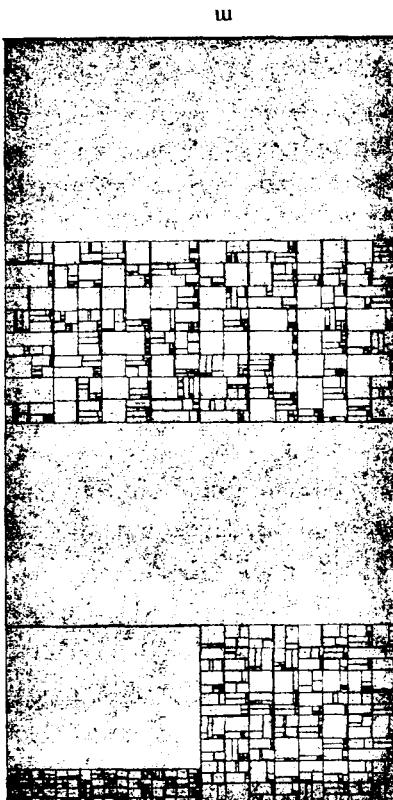
Փորձը ցույց է տվել, որ միջին հաշվով ավելի քիչ ազատ տարածք ենք կորցնում, եթե միավորում ենք մոտավորապես հավասար մակերեսներ ունեցող ձևեր: Այդ պատճառով առաջին քայլում հարևանության ծառը կառուցում ենք այնպես, որ յուրաքանչյուր գագարի որդիներն ունենան մոտավորապես նույն մակերեսը: Ինչպես նշել էինք, «արագ տեղադրման» ալգորիթմը կազմված է երկու մասից:

1. բլոկների բազմության տրոհում, որի բարդությունը հավասար է  $O(n \ln(n))$ ,

2. բլոկների ձևերի միավորում, որի բարդությունը հավասար է  $O(kn)$ :

Հետևաբար, ընդհանուր ալգորիթմի բարդությունը հավասար կլինի  $O(kn) + O(n \ln(n))$ : Այս ալգորիթմը նպատակահարմար է կիրառել հատակագծման ընդհանուր խնդրի լուծման ժամանակ, այսինքն եթե փնտրվում է

այնպիսի տեղադրում, որի ժամանակ շղթաների գումարային երկարությունը լինի հնարավորին չափ փոքր (օրինակ, նկ. 3):



Նկ. 3: Ալգորիթմի աշխատանքի օրինակներ. ա) բլոկների քանակը՝ 7704, չօգտագործված մակերեսը՝ 0,76%, աշխատանքի տևողությունը՝ 50վ; բ) բլոկների քանակը՝ 4971, չօգտագործված մակերեսը՝ 1,76%, աշխատանքի տևողությունը՝ 10վ:

Մասնավորապես կարելի է ստանալ հետևյալ շատ կարևոր հարցի պատճառահանք. հնարավո՞ր է արյուր տրված բլոկների քազմությունը տեղադրել տրված ուղղանկյան մեջ, թե՛ ոչ, եթե հնարավոր չէ, ապա գունդում է նվազագույն մակերեսով ուղղանկյուն, որի մեջ այդ բլոկների քազմությունը հնարավոր է տեղադրել:

**Հիմքեատ մաթեմատիկայի ամիսն**

*Ստացվել է 08.06.2004*

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Larry J. Stockmeyer – Information and Control 57, 1983, (2/3), p. 91–101;
2. Optimal Number Partitioning - Korf (1995) Richard E. Korf Computer Science Department University of California, Los Angeles, Ca. 90024 korf@cs.ucla.edu. August 18, 1995:

**БЫСТРЫЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ****Резюме**

В данной работе обобщена теорема Стокмейера и представлен быстрый и в практике эффективный алгоритм для решения задачи размещения.

K. M. HAYRAPETYAN

**QUICK ALGORITHM FOR SOLVING FLOORPLANNING PROBLEM****Summary**

In this article Stockmeyer's theorem is generalized and a quick and practically effective algorithm for solving floorplanning problem is represented.

**Механика**

УДК 539.3

В. М. БЕЛУБЕКЯН, М. В. БЕЛУБЕКЯН

**ЧАСТНЫЕ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В СОСТАВНОМ КЛИНЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ НАГРУЗКИ В ВЕРШИНЕ**

Задачи определения напряженно-деформированного состояния однородного изотропного клина с сосредоточенной нагрузкой в вершине приводятся в большинстве монографий по теории упругости. Решения аналогичных задач для анизотронных клиньев приводятся в монографии С.Г. Лехницкого [1]. В настоящей работе рассматриваются составные клинья. Показывается, что в общем случае простые решения типа логарифмической особенности для перемещений недостаточны для решения задач. Определяется класс частных задач, решения которых получаются в аналитическом виде.

1. В прямоугольной декартовой координатной системе ( $x, y, z$ ) уравнения равновесия в перемещениях для задач плоской деформации (ПД) и обобщенного плоского напряженного состояния (ОПНС) имеют вид

$$\begin{aligned} \Delta u + \frac{2}{k-1} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) &= 0, \\ \Delta v + \frac{2}{k-1} \cdot \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) &= 0. \end{aligned} \quad (1.1)$$

Здесь  $u, v$  – упругие перемещения в плоскости  $x, y$ ,

$$k = 3 - 4\nu \text{ для ПД, } k = (3 - \nu)/(1 + \nu) \text{ для ОПНС} \quad (1.2)$$

Известно, что задачи с сосредоточенными нагрузками имеют особенность  $\sqrt{x^2 + y^2}$  для напряжений и, следовательно, логарифмическую – для перемещений [1–3]. Общее решение системы (1.1) с логарифмической особенностью для перемещений имеет вид [4]

$$\begin{aligned} u &= A_1 \ln(x + iy) + A_2 \frac{y}{x + iy} + A_3 \ln(x - iy) + A_4 \frac{y}{x - iy}, \\ v &= (iA_1 - kA_2) \ln(x + iy) + A_2 \frac{iy}{x + iy} - (iA_3 + kA_4) \ln(x - iy) - A_4 \frac{iy}{x - iy}. \end{aligned} \quad (1.3)$$

В цилиндрической системе координат  $(r, \theta)$  из (1.3) выражения для деформаций получаются в следующем виде:

$$\varepsilon_{rr} = \frac{1}{r} \left( e^{i\theta} A_1 - k \sin \theta A_2 + e^{-i\theta} A_3 - k \sin \theta A_4 \right),$$

$$\varepsilon_{\theta\theta} = \frac{1}{r} \left[ -e^{i\theta} A_1 + i(e^{-i\theta} - k \cos \theta) A_2 - e^{-i\theta} A_3 - e^{-i\theta} A_4 - i(e^{i\theta} - k \cos \theta) A_4 \right], \quad (1.4)$$

$$\varepsilon_{r\theta} = \frac{1}{2r} \left[ 2ie^{i\theta} A_1 + (1-k)e^{i\theta} A_2 - 2ie^{-i\theta} A_3 + (1-k)e^{-i\theta} A_4 \right].$$

При помощи (1.4) формулы, определяющие напряжения для задач ОПНС, приводятся к следующему виду:

$$\begin{aligned} \sigma_{rr} &= \frac{E}{(1+\nu)r} \left[ e^{i\theta} A_1 + \frac{1+\nu}{1-\nu} \left( \sin \theta - \frac{2i}{1-\nu} \cos \theta \right) A_2 - e^{-i\theta} A_3 + \frac{1-\nu}{1+\nu} \left( \sin \theta + \frac{2i}{1-\nu} \cos \theta \right) A_4 \right], \\ \sigma_{\theta\theta} &= -\frac{E}{(1+\nu)r} \left[ e^{i\theta} A_1 - \frac{1-\nu}{1+\nu} \left( \sin \theta - \frac{2i}{1-\nu} \cos \theta \right) A_2 + e^{-i\theta} A_3 - \frac{1-\nu}{1+\nu} \left( \sin \theta + \frac{2i}{1-\nu} \cos \theta \right) A_4 \right], \\ \sigma_{\theta r} &= \frac{E}{(1+\nu)r} \left( ie^{i\theta} A_1 - \frac{1-\nu}{1+\nu} e^{i\theta} A_2 - ie^{-i\theta} A_3 - \frac{1-\nu}{1+\nu} e^{-i\theta} A_4 \right). \end{aligned} \quad (1.5)$$

Аналогичные выражения (отличаются только некоторые коэффициенты) получаются и для напряжений задачи ПД, для краткости они здесь не приводятся.

2. Рассматривается полубесконечная пластинка (или полубесконечное пространство для задачи ПД) при наличии сосредоточенной нагрузки  $P$  на границе (рис. 1). Пластинка составлена из двух разнородных материалов, соединенных по линии  $\theta = -\gamma$ . В дальнейшем индекс (1) будет относиться к характерным величинам области  $-\gamma < \theta < \pi/2$ , а индекс (2) – к области  $-\pi/2 < \theta < -\gamma$ . Задача решается при следующих граничных условиях :

$$\theta = \frac{\pi}{2}: \quad \sigma_{\theta\theta}^{(1)} = 0, \quad \sigma_{\theta r}^{(1)} = 0; \quad (2.1)$$

$$\theta = -\frac{\pi}{2}: \quad \sigma_{\theta\theta}^{(2)} = 0, \quad \sigma_{\theta r}^{(2)} = 0;$$

$$\theta = -\gamma: \quad u_r^{(1)} = u_r^{(2)}, \quad u_\theta^{(1)} = u_\theta^{(2)}, \quad \sigma_{\theta\theta}^{(1)} = \sigma_{\theta\theta}^{(2)}, \quad \sigma_{\theta r}^{(1)} = \sigma_{\theta r}^{(2)} \quad (2.2)$$

и при условии равновесия [2]:

$$P + \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \sigma_{rr} \cos(\beta - \theta) r d\theta = 0. \quad (2.3)$$

Если иметь в виду, что каждое из условий непрерывности перемещений из (2.2) приводит к двум независимым условиям относительно произвольных постоянных  $A_k^{(i)}$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ ;  $k = 1, 2, 3, 4$ ), т.к. в выражениях для перемещений должны приравниваться к нулю коэффициенты при  $r^0$  и  $\ln r$ , то получается одиннадцать условий для восьми произвольных постоянных. Следовательно,

в общем случае для решения задачи недостаточно функций с логарифмической особенностью (1.4). К ним должны быть добавлены функции со степенной особенностью. Однако полученная система алгебраических уравнений (2.1)–(2.3) имеет решения в частных случаях. В случае  $\gamma = 0$  полу бесконечная пластина составлена из двух равных частей, некоторые из граничных условий (2.1), (2.2) удовлетворяются тождественно и для произвольных постоянных получаются следующие соотношения:

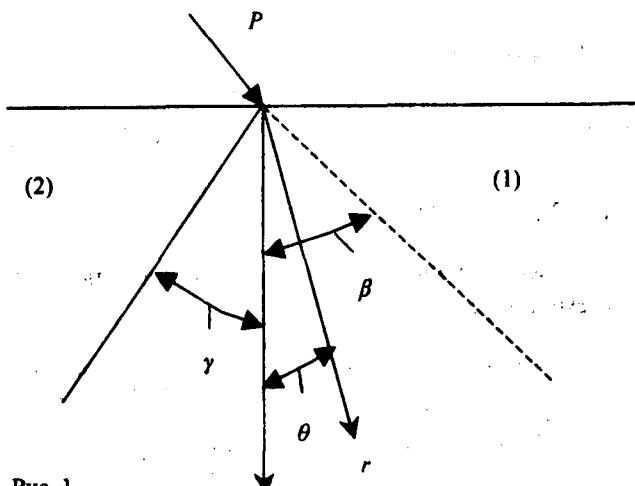


Рис. 1.

$$\begin{aligned} A_1^{(1)} &= -\frac{1-\nu_1}{1+\nu_1} i A_4^{(1)}, \quad A_2^{(1)} = A_4^{(1)}, \quad A_3^{(1)} = \frac{1-\nu_1}{1+\nu_1} i A_4^{(1)}, \\ A_1^{(2)} &= -\frac{1-\nu_2}{1+\nu_1} i A_4^{(1)}, \quad A_2^{(2)} = \frac{1+\nu_2}{1+\nu_1} A_4^{(1)}, \quad A_3^{(2)} = \frac{1-\nu_2}{1+\nu_1} i A_4^{(1)}, \quad A_4^{(2)} = \frac{1+\nu_2}{1+\nu_1} A_4^{(1)}. \end{aligned} \quad (2.4)$$

Таким образом, семь произвольных постоянных из восьми находятся посредством  $A_4^{(1)}$ , и остается определить  $A_4^{(1)}$  из условия (2.3). С учетом (2.4) компоненты напряжений (1.6) определяются следующим образом:

$$\begin{aligned} \sigma_{rr}^{(1)} &= -\frac{2i(1-\nu_1)E_1}{(1+\nu_1)^2 r} e^{i\theta} A_4^{(1)}, \quad \sigma_{\theta\theta}^{(1)} = \sigma_{\theta r}^{(1)} = 0, \\ \sigma_{rr}^{(2)} &= -\frac{2i(1-\nu_2)E_2}{(1+\nu_2)(1+\nu_1)r} e^{i\theta} A_4^{(1)}, \quad \sigma_{\theta\theta}^{(2)} = \sigma_{\theta r}^{(2)} = 0. \end{aligned} \quad (2.5)$$

Общие выражения (2.5) являются комплексными функциями, следовательно, постоянная

$$A_4^{(1)} = A + iB. \quad (2.6)$$

Из решений (2.5) с учетом (2.6) выбираются действительные решения, удовлетворяющие конкретным условиям равновесия вида (2.3).

В случае, когда сосредоточенная нагрузка вертикальная ( $\beta = 0$ ), решение (2.5) имеет вид

$$\sigma_{rr}^{(1)} = \frac{2(1-\nu_1)E_1 \cos \theta}{(1+\nu_1)^2 r} B, \quad \sigma_{rr}^{(2)} = \frac{2(1-\nu_2)E_2 \cos \theta}{(1+\nu_2)(1+\nu_1)r} B. \quad (2.7)$$

Постоянная  $B$  определяется из условия равновесия (2.3). После определения  $B$  для напряжений (2.7) получаются следующие окончательные выражения:

$$\sigma_{rr}^{(1)} = -\frac{4P \cos \theta}{\pi(1+\chi)r}, \quad \sigma_{rr}^{(2)} = -\frac{4P \cos \theta}{\pi(1+\chi^{-1})r}, \quad (2.8)$$

где

$$\chi = \frac{(1-\nu_2)(1-\nu_1)E_2}{(1+\nu_2)(1+\nu_1)E_1}. \quad (2.9)$$

В случае, когда сосредоточенная нагрузка горизонтальная ( $\beta = \pi/2$ ), из (2.5) выбирается решение

$$\sigma_{rr}^{(1)} = \frac{2(1-\nu_1)E_1 \sin \theta}{(1+\nu_1)^2 r} A, \quad \sigma_{rr}^{(2)} = \frac{2(1-\nu_2)E_2}{(1+\nu_2)(1+\nu_1)r} A. \quad (2.10)$$

После определения постоянной  $A$  из (2.3) и подстановки в (2.10) получается

$$\sigma_{rr}^{(1)} = -\frac{4P \sin \theta}{\pi(1+\chi)r}, \quad \sigma_{rr}^{(2)} = -\frac{4P \sin \theta}{\pi(1+\chi^{-1})r}. \quad (2.11)$$

Суперпозиция решений (2.8) и (2.11) приводит к определению напряжений для сосредоточенной нагрузки при произвольном угле  $\beta$ :

$$\sigma_{rr}^{(1)} = -\frac{4P \cos(\beta-\theta)}{\pi(1+\chi)r}, \quad \sigma_{rr}^{(2)} = -\frac{4P \cos(\beta-\theta)}{\pi(1+\chi^{-1})r}, \quad \sigma_{\theta\theta}^{(1)} = \sigma_{\theta r}^{(1)} = 0. \quad (2.12)$$

Из (2.8), (2.11), (2.12) при  $\chi=1$  получаются известные решения для однородной полубесконечной пластиинки [1, 2].

3. Рассмотренный в пункте 2 частный случай ( $\gamma=0$ ) допускает обобщение для случая симметричного составного клина с произвольным углом раствора  $2\alpha$  (рис. 2).

Для данной задачи выражения (2.4) для произвольных постоянных остаются в силе, а условие равновесия (2.3) заменяется условием

$$P + \int_{-\alpha_2}^{\alpha_1} \sigma_{rr} \cos(\beta-\theta) r d\theta = 0. \quad (3.1)$$

Решение задачи получается аналогично (2.5)–(2.12). Сначала находится решение для  $\beta=0$ , потом для  $\beta=\pi/2$  и, наконец, в результате суперпозиции для напряжений определяются следующие выражения:

$$\sigma_{rr}^{(1)} = -\frac{4P}{(1+\chi)r} \left( \frac{\cos \theta \cos \beta}{2\alpha + \sin 2\alpha} + \frac{\sin \beta \sin \theta}{2\alpha - \sin 2\alpha} \right),$$

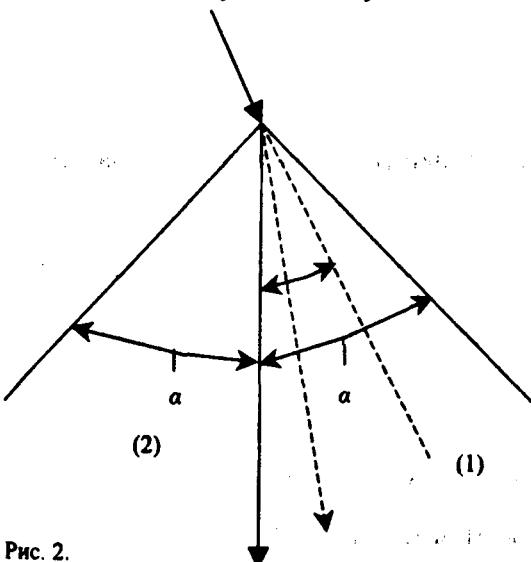


Рис. 2.

$$\sigma_{\pi}^{(2)} = -\frac{4P}{(1+\chi^{-1})r} \left( \frac{\cos \theta \cos \beta}{2\alpha + \sin 2\alpha} + \frac{\sin \beta \sin \theta}{2\alpha - \sin 2\alpha} \right), \quad (3.2)$$

$$\sigma_{\theta\theta}^{(i)} = \sigma_{\theta r}^{(i)} = 0.$$

Для однородного клина ( $\chi = 1$ ) из (3.2) следуют известные результаты [1, 2].

4. Второй частный случай, когда система алгебраических уравнений (2.1)–(2.3) имеет решение, получается при  $v_1 = v_2 = v$ , но при произвольном угле соединения пластин  $\gamma$ . В этом случае из условий (2.1) и (2.2) семь произвольных постоянных определяются посредством постоянной  $A_4^{(1)}$  следующим образом:

$$A_1^{(1)} = -\frac{1-v}{1+v} i A_4^{(1)}, \quad A_2^{(1)} = A_2^{(2)} = A_2^{(3)} = A_4^{(1)}, \quad (4.1)$$

$$A_3^{(1)} = \frac{1-v}{1+v} i A_4^{(1)}, \quad A_4^{(2)} = -\frac{1-v}{1+v} i A_4^{(1)}, \quad A_3^{(2)} = \frac{1-v}{1+v} i A_4^{(1)}.$$

Далее используется аналогичная процедура пункта 2 и окончательное решение получается в виде

$$\sigma_{\pi}^{(1)} = -\frac{4P}{r} \left[ \frac{\cos \theta \cos \beta}{\pi(1+\delta) + (2\gamma + \sin 2\gamma)(1-\delta)} + \frac{\sin \theta \sin \beta}{\pi(1+\delta) + (2\gamma - \sin 2\gamma)(1-\delta)} \right],$$

$$\sigma_{\pi}^{(2)} = -\frac{4P}{r} \left[ \frac{\cos \theta \cos \beta}{\pi(1+\delta^{-1}) + (2\gamma + \sin 2\gamma)(1-\delta^{-1})} + \frac{\sin \theta \sin \beta}{\pi(1+\delta^{-1}) + (2\gamma - \sin 2\gamma)(1-\delta^{-1})} \right], \quad (4.2)$$

где  $\delta = E_2/E_1$ .

Из (4.2) в случае однородной пластиинки ( $\delta = 1$ ) получаются известные (напр., в [3]) решения.

Кафедра механики сплошной среды

Поступила 22.09.2004

## ЛИТЕРАТУРА

- Лехницкий С.Г. Анизотропные пластиинки. М.: Физматгиз, 1957, 463 с.
- Новацкий В. Теория упругости. М.: Мир, 1975, 872 с.
- Саркисян В.С. Контактные задачи для полуплоскостей и полос с упругими накладками. Еր.: Изд-во ЕГУ, 1983, с. 260.
- Белубекян В.М., Белубекян М.В., Терзян С.А. – Изв. НАН Армении, Механика, 2001, т. 54, № 2, с. 18–21.
- Амбарцумян С.А. Разномодульная теория упругости. М.: Наука, 1982, 320с.

ԲԱՂԱԴՐՅԱԼ ՍԵՊԻ ԳԱԳԱԹՈՒՄ ԿԵՆՏՐՈՆԱՑՎԱԾ ՈՒԺԻ  
ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՆԵՐՁՈ ՀԱՐՈՒՄՆԵՐԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ՄԱՄԱՎՈՐ  
ԽՆԴԻՐՆԵՐ

Ամփոփում

Իզոտրոպ համասեռ սեպերում կենտրոնացված ուժի ազդեցության դեպքում լարումային-դեֆորմացիոն վիճակի որոշման խնդիրները բերվում են առաջականության տեսությանը նվիրված մենագրությունների մեջամասնության մեջ: Նմանատիպ խնդիրների լուծումը անհզուրոպ սեպերի համար տրված է Ս.Գ. Լեխնիցկու 1957 թ. մենագրության մեջ: Ներկա աշխատանքում դիտարկվում են բաղադրյալ սեպեր: Ցույց է տրվում, որ ընդհանուր դեպքում տեղափոխությունների լոգարիթմական եզակիությունը ներկայացնող պարզ լուծումները բավարար չեն խնդրի լրիվ լուծման համար: Որոշված է խնդիրների մի մասնակի դաս, որի համար ստացված են անալիտիկ լուծումներ:

V. M. BELUBEKYAN, M. V. BELUBEKYAN

PARTIAL PROBLEMS OF STRESS STATE IN A COMPOSED WEDGE  
UNDER A CONCENTRATED LOAD AT ITS VERTEX

Summary

Problems of determination of stress-strain state in isotropic homogeneous wedge under concentrated load at the vertex are presented in most of the monographs on theory of elasticity. Solutions of similar problems for anisotropic wedges are presented in monograph by S.G. Lekhnickyi. In the present paper wedges, composed of two homogeneous ones, are considered. It is shown, that the elementary solutions, representing logarithmic singularity of displacements are insufficient for general solution of the problem. A partial class of problems is determined, for which analytic solutions are obtained.

Физика

УДК 621.3

А. С. МУСАЕЛЯН

ОЖЕ-ПЕРЕХОД ЭЛЕКТРОНОВ В КОНДЕНСОННОЕ СОСТОЯНИЕ НА  
ДИСЛОКАЦИЯХ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Рассмотрен Оже-переход свободного электрона на заряженную краевую дислокацию в электронном полупроводнике, сопровождаемый поляризацией решетки и формированием одномерного автолокализованного состояния (конденсона). Получена зависимость вероятности захвата от степени заполнения дислокации электронами, глубины залегания дислокационного уровня и энергии поляризации решетки.

**Введение.** Оже-переходы неравновесных носителей заряда существенно увеличивают темп их рекомбинации в сильно легированных полупроводниках благодаря большой вероятности электрон-электронных столкновений (см. [1]). В кристаллах со значительным электрон-фононным взаимодействием Оже-захват электрона глубоким уровнем может сопровождаться испусканием или поглощением большого числа фононов. Теория таких переходов [2] аналогична теории многофононного уширения люминесцентных линий кристаллов.

В полупроводниках, содержащих большое количество дислокаций, наблюдается безызлучательная рекомбинация носителей на краевых дислокациях [3]. Оборванные связи вокруг ядра краевой дислокации создают в запрещенной зоне полупроводника глубокую узкую одномерную зону, способствующую эффективной рекомбинации неравновесных носителей.

Целью данной работы является исследование Оже-перехода электрона на краевую дислокацию, сопровождаемого локальной перестройкой решетки вокруг захваченного электрона и формированием конденсационного состояния [4].

**Описание перехода.** При Оже-переходе на отрицательно заряженную дислокацию электрон зоны проводимости, протуннелировавший сквозь электростатический барьер дислокации, захватывается в одномерную дислокационную зону с передачей энергии свободному зонному электрону. Учет же электрон-фононного взаимодействия выявляет передачу части энергии захваченного электрона решетке. Взаимодействие электрона с акустическим фононом обеспечивается деформационным потенциалом  $V_q$ .

Потенциал дислокации  $U(\rho)$  на расстояниях больших, чем постоянная решетки  $a$ , создается зарядом электронов, насыщающих оборванные связи дислокации, и в случае слабого заполнения дислокации имеет вид [5]

$$U(\rho) \approx 2a\kappa T \ln \frac{2\rho_D}{\gamma_0 \rho}, \quad a < \rho < \rho_D, \quad (1)$$

где  $\alpha \ll 1$  – параметр заполнения,  $\rho_D$  – дебаевский радиус экранирования и  $\ln \gamma_0 = 0,577$  – постоянная Эйлера.

В адиабатическом приближении волновая функция электрон-фононной системы представляется произведением электронной  $\psi_k(r, Q)$  и фононной  $\phi_{kp}(Q)$  частей:  $\Psi = \psi_k(r, Q)\phi_{kp}(Q)$ . Здесь индексы  $k$  и  $p$  указывают соответственно на электронные и решеточные состояния, а  $Q$  есть система нормальных координат решетки  $Q_q$  с волновыми векторами  $q$ . В начальном состоянии ( $i$ ) захватываемый на дислокацию электрон зоны проводимости (с индексом 1) в поле дислокации, описывается квазиклассической волновой функцией, нормированной на цилиндр радиусом  $R$  и длиной  $L_z$  [6]:

$$\psi_{k1}^i = \left( \frac{k}{4\pi RL_z} \right)^{1/2} \frac{e^{ik_z z} e^{im\varphi}}{\left( |k(\rho)|\rho \right)^{1/2}} \exp \left[ - \int_{\rho}^{\rho_m(k)} |k(\rho')| d\rho' \right], \quad a < \rho < \rho_m(k), \quad (2)$$

$$k(\rho) = \left\{ \frac{2\mu}{\hbar^2} \left[ V - U(\rho) - \frac{\hbar^2 m^2}{2\mu \rho^2} \right] \right\}^{1/2},$$

где  $V = \hbar^2 k_z^2 / 2\mu$ ,  $\mu$  – эффективная масса электрона,  $k_z$  и  $k$  – волновые числа электрона по линии дислокации и перпендикулярно к ней соответственно,  $m$  – магнитное квантовое число,  $\rho_m(k)$  – квазиклассическая точка поворота, определяемая из условия  $k(\rho_m) = 0$ .

При вычислении вероятности захвата будем рассматривать только электроны с  $m=0$  в начальном состоянии, т. к. отличное от нуля магнитное квантовое число, увеличивая центробежную энергию электрона ( $\hbar^2 m^2 / 2\mu \rho^2$ ), уменьшает вероятность туннелирования. Захваченный в основное дислокационное состояние  $E_D^0$  электрон локализуется в поперечном дислокации направлении на расстоянии  $\beta^{-1} = (\hbar^2 / 2\mu E_D^0)^{1/2}$ . При этом в конечном состоянии также  $m=0$ , т.к. вероятность передачи вращательного момента свободным электронам мала ввиду неравенства  $\beta a < 1$  [7].

Взаимодействие двумерно-локализованного на дислокации электрона с акустическими фононами поляризует решетку в поперечном направлении, вызывая сдвигку нормальных координат фононов

$$\bar{Q}_q = -\frac{1}{M\omega_q^2} V_q \int |\psi_k|^2 e^{iqr} d^3 r \quad (3)$$

( $M$  – масса элементарной ячейки кристалла,  $\omega_q$  – частота акустического фонона) и приводит к одномерной автолокализации электрона вдоль дислокации. При этом волновая функция конденсона – конечное состояние ( $f$ ) захватываемого электрона [8] – имеет вид:

$$\psi_{kl}^f = \frac{\beta}{\sqrt{\pi}} K_0(\beta\rho) \sqrt{\frac{\gamma}{2}} ch^{-1}(\gamma z). \quad (4)$$

Здесь модифицированная функция Бесселя нулевого порядка  $K_0(\beta\rho)$  описывает двумерную локализацию,  $\gamma^{-1}$  – радиус одномерной автолокализации. Энергия электрона в автолокализованном состоянии  $E_D = -E_D^o - \Delta/2$ , где

$$\Delta = \frac{1}{2} \sum_q M \omega_q^2 \bar{Q}_q^2 \quad (5)$$

является энергией поляризации решетки.

Свободный электрон зоны проводимости (обозначаемый здесь индексом 2) в цилиндрической системе координат описывается в начальном и конечном состояниях парциальными волнами с квантовыми числами  $k, m, k_z$ :

$$\Psi_2^{i(f)} = \left( \frac{k_2^{i(f)}}{2RL_z} \right)^{1/2} J_m(k\rho) e^{ik_2^{i(f)} z} e^{im^{i(f)} \phi}, \quad (6)$$

где  $J_m(x)$  – функция Бесселя порядка  $m$ .

**Вероятность захвата.** Оже-переход описывается двухчастичными волновыми функциями  $\Psi_1^i \Psi_2^f$  и  $\Psi_1^f \Psi_2^i$  [1]. В приближении Франка–Кондона, предполагающем независимость матричного элемента от фононных координат, вероятность перехода в конденсционное состояние есть

$$W_c = \frac{2\pi}{\hbar} \int P(E'_k) \left| \langle \psi_{k1}^i \psi_{k2}^f | H_c | \psi_{k1}^i \psi_{k2}^f \rangle \right|^2 G(E'_k - E_k^f) dS_1^i dS_2^f dS_2^f, \quad (7)$$

где

$$G(E'_k - E_k^f) = A_V \sum_{(p1)' (p1)} \left| \langle \phi_{k1,p1}' | \phi_{k1,p1}^f \rangle \right|^2 \cdot A_V \sum_{(p2)' (p2)} \left| \langle \phi_{k2,p2}' | \phi_{k2,p2}^f \rangle \right|^2 \delta(E'_{k,p} - E_{k,p}^f).$$

Здесь  $E_{k,p} = E_{k1} + E_{p1} + E_{k2} + E_{p2}$ , где  $E_p = \sum \hbar \omega_q (n_q + 1/2)$  – энергия фононной системы,  $n_q$  – фононные числа заполнения. В (7) ведется усреднение по начальным и суммирование по конечным состояниям фононной системы. Энергию зонных электронов будем описывать по параболическому закону  $E_k = \hbar^2 (k^2 + k_z^2) / 2\mu$ . Распределение электронов в начальном состоянии описывается Больцмановской функцией:

$$P(E'_k) = \frac{n^2}{N_c^2} \exp \left\{ -\frac{\hbar^2}{2\mu kT} (k_1'^2 + k_{1z}^2 + k_2'^2 + k_{2z}^2) \right\},$$

где  $N_c = \frac{1}{4} \left( 2\mu kT / \pi \hbar^2 \right)^{3/2}$  – плотность электронных состояний в зоне проводимости. Интегрирование ведется по всем начальным и конечным состояниям двухэлектронной системы,  $dS = (R/\pi)dk(L_z/2\pi)dk_z$ .

Функция  $G(E)$  является сверткой двух факторов Франка–Кондона, описываемых перекрытием решеточных состояний, связанных с электронами 1 и 2. Считая электрон 2 в зоне проводимости не связанным с решеткой, эту функцию можем свести к интегралу перекрытия решеточных состояний, связанных только с первым электроном. В пределе большой энергии поляризации решетки ( $\Delta \gg \hbar\omega_D$ ) интеграл перекрытия сводится к гауссовой функции распределения [9]:

$$G(E'_k - E'_k) = (2\pi\sigma^2)^{-1/2} \exp \left[ -\left( E'_k - E'_k - \Delta \right)^2 / 2\sigma^2 \right] \quad (8)$$

с энергией поляризации (5) и дисперсией

$$\sigma^2 = \frac{1}{2} \sum_q \hbar M \omega_q^3 Q_q^2 (2n_q + 1).$$

Таким образом, учет поляризации решетки сводится к замене дельта-функции в выражении для вероятности функцией Гаусса. Параметры функции (8)  $\Delta$  и  $\sigma$  вычисляются с использованием выражения для энергии поляризации решетки (5), определяемой волновой функцией конденсона (4) [8, 10]:

$$\Delta = \frac{\hbar^2 \gamma^2}{3\mu}, \quad \sigma^2 = \Delta \begin{cases} 2\kappa T, & \kappa T > \hbar\omega_D \\ \hbar\omega_D \left[ 1 + \frac{\pi^2}{3} \left( \frac{\kappa T}{\hbar\omega_D} \right)^2 \right], & \hbar\omega_D > \kappa T > (8\mu s^2 E_D^0)^{1/2} \end{cases}. \quad (9)$$

Для вычисления матричного элемента перехода в конденсционное состояние учтем, что характерное расстояние кулоновского взаимодействия электронов  $(\rho_2 - \rho_1) \sim \beta^{-1}$  много больше расстояния захватываемого электрона от дислокации  $\rho_1 \sim a_1$ . При рассмотрении перехода без передачи вращательного момента между электронами в разложении оператора взаимодействия по степеням  $\rho_2 - \rho_1$  можно сохранить лишь монопольный член, соответствующий приближению  $\rho_2 - \rho_1 \approx \rho_2$ :

$$H_c = \frac{e^2}{\epsilon \sqrt{(\rho_2 - \rho_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}} \approx \frac{e^2}{\epsilon \sqrt{\rho_2^2 + (z_2 - z_1)^2}},$$

где  $\epsilon$  – диэлектрическая постоянная. В этом случае, используя волновые функции (2), (4) и (6), получаем выражение для матричного элемента:

$$\langle \psi_{k1}^f \psi_{k2}^f | H_c | \psi_{k1}' \psi_{k2}' \rangle = \frac{e^2 \pi^{5/2}}{\epsilon (R^3 L_z^3 \gamma a \beta^2)^{1/2}} c h^{-1} \frac{\pi (k_{1z}' + k_{2z}' - k_{2z}')}{2\gamma} \times$$

$$\times \frac{\left(k'_1 k'_2 k'_2\right)^{1/2} \exp \left\{-2 \int_a^{\rho_0(k'_1)} |k'_1(\rho)| d\rho\right\}}{\left|k'_1(a)\right|^{1/2} \left[\left(k'_{2z} - k'_{2z}\right)^2 + \left(k'_2 - k'_2\right)^2\right]^{1/2} \left[\left(k'_{2z} - k'_{2z}\right)^2 + \left(k'_2 + k'_2\right)^2\right]^{1/2}}. \quad (10)$$

Это выражение учитывает только процесс захвата с передачей энергии зонному электрону с  $m'_2 = 0$ , т.к. вероятность нахождения электрона, описываемого волновой функцией (6), на характерном расстоянии взаимодействия  $\beta^{-1}$  от дислокации мала при  $m \neq 0$  [7]. Вероятность захвата записывается тогда в виде

$$W_c = \frac{e^4 n^2}{4\sqrt{2}\sqrt{\pi}\hbar\varepsilon^2\gamma a\beta^2 N_c^2 \sigma} \exp \left\{-\frac{\hbar^2}{2\mu\kappa T} \left(k'^2_{1z} + k'^2_{1z} + k'^2_{2z} + k'^2_{2z}\right)\right\} \times \\ \times c h^{-2} \frac{\pi \left(k'_{1z} + k'_{2z} - k'_{2z}\right)}{2\gamma} \frac{k'_1 k'_2 k'_2}{\left|k'_1(a)\right|} \frac{\exp \left\{-2 \int_a^{\rho_0(k'_1)} |k'_1(\rho)| d\rho\right\}}{\left[k'^2_{2z} + k'^2_{2z}\right]^2} \times \quad (11)$$

$$\times \exp \left\{-\frac{\left(E_D - \Delta - \hbar^2 \left(k'^2_{1z} + k'^2_{1z} + k'^2_{2z} + k'^2_{2z} - k'^2_{2z} - k'^2_{2z}\right)/2\mu\right)^2}{2\sigma^2}\right\} dk'_1 dk'_{1z} dk'_2 dk'_{2z} dk'_2 dk'_{2z}.$$

Показатель экспоненциальной функции в (11), описывающей туннелирование, с учетом (1), (2) равен

$$\int_a^{\rho_0(k'_1)} |k'_1(\rho)| d\rho = \frac{2\rho_D}{\gamma_0} \left(\frac{4\mu\alpha\kappa T}{\hbar^2}\right)^{1/2} \gamma\left(\frac{3}{2}, \ln \frac{\rho_0(k'_1)}{a}\right) \exp\left(-\frac{\hbar^2 k'^2_{1z}}{4\mu\alpha\kappa T}\right),$$

где  $\gamma(\alpha, x)$  – неполная гамма-функция. Интегрирование по  $k'_1$  производится методом перевала. Перевальная энергия, соответствующая энергии наиболее эффективно захватываемых частиц, определяется степенью заполнения дислокации и тепловой энергией захватываемого электрона:

$$\tilde{V} = 2\alpha\kappa T \ln \left[ \frac{2\rho_D}{\gamma_0} \left( \frac{\pi\mu\kappa T}{\alpha\hbar^2} \right)^{1/2} \right], \quad (12)$$

а туннельный путь электрона – выражением

$$\rho_0(\tilde{V}) = \frac{2\rho_D}{\gamma_0} \exp \left[ -\frac{\tilde{V}}{2\alpha\kappa T} \right].$$

Значение же интеграла по компоненте волнового вектора второго электрона  $k'_2$  определяется тепловой энергией  $\kappa T$ . Интегрирования по  $k'_{1z}$  и  $k'_{2z}$  выполняются с учетом условия  $(\hbar^2\gamma^2/\mu\kappa T) \sim \Delta/\kappa T \gg 1$ :

$$W_c = \frac{\pi e^4 n^2 (\mu kT)^{5/2}}{4\sqrt{2}\hbar^6 \varepsilon^2 a \beta^2 N_c^2 \sigma} \cdot \frac{\exp\left\{-2\alpha\left[1 + \ln\left(\frac{2\rho_D}{\gamma_0 \rho_0(\tilde{V})}\right)\right]\right\}}{\left(\ln\frac{\rho_0(\tilde{V})}{a}\right)^{1/2}} \times$$

$$\times \int \frac{k_2^f}{[k_2^{f2} + k_{2z}^{f2}]^2} ch^{-2}\left(\frac{\pi k_{2z}^f}{2\gamma}\right) \exp\left\{-\frac{(E_D - \Delta - \hbar^2(k_2^{f2} + k_{2z}^{f2})/2\mu)^2}{2\sigma^2}\right\} dk_2^f dk_{2z}^f.$$

Гауссова функция в подынтегральном выражении (13) описывает распределение энергий «горячего» электрона. Вероятность захвата электрона в конденсционное состояние равна:

$$W_c = \frac{2\pi^3 e^4 n^2 \hbar^2}{\varepsilon^2 \mu^{3/2} a \beta^2 (\kappa T)^{1/2}} \cdot \frac{1}{(E_D - \Delta)^2} \cdot \frac{\exp\left\{-2\alpha\left[1 + \ln\left(\frac{2\rho_D}{\gamma_0 \rho_0(\tilde{V})}\right)\right]\right\}}{\left(\ln\frac{\rho_0(\tilde{V})}{a}\right)^{1/2}} \left[1 + \frac{2\sigma^2}{(E_D - \Delta)^2}\right]. \quad (14)$$

В этом выражении мы сохранили поправку порядка  $2\sigma^2/(E_D - \Delta)^2$ , демонстрирующую увеличение вероятности захвата из-за многофононного уширения Оже-перехода при увеличении температуры и определяемую формулой (9). Основным же фактором, приводящим к увеличению вероятности, является сдвиг конденсационного уровня, определяемый членом  $(E_D - \Delta)^2$  в знаменателе (14).

Радиус захвата электрона на дислокацию определяется отношением полной вероятности захвата к потоку захватываемых частиц:

$$r = \frac{\sum W_c}{L_z n v_T},$$

где  $v_T$  – скорость теплового движения электрона. Суммирование вероятности захвата  $W_c$  по всем конденсационным состояниям сводится к умножению на число (порядка  $\gamma L_z$ ) этих состояний [10]:

$$r = \frac{\pi^3 e^4 \hbar^3 n}{2^{1/2} \varepsilon^2 v_T \mu^2} \cdot \frac{\gamma}{E_D (E_D - \Delta)^2} \cdot \frac{\exp\left\{-2\alpha\left[1 + \ln\left(\frac{2\rho_D}{\gamma_0 \rho_0(\tilde{V})}\right)\right]\right\}}{\left(\frac{2\mu k T a^2}{\hbar^2} \ln\frac{\rho_0(\tilde{V})}{a}\right)^{1/2}} \left[1 + \frac{2\sigma^2}{(E_D - \Delta)^2}\right]. \quad (15)$$

Полученное выражение демонстрирует характерную для Оже-процесса зависимость от концентрации электронов  $n$ , а также рост радиуса захвата из-

за многофононного уширения и сдвигки конденсонного уровня. Кроме того, наличие экспоненциального фактора, определяющего туннелирование электрона через электростатический барьер дислокации, позволяет учесть влияние зарядового состояния дислокации и температурную зависимость процесса.

**Заключение.** Выражение (15), демонстрирующее увеличение вероятности Оже-захвата из-за сдвигки уровня ловушки, находится в согласии с результатами ранних работ [2, 11], посвященных изучению захвата электронов в трехмерно-локализованные состояния. Существенно, что в отличие от [2, 11] полученный нами результат не допускает перехода к случаю Оже-захвата без участия фононов [7], когда захваченный электрон остается свободным вдоль дислокации. Так как поляризация решетки сопровождается формированием конденсонного состояния, рассмотренный здесь Оже-процесс может доминировать над чисто электронным процессом при наличии достаточно сильного электрон-фононного взаимодействия, т.е. когда выполняется неравенство  $\Delta \gg \hbar\omega_D$ .

ИРФЭ

Поступила 30.08.2004

## ЛИТЕРАТУРА

1. Robbins D.J. – Phys. Stat. Sol. b, 1980, v. 98, p. 11.
2. Robbins D.J. – J. Phys. C: Solid State Phys., 1983, v. 16, p. 3825.
3. Cherns D., Henley S.J. and Ponce F.A. – Appl. Phys. Letters, 2001, v. 78, p. 2691.
4. Воронов В.П., Косевич А.М. – ФНТ, 1980, т. 6, № 3, с. 371.
5. Варданян Р.А. – ЖЭТФ, 1977, т. 73, № 6, с. 2313.
6. Варданян Р.А. – ЖЭТФ, 1979, т. 76, № 6, с. 2241.
7. Kteyan A.A., Musayelyan A.S., and Vardanyan R.A. – J. Phys.: Condens. Matter, 2003, v. 15, p. 8445.
8. Hovakimian L.B., Vardanian R.A., and Veselko S.G. – Solid State Commun., 1990, v. 74, p. 389.
9. Rickayzen G. – Proc. Roy. Soc. A, 1957, v. 241, p. 480.
10. Варданян Р.А., Киракосян Г.Г., Кравченко В.Я. – ФТТ, 1988, т. 30, № 12, с. 3565.
11. Rebsch J.T. – Solid State Commun., 1979, v. 31, p. 377.

## Ա. ՍՈՒՍԱՅԵԼՅԱՆ

ԿԻՍԱՀԱՊՐԴԻՉՆԵՐՈՒՄ ԷԼԵԿՏՐՈՆՆԵՐԻ ՕԺԵ-ԱՆՑՈՒՄԸ  
ԴԻՄՈՎԱՑԻԱՆԵՐԻ ՎՐԱ ԱՌԱՋԱՑԱԾ ԿՈՆԴԵՆՍՈՆԱՑԻՆ  
ՎԻճԱԿԻՆ

## Ամփոփում

Դիտարկված է էլեկտրոնային կիսահաղորդիչում ազատ էլեկտրոնի Օժե-անցումը լիցքավորված եզրային դիմովացիայի վրա, որը հանգեցնում է բյուրեղային ցանցի թևուացմանը և միաշափ ինքնատեղայնացված վիճակի (կոնդենսումի) առաջացմանը: Ստացված է զավթման հավանականության

կախվածությունը դիսլոկացիայի էլեկտրոններով լցման աստիճանից, դիսլոկացիայի էներգետիկ մակարդակի խորությունից և ցանցի բնեուացման էներգիայից:

A. S. MUSAELYAN

## AUGER-TRANSITION OF ELECTRONS TO THE CONDENSON STATE ON THE DISLOCATIONS IN SEMICONDUCTORS

### Summary

Auger transition of a free electron to an edge dislocation is considered in the n-type semiconductor, accompanied by lattice polarization and formation of self-localized state along the dislocation (so-called «condenson»). The capture probability is obtained, as a function of dislocation fill-factor by electrons, energy level depth, and lattice polarization energy.

УДК 537.531

А. М. РОСТОМЯН

## ИССЛЕДОВАНИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ СИММЕТРИЧНЫХ ВВВ-ИНТЕРФЕРОМЕТРОВ

Исследованы разные варианты рентгеновских симметричных интерферометров с брэгговской геометрией дифракции лучей. Эти интерферометры отражающими зеркалами и расщепителем-анализатором пучка изготовлены из монокристаллического блока кремния. Теоретически рассчитаны и экспериментально реализованы варианты симметричных ВВВ-интерферометров с оптимальной толщиной расщепителя-анализатора.

Работа посвящена сравнительно малоизученному варианту рентгеновского интерферометра типа Бонзе-Харта [1-3] с брэгговской геометрией дифракции лучей. Эти монолитные интерферометры построены из монокристаллического блока кремния, обладающего весьма совершенной структурой, с отражающими зеркалами и пластинкой, служащей одновременно расщепителем-анализатором. Отражающие поверхности таких ВВВ-интерферометров могут быть разрезаны под разными углами  $\phi$  по отношению к отражающим плоскостям таким образом, чтобы получить симметричный или асимметричный вариант ВВВ-интерферометров.

Общий вид одного из таких симметричных ВВВ-интерферометров с рентгенооптическим ходом лучей в нем представлен на рис. 1. Так как интенсивности интерферирующих Н-пучков являются неравными, только О-пучки могут предложить приемлемый контраст для интерференционной картины.

Целью данной работы является нахождение оптимальной толщины для расщепителя-анализатора, которая должна быть достаточно мала для брэгговской трансмиссии и в то же время достаточно стабильна к внешним воздействиям.

Все эти варианты ВВВ-интерферометров были сконструированы и опробованы на выходной линии синхротронного рентгеновского излучения E2 (RÖEMO1) ускорителя DORIS III в DESY/HASYLAB (Германия) [4]. Во время экспериментов расщепитель-анализатор ВВВ-интерферометра лежал горизонтально (ВВВ-интерферометр на рис. 1, а повернут на  $90^\circ$ ), так

как синхротронное излучение дает максимальную когерентность в вертикальном направлении.

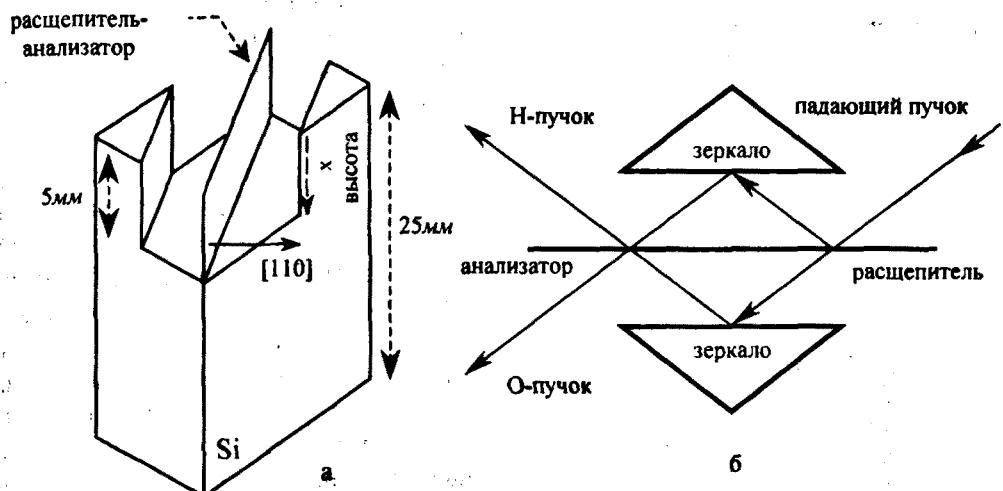


Рис. 1. Общий вид симметричного BBB-интерферометра (а) с ходом лучей (б)  
(вариант № 1 или № 2 в таблице).

В таблице приведены исследуемые варианты BBB-интерферометров и их соответствующие параметры при  $\phi = 0^\circ$ .

№	Толщина расщепителя-анализатора $t$ , мкм	Длина волны $\lambda$ , Å	Энергия $E$ , кэВ	Отражение
1	100	0,979	12,66	(220)
2	300	1,1625 0,775	10,66 16,0	(440) (660)
3	500	1,1625 0,775	10,66 16,0	(440) (660)

В этих исследованиях были получены интерференционные картины с встроенными интерференционными полосами, природа возникновения которых объясняется влиянием гравитации на горизонтально расположенный кремниевый расщепитель-анализатор, который изгибаются вниз под воздействием гравитации, создавая сдвиг фаз между двумя интерферирующими пучками. Достоверность этого предположения подтверждается увеличением изгиба расщепителя-анализатора путем приложения равномерно распределенной дополнительной силы с помощью тонкой свинцовой накладки вдоль всего края расщепителя-анализатора, что тем самым уменьшает расстояние между интерференционными полосами (рис. 2). Это предположение подтвердилось также после поворота всего интерферометра на  $90^\circ$ . Теперь, когда расщепитель-анализатор находится в вертикальном положении, встроенные интерференционные линии отсутствуют.

Задачей проведенных экспериментов было определение природы возникновения таких полос в интерференционных картинах и их искусственной модуляции с помощью плексигласовых клиньев ( $3^\circ$ ,  $4^\circ$  или  $5^\circ$ ), расположенных

женных в одном из каналов ВВВ-интерферометра, для обеспечения сдвига фаз между двумя интерферирующими пучками.

Произведенные эксперименты показали, что из исследованных вариан-

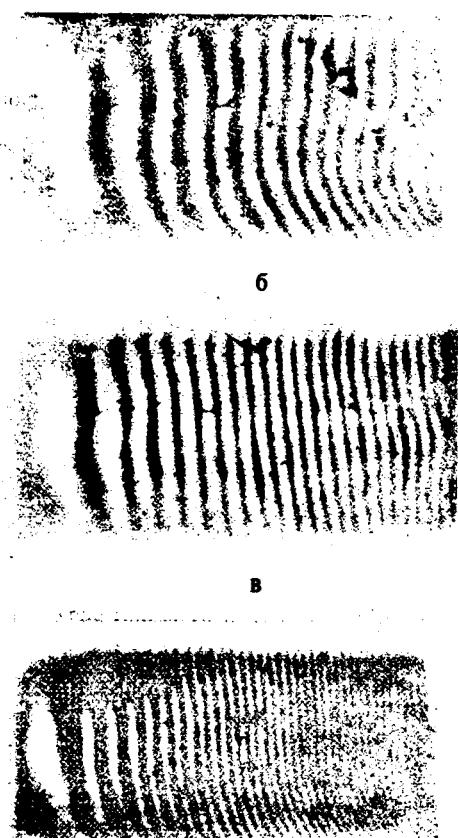


Рис. 2. Изменение интерференционной картины при изгибе расщепителя-анализатора под воздействием гравитации или приложенной силы: а) без дополнительного веса (собственный вес расщепителя-анализатора - 65мг); б) с дополнительным весом 5,2мг; в) с дополнительным весом 31,1мг.

микроденситометрическими сканированными снимками подтверждает согласие между теорией и экспериментом. Здесь же виден достаточно хороший контраст по всей области ( $\approx 4 \times 3\text{мм}^2$ ) интерференционной картины.

Таким образом, с помощью произведенных опытов было показано, что высококачественные ВВВ-интерферометры могут дать хороший контраст (до 70%) и стабильность с расщепителем-анализатором толщиной в 300 $\mu\text{м}$ . Эти экспериментальные исследования ВВВ-интерферометров с использованием синхротронного рентгеновского излучения могут служить основой для их дальнейшего применения в области рентгеновской оптики, в частно-

только интерферометр с наименьшей толщиной  $t$  расщепителя-анализатора (№ 1 в таблице) не дает встроенных линий, но, с другой стороны, этот вариант не реагирует и на сдвиг фаз, вводимый с помощью клиньев. Очевидно, это может быть объяснено влиянием внешних механических воздействий на стабильность горизонтально расположенного расщепителя-анализатора. Таким образом, опыт показывает, что в экспериментальных залах с разными родами шумов толщина  $t=100\mu\text{м}$  является пороговой для расщепителя-анализатора. Другие варианты (№2 и №3 в таблице) дают высококонтрастные встроенные интерференционные полосы (см. рис.3, а, б, в).

С использованием формализма, воспроизводящего наблюдаемую  $\Delta s \sim \Delta$  зависимость [2], было промоделировано расстояние  $\Delta s$  между интерференционными полосами во встроенных картинах при предположении, что изгиб горизонтально расположенного расщепителя-анализатора происходит под воздействием гравитационного поля Земли. Для исследования этого явления была рассчитана зависимость интенсивности интерференционных пучков от параметра  $x$ . На рис. 3а', б' приведены расчетные зависимости  $I(x)$ , сравнение которых с

сти в опытах с интерферометром Майкельсона для разных высокоточных измерений [5].

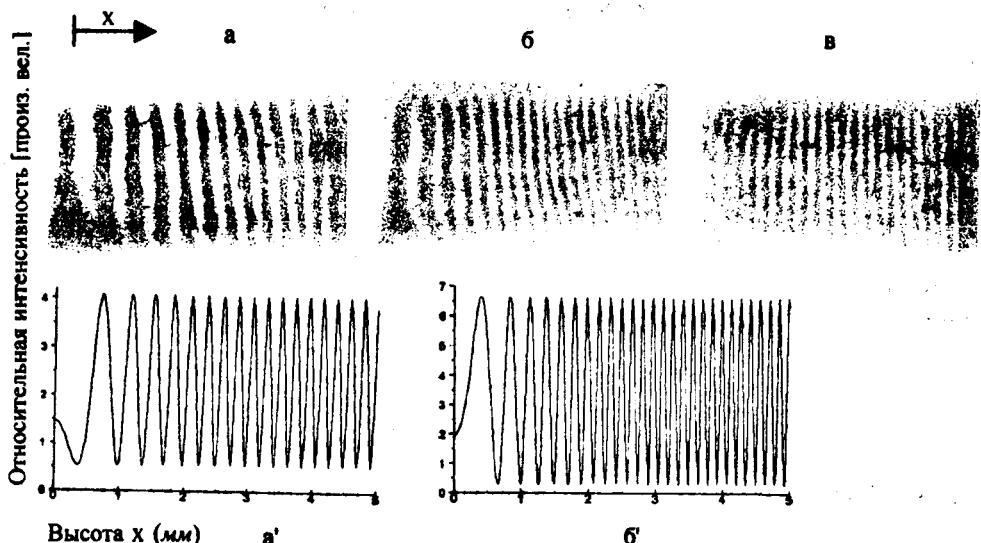


Рис. 3. Интерференционные картины О-пучка, полученные с помощью интерферометра № 2;  $\phi=0^0$ ,  $t=300\text{мкм}$  (см. таблицу): а) встроенные линии для  $\lambda=1,1625\text{\AA}$  (без клина); б) встроенные линии для  $\lambda=0,775\text{\AA}$  (без клина); в) встроенные линии для  $\lambda=1,1625\text{\AA}$  (с  $5^0$  клином в одном из каналов); а', б') моделированные интегрированные интенсивности  $I(x)$ , соответствующие встроенным интерференционным полосам а) и б).

Размер исследуемого поля отражений  $\approx 4 \times 3\text{мм}^2$ . На рисунках основа канала интерферометра находится с левой стороны.

Выражаю огромную благодарность проф. Г. Матерлику за предоставление возможности проведения опытов и руководство, В. Граеффу за ценные советы, Г.-И. ф. Аппен за изготовление образцов и особенно Е. Вьюргесу за повседневную помощь.

Кафедра физики твердого тела

Поступила 25.05.2004

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bonse U., Hart M. – Zeitschrift f. Physik, 1966, v. 194, p. 1–17.
2. Bonse U., Graeff W. X-ray and Neutron Interferometry. Topics of Applied Physics (edited by H.-J. Queisser), Berlin, Springer-Verlag, 1977, v. 22, p. 92–143.
3. Bonse U. – Physica B, 1988, v. 151, p. 7–21.
4. Wuerges J., Rostomyan A.M., Adams B., Graeff W. and Materlik G. Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY. Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB, Annual Report, 1997, Part-I, p. 997–998.
5. Appel A., Bonse U. – Phys. Rev. Lett., 1991, v. 67, № 3, p. 1673–1676.

ՈԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ՍԻՄԵՏՐԻԿ ԲԲԲ-ԻՆՏԵՐՖԵՐՈՒՄԵՏՐԵՐԻ  
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Ամփոփում

Դիտարկված են փնջի անդրադարձման բրեզյան երկրաչափությամբ ռենտգենյան սիմետրիկ ինտերֆերումետրերի տարրերակներ: Փնջի տրոհիչ, անդրադարձնող հայելիներ և անալիզատոր ունեցող այս ինտերֆերումետրերը պատրաստված են Si մոնորյուրեղից: Տեսականորեն հաշվարկվել և փորձնականորեն իրականացվել են օպտիմալ հաստություն ունեցող տրոհիչ-անալիզատորով սիմետրիկ ԲԲԲ-ինտերֆերումետրերի տարրերակներ:

A. M. ROSTOMYAN

INVESTIGATION OF X-RAY SYMMETRIC BBB-INTERFEROMETERS

Summary

Different versions of X-ray symmetric interferometers with Bragg reflections are investigated. These interferometers with beam splitter, reflecting mirrors and analyzer are constructed from monolithic Si-crystal. Versions of symmetric BBB-interferometers with optimal lamella thickness are calculated and experimentally tested.

Химия

УДК 543.421/422

А. Р. САРКИСЯН, Л. А. НЕРСЕСЯН, А. А. ВАРДАНЯН, Ш. А. МАРКАРЯН

ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ДИМЕТИЛ-, ДИЭТИЛ-  
И ДИПРОПИЛСУЛЬФОКСИДОВ ПО ДАННЫМ ЭЛЕКТРОННЫХ  
СПЕКТРОВ ПОГЛОЩЕНИЯ СВОБОДНОГО РАДИКАЛА  
2,2-ДИФЕНИЛ-1-ПИКРИЛГИДРАЗИЛА

Спектрофотометрическим методом исследованы антиоксидантные свойства диметилсульфоксида (ДМСО), диэтилсульфоксида (ДЭСО) и дипропилсульфоксида (ДПСО) в метаноле, четыреххлористом углероде и ацетонитриле с применением стабильного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (ДФПГ) и определены значения их антирадикальных сил. При сравнении этих значений видно, что повышение полярности растворителя приводит к усилению антиоксидантных свойств сульфоксидов, что существенно выражается в случае ДПСО.

**Введение.** Существует множество эпидемиологических доказательств того, что окислительные процессы, протекающие в продуктах, не только ухудшают их качество, но и влияют на сердечно-сосудистую систему человека и в итоге могут стать причиной некоторых форм заболевания раком. Во время окисления меняются вкус и структура продуктов. Для замедления этих процессов используются антиоксиданты, которые могут защищать пищевое качество, предотвращая кислородную порчу липидов. Конечно, в этом процессе большую роль играют природные антиоксиданты, и поэтому интерес исследователей направлен в сторону изучения таких продуктов и трав, которые содержат в себе много естественных антиоксидантов. Так, авторами [1] изучены антиоксидантные свойства экстракта из листьев гуавы, который включает в себе разные фенольные кислоты. Авторами [2] извлечена из 27 кулинарных и 12 лекарственных трав их фенольная содержимость и в каждой из них определен состав фенольных кислот. Наибольшее распространение среди искусственных антиоксидантов получили производные фенолов: бутил(гидр)оксианизол, бутил(гидр)окситолуол, изоаскорбат натрия и т.д. Для изучения антиоксидантных свойств веществ используются свободные стабильные радикалы, в частности 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (ДФПГ).

Целью настоящей работы явилось исследование антиоксидантных свойств диметилсульфоксида (ДМСО), диэтилсульфоксида (ДЭСО) и дипропилсульфоксида (ДПСО) в трех отличающихся по полярности растворителях ( $CCl_4$ ,  $CH_3OH$  и  $CH_3CN$ ) с применением ДФПГ.

**Экспериментальная часть.** Метанол, тетрахлорметан и ацетонитрил очищали перегонкой, ДМСО сушили над LiH и перегоняли через молекулярное сито. ДЭСО был синтезирован и очищен, согласно [3], а ДПСО – по методике [4]. ДФПГ приобретен в фирме Sigma-Aldrich.

Спектрофотометрическим методом исследованы антиоксидантные свойства ДМСО, ДЭСО и ДПСО в четыреххлористом углероде, метаноле и ацетонитриле с применением стабильного радикала ДФПГ. Исследования проводились по методу, описанному в [5], принцип которого состоит в том, что ДФПГ восстанавливается в реакции с антиоксидантом, при этом оптическая плотность его раствора, измеренная при 515нм, снижается.

Измерения проводились на спектрофотометре Specord 50 РС. Концентрация свободного радикала оставалась постоянной ( $5,25 \cdot 10^{-5} M$ ), изменялись концентрации диалкильсульфоксидов (ДАСО) в интервале  $0,21$ – $6,17 M$  и определялся процент нереагированной части ДФПГ по формуле из [5]

$$\% \text{ДФПГ} = [\text{ДФПГ}] / [\text{ДФПГ}]_{t=0}. \quad (1)$$

Через 100мин реакция прекращалась, так как система переходила в стационарное состояние. Из зависимости (1) берется та величина, при которой количество ДФПГ уменьшается наполовину. Этот параметр, называемый эффективной концентрацией ( $\text{ЭК}_{50}$ ), и используют для оценки эффективности антиоксидантов [5–7]. С помощью обратной величины  $\text{ЭК}_{50}$  ( $1/\text{ЭК}_{50}$ ), которая называется антирадикальной силой (APC), оценивалась реакционная способность каждого антиоксиданта.

**Результаты и обсуждение.** Как известно, скорость различных кинетических реакций зависит от природы используемого антиоксиданта. Авторами [5] наблюдались три типа антиоксидантов: первый тип, реагируя с ДФПГ, достигает стабильного состояния менее чем за минуту, второй – в течение 5–30мин, третий – за 1–6 часов. В первый тип входят аскорбиновая кислота (APC=3,7), изоаскорбиновая кислота (3,7), изоэвгенол (1,94), во второй – розмариновая кислота (6,9), токоферол (4), в третий – фенол (0,002), ванилин (0,05).

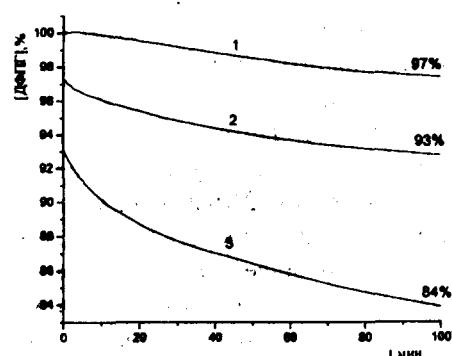


Рис. 1. Кинетические кривые взаимодействия ДФПГ с ДАСО (в %) в метаноле: 1 – ДМСО, [ДФПГ] =  $5,25 \cdot 10^{-4} M$ , [ДАСО] =  $0,21 M$ .

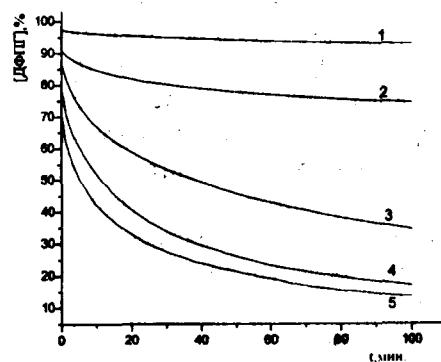
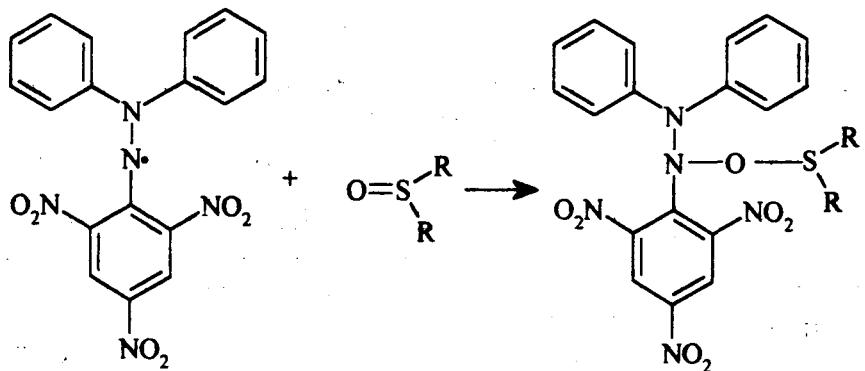


Рис. 2. Кинетические кривые взаимодействия ДФПГ с ДЭСО (в %) в метаноле, где [ДФПГ] =  $5,25 \cdot 10^{-4} M$ , [ДЭСО]/[ДФПГ]: 1 –  $4 \cdot 10^3$ , 2 –  $20 \cdot 10^3$ , 3 –  $60 \cdot 10^3$ , 4 –  $100 \cdot 10^3$ , 5 –  $117,5 \cdot 10^3$ .

В метаноле при концентрации ДМСО, равной  $0,21M$ , наблюдалось снижение, а при высоких концентрациях и в ацетонитриле ( $[ДМСО]=0,21-6,17M$ ) – повышение оптической плотности ДФПГ, что, вероятно, объясняется изменением механизма реакции. Взятые нами концентрации ДМСО в четыреххлористом углероде не растворяются.

ДЭСО и ДПСО приводят к снижению оптической плотности. Начальное значение ДФПГ, после добавления антиоксидантов, получают путем экстраполирования. Сравнивая кинетические кривые трех сульфоксидов в метаноле при концентрации  $0,21M$  (рис. 1), видим, что при переходе от ДМСО (кр. 1) к ДПСО (кр. 3) увеличивается их реакционная способность.

Согласно [8], присоединение dialkylsulfokсидов со свободными радикалами происходит через кислород, и механизм реакции можно представить следующим образом:

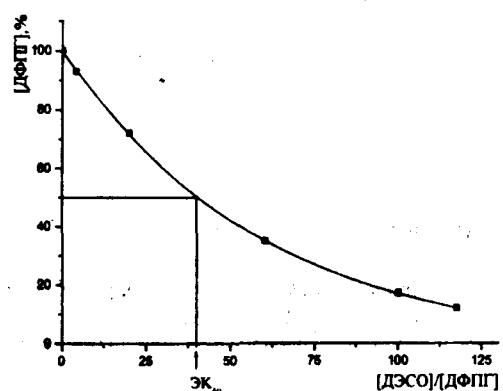


В гомологическом ряду сульфоксидов рост длины углеводородной цепи приводит к повышению их электродонорных свойств, вследствие чего атом серы стабилизируется и атом кислорода становится более реакционноспособным.

На рис. 2 показаны кинетические кривые ДЭСО в метаноле: на оси ординат приведена концентрация ДФПГ в процентах. Из рисунка видно, что через 100мин (в стационарном состоянии) при концентрации  $0,21M$  ДЭСО составляет 93% (кр. 1), при  $1,05M$  – 72 (кр. 2),  $3,15M$  – 35 (кр. 3),  $5,25M$  – 17 (кр. 4),  $6,17M$  – 12 (кр. 5). Зависимость концентрации ДФПГ от отношения концентрации сульфоксида и ДФПГ

Рис. 3. Зависимость нереагированной части ДФПГ (в %) от отношения концентраций ДЭСО и ДФПГ.

представлена на рис. 3, откуда и определена АРС через  $\dot{E}K_{50}$ , которая для ДЭСО в метаноле составляет  $2,5 \cdot 10^5$ .



Значения нереагированной части ДФПГ для ДАСО в трех растворителях приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения нереагированной части ДФПГ в процентах (через 100мин)

$(\text{ДАСО})/(\text{ДФПГ}) \cdot 10^{-3}$	[ДФПГ], %					
	ДЭСО			ДПСО		
	CH <sub>3</sub> OH	CCl <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> CN	CH <sub>3</sub> OH	CCl <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> CN
4	93	95	80	84	85	78
20	72	74	58	64	70	46
60	35	38	30	25	28	16
100	17	11	10	3,2	6,8	4
117,5	12	6	5	0,83	0,3	1

Значения антирадикальных сил приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значения антирадикальных сил сульфоксидов по данным электронных спектров поглощения ДФПГ

ДАСО	Раствор	$\epsilon$ при 25°C	APC · 10 <sup>3</sup> , через 100мин
ДЭСО	CCl <sub>4</sub>	2,2	2,3
	CH <sub>3</sub> OH	32,6	2,5
	CH <sub>3</sub> CN	37,5	3,8
ДПСО	CCl <sub>4</sub>	2,2	2,8
	CH <sub>3</sub> OH	32,6	3,6
	CH <sub>3</sub> CN	37,5	5,8

Таким образом, из полученных экспериментальных данных следует, что повышение полярности растворителя приводит к увеличению антиоксидантных свойств сульфоксидов, что существенно выражается в случае ДПСО.

Кафедра физической и коллоидной химии

Поступила 22.06.2004

## ЛИТЕРАТУРА

1. Qian He, Nihorimbere Venant – J. of Zhejiang University Science, 2004, v. 5, № 6, p. 676–683.
2. Zheng W., Wang S.Y. – J. of Agricultural and Food Chemistry, 2001, v. 49, p. 5165–5170.
3. Маркарян Ш.А., Тадевосян Н.Ц. Получение и очистка дистилсульфоксида. Патент РА, № Р20000141.
4. Cumper C.W.N., Read J.F., Voogel A.D. – Chem. soc., 1965, v. 10, p. 5323.
5. Brend-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C. – Lebensm. Wiss. Technol., 1995, v. 28(1), p. 25–30.
6. Cuvelier M.E., Richard H., Berset C. – Biosci. Biotech Biochem, 1992, v. 56, № 2, p. 324–325.
7. Concepcion Sanchez-Moreno, Jose A. Larrauri and Fulgencio Saura-Calixto – J. Sci. Food Agric, 1998, v. 76, p. 270–276.
8. Liming W., Jingsong Z. – Chemical Physics, 2002, v. 356, p. 490–496.

ԴԻՄԵԹԻԼ-, ԴԻԷԹԻԼ-, ԴԻՊՐՈՊԻԼՍՈՒԼՖՈՍԻԴՆԵՐԻ  
ՀԱԿԱԾՈՔԻԴԻՉ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՒԽՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ  
ԸՆՏ 2,2-ԴԻՖԵՆԻԼ-1-ՊԻԿՐԻԼՀԻԴՐԱԶԻԼ ԱԶԱՏ ՈԱԴԻԿԱԼԻ  
ԿԼԱՆՍԱՆ ԷԼԵԿՏՐՈՆԱՅԻՆ ՍՊԵԿՏՐՈՆԵՐԻ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ

## Ամփոփում

Սպեկտրալուսաչափական մեթոդով ուսումնասիրվել են դիմեթիլսուլֆօրսիդի (ԴՍՈ), դիէթիլսուլֆօրսիդի (ԴԷՍՕ), դիպրոպիլսուլֆօրսիդի (ԴՊՕ) հակածոքիդի հատկությունները մեթանոլում, տետրազուրածխածնում, ացետոնիտրիլում 2,2-դիֆենիլ-1-պիկրիլհիդրազիլի (ԴՓՊՀ) կիրառումով և որոշվել նրանց հակառադիկալային ուժի արժեքները: Այդ արժեքների համեմատությունից երևում է, որ լուծիչի քենուայնության մեծացումը հանգեցնում է սուլֆօրսիդների հակածոքիդի հատկությունների մեծացմանը, որն ավելի զգալի է ԴՊՕ-ի դեպքում:

H. R. SARGSIAN, L. A. NERSESYAN, A. A. VARDANIAN, Sh. A. MARKARIAN

## THE STUDY OF DIMETHYL-, DIETHYL- AND DIPROPYLSULPHOXIDE ANTIOXIDANT PROPERTIES FROM UV/VIS SPECTRA OF 2,2-DIPHENYL-1-PICRYLHYDRAZYL FREE RADICAL

### Summary

The antioxidant properties of dimethylsulphoxide (DMSO), diethylsulphoxide (DESO) and dipropylsulphoxide (DPSO) in methanol, CCl<sub>4</sub>, and acetonitrile with the use of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radical have been investigated by spectrophotometric method. It has been shown that the antioxidant properties of dialkylsulphoxides depend on the polarity of the solvent, which is more expressed in the case of DPSO.

Химия

УДК 531.1 + 547.554 + 661.185 + 661.312

Н. М. БЕЙЛЕРЯН, М. З. АСАТУРЯН

КИНЕТИКА РАСПАДА ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ  
В ПРИСУТСТВИИ ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТА НАТРИЯ, ДОДЕЦИЛТРИ-  
МЕТИЛАММОНИЯ БРОМИДА И ИХ СМЕСЕЙ

Изучено влияние додецилсульфата натрия, додецилтриметиламмония бромида и их смесей на кинетику реакции пероксида водорода с пергидроксиданионом. Установлено, что в присутствии поверхностно-активных веществ (ПАВ) и в интервале температур 298–308K зависимость скорости  $W_p$  реакции  $H_2O_2 + HO^-$  от  $[ПАВ]_0$  изображается кривой, проходящей через минимум.  $W_p$  минимальна при  $[ПАВ]_0 = ККМ$  (критическая концентрация мицеллообразования). Показано, что данная реакция протекает параллельно по двум механизмам: нерадикальному (основной путь) и радикальному (в малой степени). При  $[ПАВ]_0 < ККМ$  ПАВ подавляет второй путь. При  $[ПАВ]_0 > ККМ$  образуются мицеллы, являющиеся новой зоной реакции. При проведении реакции в смесях катионное ПАВ+анионное установлено зависимость  $W_p$  от каллоидно-химических свойств среды. Более благоприятна зона, где имеются везикулы, в частности обращенные мицеллы.

Все процессы, которые протекают в живой природе, отличаются тем, что они осуществляются при очень мягких условиях – в водной среде – с удивительной избирательностью и большой скоростью практически без отходов. Это обусловлено тем, что они протекают в идеально молекулярной

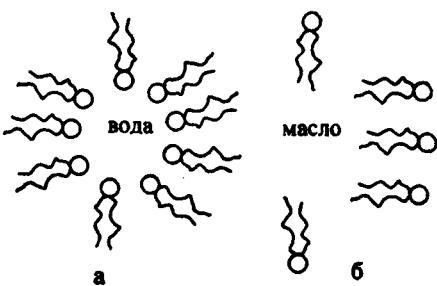


Рис. 1.

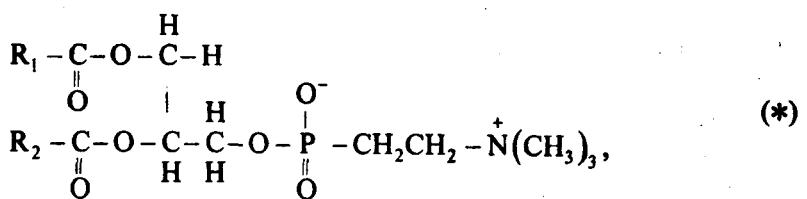
самоорганизованной среде – в биологических клетках, которые покрыты мембранами, и их структура напоминает мицеллы, образованные поверхностно-активными веществами (ПАВ), обладающие двумя «хвостами» и одной полярной «головкой» (см. рис. 1). Эти молекулы образуют агрегаты – бислои (липосомы), которые состоят из совместно существующих обращенных (а) и прямых (б)

мицелл, в частности в виде везикул.

С учетом того факта, что среда играет существенную, в ряде случаев и определяющую роль в жидкофазных реакциях, подбор подходящей среды

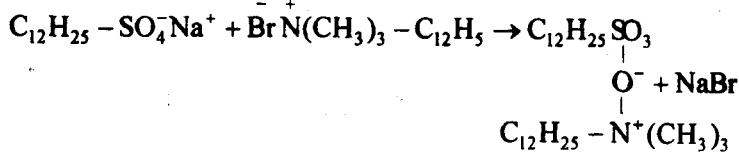
для проведения в ней реакции с оптимальными условиями является актуальной задачей [1].

Структуру, представленную на рис. 1, можно получать с использованием ПАВ природного происхождения, например, фосфатидилхолина (лецитина):



где  $R_1COO$  и  $R_2COO$  – остатки жирных кислот.

Естественно полагать, что ПАВ типа а (рис. 1) можно синтезировать реакцией катионного ПАВ с анионным, а именно:



Такие соли малорастворимы в воде. Этот тип соединений ныне называется «катионно-анионным ПАВ» [2].

Первое сообщение о синтезе соединения на базе амфильтильных молекул относится к 1943 г. [3]. Однако оно очень долгое время оставалось без нужного внимания из-за его малой растворимости в воде. Начиная с 1979 г., интерес к таким ПАВ возобновился [4], а после 1980 г. появилось много работ, посвященных изучению их поверхностных свойств [2]. В течение последнего десятилетия значительно возросло число публикаций, касающихся синтеза и изучения свойств катионно-анионных ПАВ [5–12]. В частности в работе [5] показана возможность получения везикул при взаимодействии катионных ПАВ с анионными. Такие структуры используются также для получения наноразмерных соединений [6].

Из этого очень краткого обзора следует, что в принципе тройные системы – вода+одно катионное ПАВ+одно анионное ПАВ – могут быть своеобразными средами для проведения в них различных химических реакций.

Харрингтоном и Калером [13] изучены такие системы, в частности система вода+ $C_{12}H_{25}SO_4Na$ (ДДС)+ $C_{12}H_{25}N(CH_3)_3Br$ (ДТАБ) методом треугольника Гиббса (см. рис. 2). Ими показано образование пяти основных зон с различными каллонидно-химическими свойствами в зависимости от соотношений начальных концентраций трех компонент.

Нами использованы именно эти зоны как реакционные среды для проведения в них реакции  $H_2O_2 + HO^-$ . Выбор этой реакции в качестве объекта исследования не случаен.

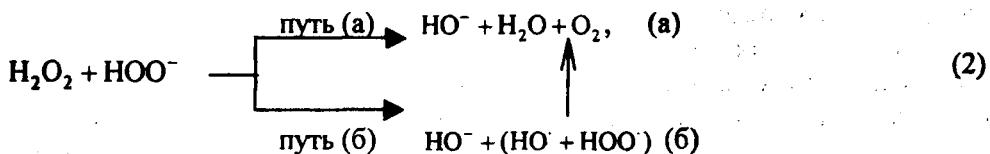
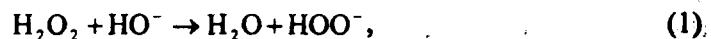
В работах [14, 15] впервые показано, что маслорасторимые ненасыщенные кетоны можно окислить в воде пергидроксидным анионом  $HO^-$ , полученным реакцией  $H_2O_2 + HO^- \rightarrow H_2O + HOO^-$ , содержащей

малые количества ДТАБ. Этот новый способ авторами был назван «обращенным межфазным катализом». В последнее время появилось большое количество работ, посвященных применению этой системы как эпоксидирующего агента в различных условиях, включая гетерогенные (твердо/жидкие) системы [16–24].

Однако ни в одной из проведенных работ детально не обсужден механизм реакции  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HO}^-$ , более того, не рассмотрен механизм влияния ПАВ.

Настоящее сообщение посвящено изложению данных, полученных нами при изучении кинетики реакции  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HO}^-$  в средах, отличающихся своими коллоидно-химическими свойствами, с целью выявить влияние последних на механизм распада  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

Согласно [25, 26], в отсутствие ПАВ данная реакция протекает параллельно по двум механизмам: нерадикальному (ион-молекулярному) – основной путь, и радикальному – второй путь (в меньшей степени):



В литературе нет данных, касающихся влияния ПАВ на кинетику и механизм этой реакции.

Скорость реакции  $W_p$  (мл/мин) определялась газометрически по объему выделяющегося кислорода ( $v_{\text{O}_2}$ ) (см. реакции (2) а, б), точность определения  $v_{\text{O}_2}$  составляет  $\pm 2 \cdot 10^{-3}$  мл. Температура поддерживалась постоянной с точностью  $\pm 0,2^\circ\text{C}$ . Зависимость  $W_p$  от температуры изучалась в интервале 298–308К. Начальные концентрации реагентов оставлялись постоянными:  $[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = 1 M$ ,  $[\text{NaOH}]_0 = 0,5 M$ ,  $[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = [\text{HO}^-]_0 = 0,5 M$ , общий объем

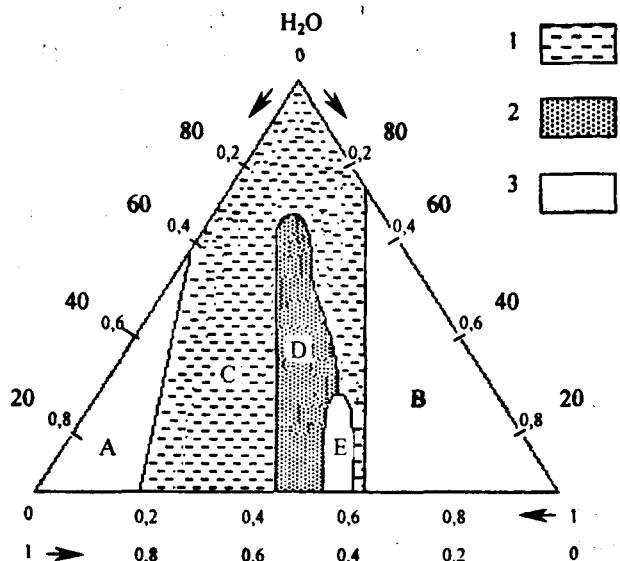


Рис. 2. Диаграмма трехкомпонентной системы  $\text{H}_2\text{O} + \text{ДДС} + \text{ДТАБ}$ : 1 – изотропная жидкость+осадок (C), 2 – везикулы+осадок (D), 3 – везикулы+многофазная система (E), мицеллы+продукт (A, B).

реактора равен 4,0 мл. Использована бидистиллированная вода. NaOH был марки х. ч. ДДС и ДТАБ производства фирмы *Aldrich* использовались без дополнительной очистки, исходный  $H_2O_2$  – 30%-ый водный раствор. Его концентрация определялась перманганатометрическим методом.

Согласно [27],  $KKM_{ДДС} = 0,8 \cdot 10^{-2} M$  и  $KKM_{ДТАБ} = 1,2 \cdot 10^{-2} M$  при 298K.

Концентрационный интервал ПАВ в реакторе подобран на основании рис. 2 с учетом того обстоятельства, что критические концентрации мицеллообразования (KKM) обоих ПАВ одновременно включались в изученный интервал.

### Результаты и их обсуждение.

*I. Изучение функций  $W_p = f([ПАВ]_0)$  при разных температурах в присутствии ДДС и ДТАБ в отдельности.*

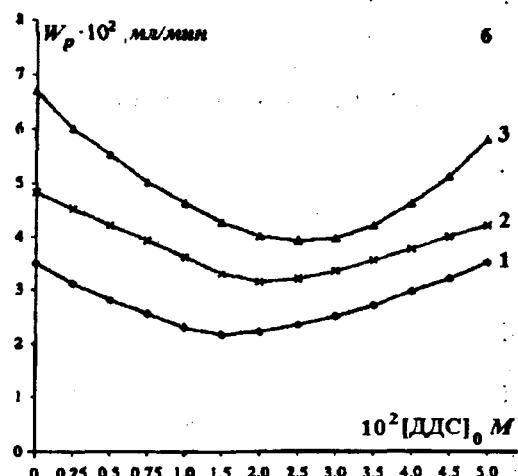
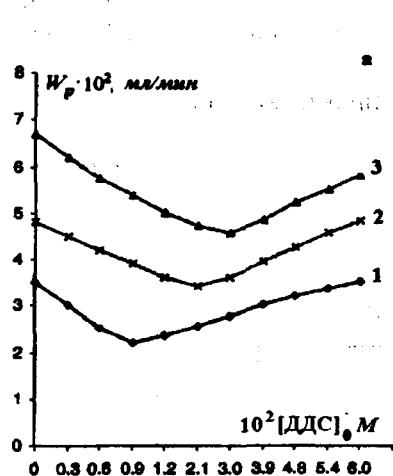


Рис. 3. Зависимости  $W_p$  от начальных концентраций ДДС (а) и ДТАБ (б). 1 – 298K; 2 – 303K; 3 – 308K.

Из рис. 3 следует, что:

1) независимо от природы ПАВ и температуры опыта функция  $W_p = f([ПАВ]_0)$  изображается кривой, проходящей через минимум, причем минимуму соответствует ККМ данного ПАВ (напр., при 298K);

2) с повышением температуры минимумы перемещаются в сторону больших  $[ПАВ]_0$ . По нашему мнению, это обусловлено увеличением растворимости ПАВ в воде с повышением температуры, что приводит к увеличению их ККМ.

Установленная зависимость объясняется следующим образом. До ККМ молекула ПАВ участвует в реакции как акцептор свободных радикалов  $HO^-$  и  $HO\cdot$ , которые образуются промежуточно, согласно реакции (2) б. Уменьшение скорости этой реакции приводит к уменьшению общей скорости выделения  $O_2$ . Этот вывод обосновывается недавно установленным фактом одним из авторов [28] о том, что вообще ПАВ, в частности ДДС и ДТАБ, легко реагируют с  $S_2O_8^{2-}$  по радикально-цепному механизму.

При  $[ПАВ]_0 > ККМ$  в системе образуются мицеллы. Т.о. образуется новая зона, известная как «слой Штерна», которая играет существенную роль при мицеллярном катализе. По всей вероятности  $W_p$  больше в этой зоне.

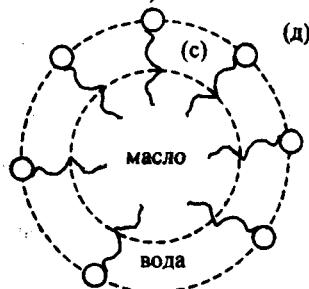


Рис. 4.

На рис. 4 изображена мицелла, где (с) – слой Штерна, а (д) – заряженная головка полярной части молекулы ПАВ (в случае ДДС это  $SO_4^-$ , а ДТАБ –  $R^+NMe_3$ ).

## II. Изучение кинетики реакции $H_2O_2 + HOO^-$ в смесях ДДС+ДТАБ.

Согласно данным работы [13], в зоне А (рис. 2) имеются мицеллы ДТАБ+результат реакции ДТАБ+ДДС (продукт, П), в зоне В – мицеллы ДДС+П, в зоне С – изотропная жидкость+П в виде осадка, в зоне D – везикулы+осадок и в зоне Е – везикулы+неполностью расшифрованные агрегаты.

Полученные экспериментальные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

*Влияние коллоидно-химических свойств среды на  $W_p$  реакции  $H_2O_2 + HOO^-$  при разных температурах и концентрациях ПАВ в реакторе*

T, K	Зона	$[DTAB]_0 \cdot 10^2, M$	$[DDC]_0 \cdot 10^2, M$	$[DTAB]_0/[DDC]_0$	$W_p \cdot 10^2, ml/min$
298	A	11,5	0,4	29,0	2,4
	C	1,4	1,4	1,0	2,2
	B	0,6	3,75	0,16	2,2
	D	3,75	9,4	0,7	3,5
	E	5,0	9,5	0,5	3,9
303	A	11,5	0,4	29,0	3,7
	C	1,4	1,4	1,0	3,7
	B	0,6	3,75	0,16	3,8
	D	3,75	9,4	0,7	5,6
	E	5,0	9,5	0,5	6,0
308	A	11,5	0,4	29,0	5,0
	C	1,4	1,4	1,0	4,6
	B	0,6	3,75	0,16	4,2
	D	3,75	9,4	0,7	9,8
	E	5,0	9,5	0,5	10,8

Тот факт, что в зонах А и В П не находится в виде осадка, говорит о том, что он включен в мицеллы благодаря гидрофобным взаимодействиям между алкильными «хвостами» (рис. 5).

В результате, с одной стороны увеличивается объем мицеллы, что приводит к уменьшению плотности поверхностного заряда, чему способствуют также электростатические взаимодействия «головок» молекул отдельных ПАВ с «головкой» П, с другой – в некоторой степени меняется природа слоя Штерна (с). По всей вероятности, оба эти фактора неблагоприятны для реакции по сравнению с чистыми мицеллами.

В зоне С П в осадке. По-видимому, часть реагентов ( $H_2O_2$  и  $HOO^-$ ) адсорбируется на поверхности П, что приводит к уменьшению их реальной концентрации, следовательно, и к уменьшению  $W_p$ .

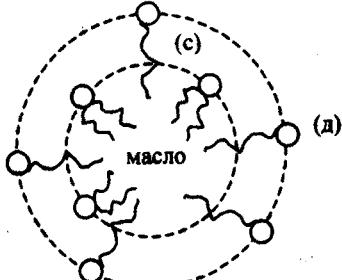
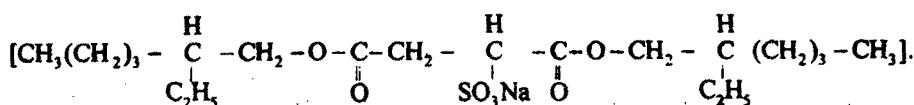


Рис. 5.

Естественно полагать, что эта вода тоже может быть зоной для водорастворенных реагентов, таких, как  $H_2O_2$  и  $HOO^-$ . Следует отметить, что заряженные «головки» ПАВ обращены к центру мицелл, где есть вода. В такой среде  $W_p$  больше. Это объяснение – общее для зон Д и Е.

Для того чтобы проверить правдоподобность этой гипотезы,  $W_p$  реакции определялась в обращенных мицеллах, полученных смешиванием водного раствора реагентов с циклогексиловым раствором маслорастворенного аэрозоля АОТ:



Полученные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

$T=298K, [H_2O_2]_0 = [HOO^-]_0 = 0,5M$

$[AOТ]_0 \cdot 10^2, M$	0	1,5	3,0
$W_p \cdot 10^2, \text{мл/мин}$	3,3	6,0	7,0

Отсюда следует, что в действительности обращенные мицеллы являются лучшей зоной для реакции  $H_2O_2 + HOO^-$ , чем прямые, т.к. в этом случае  $W_p$  почти в 2 раза больше.

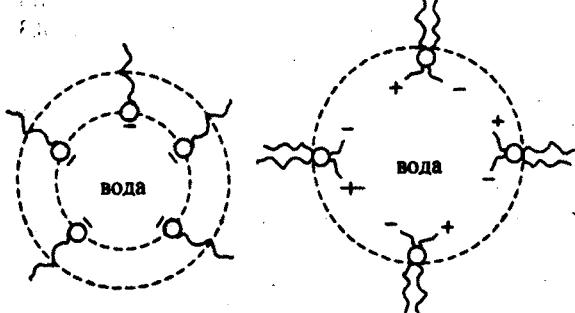


Рис. 6. Мицелла АОТ.

Рис. 7. Мицелла лецитина.

6). Это объяснение в большей степени подтверждается на основании результатов, полученных при замене АОТ маслорастворимым лецитином – ПАВ

Кроме действия «природы» воды, в обращенных мицеллах АОТ следует учесть еще и возможное действие отрицательно заряженных головок  $SO_3^-$  (см. рис.

цвиттерионного типа (см. формулу (\*)), тоже образующим «обращенные мицеллы» (см. рис. 7). Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

$$T=303K, [H_2O_2]_0 = [HOO^-]_0 = 0,5M$$

$[лецитин]_0 \cdot 10^2, M$ в циклогексане	0	0,8	1,5	2,2
$W_p \cdot 10^2, ml/min$	5,0	8,6	11,6	13,0

На основании результатов, приведенных в табл. 1–3, можно легко убедиться в том, что мицеллы вообще, а обращенные в частности, являются более эффективными средами для реакции  $H_2O_2 + HOO^-$ , чем вода. По всей вероятности, в таких средах значительно увеличивается скорость ион-молекулярного пути согласно реакции (2) а.

Кафедра физической и коллоидной химии

Поступила 30.06.2004

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бейлерян Н.М., Геворкян М.Г., Симонян Г.С. Тезисы докл. Юбилейной научной конф.: Новые проблемы химической физики. Ер., 2002, с. 40.
2. Goralzyk D.J. – J. Coll. Interface Sci., 1980, v. 77, p. 68.
3. Scott A.B., Tortar H.V., Lingfelter E.C. – J. Am. Chem. Soc., 1943, v. 65, p. 692–698.
4. Tajima K., Nakamura A., Tsutsui T. – Bull Chem. Soc. Japan, 1979, v. 52, № 7, p. 2060.
5. Yatilla M.T., Herrington K.L., Brasher L.L., Kaler E.W. – J. Phys. Chem., 1996, v. 100, p. 5774.
6. Yacob I.I., Nunes A.C., Bose A. – J. Coll. Interface Sci., 1995, v. 171, p. 73.
7. Nilsson S., Goldraich M., Lindeman B., Talmon Y. – Langmuir, 2000, v. 16, p. 6625.
8. Harison P. – Langmuir, 2001, v. 17, p. 4167.
9. Jian-bin Hung, Ying Zhu, Bu-yao Zhu, Run Kai Li, Hong-lan Fu – J. Coll. Interface Sci., 2001, v. 236, p. 201.
10. Simonici B., Kert H. – Dyes and Pigments, 2002, v. 54, p. 221.
11. Jansuk B., Dziennicka A., Wojciek W. – A. Phys. Chem. Eng. Aspects, 2003, v. 220, p. 61.
12. Varade D., Modi L., Ankleshwaria H., Bahadur P. – Physical Chem., 2003, v. 40, № 1, p. 46.
13. Harrington K.L., Kaler E.W. – J. Phys. Chem., 1993, v. 97, p. 13792.
14. Royer B., Hambarzoumian A., Roque J.P., Beylerian N. – Tetrahedron, 1999, v. 56, p. 6147.
15. Royer B., Hambarzoumian A., Roque J.P., Beylerian N. – Tetrahedron, 2000, v. 57, p. 303.
16. Jokela P., Johnson B., Khan A. – J. Phys. Chem., 1987, v. 91, p. 3291.
17. Talmon Y., Evans D.F., Ninham B.W. – Science, 1983, v. 221, p. 1047.
18. Jamaguchi K., Lohsuke H., Mizugah T., Kohii – J. Org. Chem., 2000, v. 65, № 21, p. 6897.
19. Levai A., Potonay T., Izekeli A., Waldemar A., Jeko J. – J. Heterocycl. Chem., 2000, v. 37, № 5, p. 1068.
20. Berkenel A., Andrea M. – Tetrahedron Letters, 2001, v. 12, p. 2293.
21. Gerd-Jan ten Brink, Fernandez C., M. van Vilet, Arends I.W., Sheldon A. – J. Chem. soc., Perkin Trans I, 2001, p. 224.
22. Gao Huanyin, Wenki Lu, Chen Qingling – Chinese J. of Catalysis, 2002, v. 23, № 1, p. 1.
23. Aqrawai G.L., Singh J.V. – Chem. Commun., 2002, v. 25, № 1, p. 82.
24. Van der Gerrend – Inorg. Chem., 2002, v. 41, № 26, p. 7042.
25. Beylerian N., Asaturyan M. – Oxd. Commun., 2004, v. 27, № 2, p. 263.
26. Бейлерян Н.М., Саруханян Э.Р., Асатуриян М.З. – Физико-химия полимеров: Сб. статей. Тверь, 2003, № 9, с. 69.

27. Поверхностно-активные вещества. Справочник под ред. Абрамзона А.А. Ленинград: Химия, 1979.  
 28. Beylerian N., Harutyunyan R., Vardanyan L., Grigoryan J. – J. Surface Sci. Tech., 2001, v. 17, № 1–2, p. 117.

Ն. Մ. ԲԵՅԼԻՐՅԱՆ, Մ. Զ. ԱՍԱՏՈՒՐՅԱՆ

Հիմնային սիզվազրոխ նաև հիմնային դոդեցիլսուլֆատ, դոդեցիլսրիսթիլասուլիում բրուտիդի եւ դրանք խառնուրդների ներկազութափ ջրածնի ՊԵՐՕՋԱԾԻԴԻ քաջազսն կիսետիկան

### Ամփոփում

Ցույց է տրված, որ  $298\text{--}308K$  ջերմաստիճանային տիրույթում կատինային և անիոնային մակերևութային ակտիվ նյութերի ( $\text{ՍԱՆ}$ ) ներկայությամբ  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HOO}^-$  ռեակցիայի արագության ( $R_p$ ) կախումը [ $\text{ՍԱՆ}]_0$ -ից արտահայտվում է մինիմումով անցնող կորով:  $R_p$ -ի արժեքը նվազագույն է, եթե  $[\text{ՍԱՆ}]_0 = \text{ՍԿԿ}$  (միցելագոյացման կրիտիկական կոնցենտրացիա): Եթե  $[\text{ՍԱՆ}]_0 > \text{ՍԿԿ}$ , համակարգում միցելներ են գոյանում, որոնք առավել նպաստավոր միջավայր են հանդիսանում տվյալ ռեակցիայի համար:

Այդ երկու տիպի  $\text{ՍԱՆ}$ -երի խառնուրդում՝ կախված դրանց ելային կոնցենտրացիաների հարաբերությունից, տարրեր կոլոիդա-քիմիական հատկություններով համակարգեր են ստացվում: Ցույց է տրված, որ  $R_p$ -ը կախված է այդ հատկություններից: Ըրջված միցելները ավելի նպաստավոր միջավայր են, քան ուղղղները:

N. M. BEYLERIAN, M. Z. ASATURYAN

## KINETICS OF HYDROGEN PEROXIDE DECOMPOSITION IN PRESENCE OF SODIUM DODECYLSULPHATE, DODECYLTRIMETHYLAMMONIUM BROMIDE AND THEIR MIXTURES

### Summary

It has been established that in the temperature range  $298\text{--}308K$  in presence of cationic and anionic surfactants the rate of the reaction ( $R_p$ )  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HOO}^-$  depends on the  $[S]_0$  by bell-shape curve.  $R_p$  has minimum value at  $[S]_0 = \text{ccm}$ . At  $[S]_0 > \text{ccm}$  in the system micelles are formed which are more favorable medium for the reaction. Depending on the ratio of both  $S$  initial concentrations their mixtures show different colloid-chemical properties. It is shown that  $R_p$  depends on them. The inverse w/o/micelles are more favorable medium for the studied reaction than the o/w type direct micelles.

Химия

УДК 535.34

К. Р. ГРИГОРЯН, А. Г. ХОЕЦЯН, Ш. А. МАРКАРЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В  
РАСТВОРАХ П-ТОЛУИДИНА МЕТОДАМИ АБСОРБЦИОННОЙ  
И ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Методами абсорбционной и флуоресцентной спектроскопии изучены межмолекулярные взаимодействия п-толуидина с растворителями различного типа – полярными (апротонные и протонные) и неполярными. Влияние растворителя на сдвиги электронных спектров п-толуидина анализировано на основании уравнения Липперта. Как выяснилось, в основном состоянии п-толуидин образует водородные связи в полярных апротонных растворителях за счет водорода аминогруппы и свободной электронной пары гетероатома апротонного растворителя. В возбужденном состоянии между отрицательной областью ароматического кольца п-толуидина и молекулой протонного растворителя возникают дополнительные водородные связи.

**Введение.** Межмолекулярные взаимодействия флуорофора с растворителем в основном и возбужденном состояниях проявляются в спектрах поглощения и испускания самым различным образом. Трудность интерпретации фактов, относящихся к влиянию межмолекулярных взаимодействий на спектры, обусловлена, прежде всего, многообразием форм взаимодействий между молекулами в конденсированной фазе [1].

Нами изучено влияние межмолекулярных взаимодействий на спектральные и энергетические характеристики п-толуидина в основном и возбужденном состояниях. Теоретические расчеты влияния растворителей на спектры поглощения и флуоресценции проведены рядом исследователей [2–5]. Выведенные ими уравнения, как правило, сложны, и область их применения ограничена вследствие того, что не учитываются специфические взаимодействия флуорофора с молекулой растворителя, способные оказывать значительное влияние на спектры флуоресценции. Практически широко используется уравнение Липперта, представляющее собой зависимость стоксового сдвига ( $\bar{v}_a - \bar{v}_f$ ) от ориентационной поляризуемости ( $\Delta f$ ):

$$\bar{v}_a - \bar{v}_f \approx 2/hc \left( \frac{\epsilon - 1}{2\epsilon + 1} - \frac{n^2 - 1}{2n^2 + 1} \right) \frac{(\mu^* - \mu)^2}{a^3} + const,$$

где  $h$  – постоянная Планка,  $c$  – скорость света,  $a$  – радиус онзагеровской полости флуорофора, ( $\bar{v}_a - \bar{v}_f$ ) – стоксов сдвиг (разница волновых чисел,

соответствующих поглощению и испусканию),  $\mu$  – дипольный момент в основном состоянии,  $\mu^*$  – в возбужденном.

**Материалы и методы.** Использованные растворители – гептан, гексан, циклогексан, бензол, 1,4-диоксан, ацетонитрил (АН), метанол, этанол, изопропанол, н-бутанол, трет-бутанол, н-пентанол, диметилсульфоксид (ДМСО), диэтилсульфоксид (ДЭСО), диметилформамид (ДМФ) – очищались дополнительно по [6]. Использовался п-толуидин марки х.ч.

Абсорбционные спектры исследуемых растворов п-толуидина регистрировались на спектрофотометре Specord UV/VIS 50PC, а спектры флуоресценции – на спектрофлуорометре Varian Cary Eclipse при концентрации  $5 \cdot 10^{-4} M$  п-толуидина,  $t=20^\circ C$ ,  $l=1\text{cm}$ . Запись спектров флуоресценции проводилась при длинах волн, соответствующих максимумам наиболее длинноволновых из регистрируемых пиков поглощения п-толуидина.

**Результаты и их обсуждение.** Получены значения длин волн максимумов поглощения и флуоресценции п-толуидина в неполярных и полярных растворителях (см. таблицу).

*Длины волн максимумов поглощения и флуоресценции п-толуидина в неполярных и полярных (апротонные и протонные) растворителях, значения сольватохромных параметров  $\alpha$  и  $\beta$  (шкала Тафта [7])*

Растворители		$\lambda_a$ , нм	$\lambda_f$ , нм	$\alpha$	$\beta$
неполярные	гептан	296	325	0	0
	гексан	296	327	0	0
	циклогексан	297	328	0	0
	бензол	297	334	0	0
	1,4-диоксан	298	342	0	0,37
полярные апротонные	ацетонитрил	298	342	0,19	0,31
	ДМФ	301	350	0	0,69
	ДМСО	304	353	0	0,76
	ДЭСО	303	353	–	–
полярные протонные	вода	286	352	1,17	0,18
	метанол	290	347	0,93	0,62
	этанол	290	351	0,83	0,77
	пропанол-2	288	350	0,76	0,95
	бутанол-1	291	349	0,79	0,88
	трет-бутанол	283	350	0,68	1,01
	пентанол	289	349	–	–

**Основное состояние.** Электронные спектры п-толуидина характеризуются полосой поглощения в области 260–325 нм, обусловленной  $l-\pi^*/\pi-\pi^*$  смешанными переходами. Как известно, формирование водородной связи может претерпеть значительные изменения в зависимости от изменения электронной структуры молекулы. П-толуидин в основном состоянии при образовании водородной связи может участвовать и как донор, и как акцептор водородной связи (рис. 1, а, б).

Как видно из таблицы, параметры полярных протонных растворителей  $\alpha$  и  $\beta$  имеют близкие значения. Это говорит о том, что они могут

проявлять и акцепторные, и донорные свойства водородной связи. В полярных протонных растворителях п-толуидина, по сравнению с неполярными, имеет место гипсохромное смещение полосы поглощения. Это связано со стабилизацией электронной пары азота в поле диполей  $-O-H$ . Орбиталь ароматической системы  $\pi_{ar}^*$  остается неизменной. Из вышесказанного (гипсохромное смещение, электронный переход) следует, что в полярных протонных растворителях превалируют водородные связи, в которых п-толуидин проявляет акцепторные свойства (рис. 1, а).

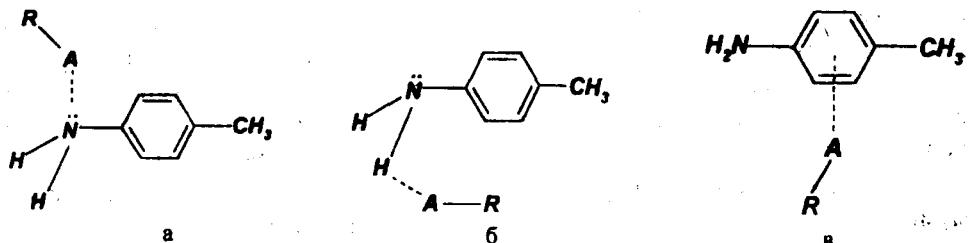


Рис. 1. Схематическое представление водородной связи, образованной между п-толуидином и протонным растворителем в основном (а, б) и возбужденном (в) состояниях.

В полярных аprotонных растворителях наблюдается батохромное смещение сигнала. Эти растворители при образовании водородной связи в основном проявляют акцепторные свойства (см. в табл. параметры  $\alpha$  и  $\beta$ ). В этом случае водородная связь осуществляется за счет водорода аминогруппы п-толуидина и свободной электронной пары гетероатома аprotонного растворителя (рис. 1, б).

*Возбужденное состояние.* В спектрах флуоресценции п-толуидина

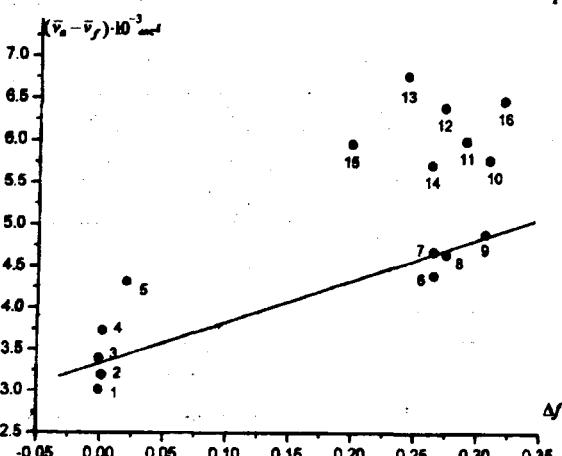


Рис. 2. График Липперта для системы п-толуидин-растворитель. Растворители: 1 – гептан, 2 – гексан, 3 – циклогексан, 4 – бензол, 5 – 1,4-диоксан, 6 – ДМСО, 7 – ДЭСО, 8 – ДМФ, 9 – ацетонитрил, 10 – метанол, 11 – этанол, 12 – пропанол-2, 13 – трет-бутиловый спирт, 14 – бутанол-1, 15 – пентанол-1, 16 – вода.

чувствительность флуорофора к полярности растворителя оценена с помощью графика Липпера.

наблюдаются отрицательный сольватохромный эффект. Такое смещение можно объяснить тем, что дипольный момент флуорофора в возбужденном состоянии больше, чем в основном состоянии. Вследствие высокой поляризуемости имеет место образование положительных и отрицательных областей на флуорофоре. Кроме вышеописанных взаимодействий, возможно образование и водородной связи между отрицательной областью ароматического кольца п-толуидина и молекулой аprotонного растворителя (рис. 1, в).

Чувствительность флуорофора к полярности растворителя оценена с помощью графика Липпера.

Как видно из рис. 2, с повышением полярности растворителя увеличивается стоксов сдвиг. В случае протонных растворителей (спирты, вода) наблюдаются отклонения от линейности. Причем удлинение углеводородной цепи существенно не влияет на стоксов сдвиг, а ее разветвление приводит к увеличению  $\bar{v}_a - \bar{v}_f$ , что обусловлено изменением электронной плотности атома кислорода.

Интересные результаты получаются в случае 1,4-диоксана. Как известно, последний считается неполярным растворителем, однако наблюдается аномальное отклонение стоксового сдвига, что можно объяснить его «псевдо-полярностью». Это обусловлено равновесием неполярной (кресло,  $\mu \approx 0$ ) и полярной (лодка,  $\mu \approx 1,4 - 2,4 \text{ Д}$ ) конформаций 1,4-диоксана [8].

Кафедра физической и коллоидной химии

Поступила 19.11.2004

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бахшиев Н.Г. Спектроскопия межмолекулярных взаимодействий. Л.: Наука, 1972, 265с.
2. Лакович Дж. Основы флуоресцентной спектроскопии. М.: Мир, 1986, 496 с.
3. Kawski A. – Z. Naturforsch., 2002, v. 57a, p. 255–262.
4. Valeur B. Molecular Fluorescence, 2002, Wiley-VCH, p. 387.
5. Драган А.И., Храпунов С.Н. – Биофизика, 1989, т. 34, вып. 2, с. 187–194.
6. Беккер Г., Беккер В. и др. Органикум. Т.2. М.: Мир, 1979, 442с.
7. Kamlet M.J., Abboud J.L.M. – J. Org. Chem., 1983, v. 48, p. 2877–2887.
8. Suppan P., Ghoneim N. Solvatochromism. The Royal Society of Chemistry, 1997, p. 272.

Կ. Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Ա. Գ. ԽՈՅԵՑՅԱՆ, Ը. Ա. ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ

Պ-ՏՈԼՈՒԻԴԻՆԻ ՄԻՋՄՈԼԵԿՈՒԼԱՅԻՆ ՓՈԽԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ  
ՈՒՍՈՒՄԱՀՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵԼԵԿՏՐՈՆԱՅԻՆ ԿԱԼՆԱՍԱ ԵՎ  
ՖԼՈՒՐԵՍՑԵՆՏԱՅԻՆ ՍՊԵԿՏՐՈՍԿՈՊԻԱՅԻ ՄԵԹՈԴՆԵՐՈՎ

## Ամփոփում

Էլեկտրոնային կլաննան և ֆլուրեսցենտային սպեկտրոսկոպիայի մեթոդներով ուսումնասիրվել է պ-տողուիդինի և տարբեր տիպի լուծիչների (քեռային՝ ապրոտոնային և պլոտոնային, և ոչ քեռային) միջև միջնորեկուլային փոխազդեցությունները: Լուծիչի ազդեցությունը պ-տողուիդինի սպեկտրալ շեղումների վրա քննարկվել է Լիպպերտի հավասարման հիման վրա:

Պարզվել է, որ հիմնական վիճակում պ-տողուիդինը պրոտոնային լուծիչների հետ առաջացնում է ջրածնական կապ՝ հանդես գալով որպես ջրածնական կապի ակցեպտոր: Գրգռված վիճակում պ-տողուիդինի արոմատիկ օղակի բացասական մարգի և պրոտոնային լուծիչի մոլեկուլների միջև առաջանում են լրացուցիչ ջրածնական կապեր:

# INVESTIGATION OF P-TOLUIDINE INTERMOLECULAR INTERACTIONS BY UV/VIS AND FLUORESCENCE SPECTROSCOPY METHODS

## Summary

Intermolecular interactions of p-toluidine in polar (aprotonic and protic) and non polar solvents have been investigated by UV-vis and fluorescence spectroscopy methods. The influence of the solvent on p-toluidine spectra is discussed on the basis of Lippert equation. It has been revealed that in the ground state p-toluidine forms hydrogen bonds with protic solvents, acting as a proton acceptor. In the excited state with these solvents p-toluidine forms additional hydrogen bonds due to the negative site of the aromatic ring.

Թիմիա

УДК 547; 466.2-128.4; 548.5; 535.34

Ռ. Պ. ՍՈՒՔԻԱՍՅԱՆ

## L-ԼԻԶԻՆԻ ՆՈՐ ԱՂԵՐԸ

**Ներածություն:** Օրգանական և անօրգանական բյուրեղների դրական հատկությունները միավորող կիսաօրգանական բյուրեղների շարքում օպտիկապես ակտիվ ամինաքրուների աղերը կարևորագույն դաս են կազմում [1]: Դրանց նկատմամբ հետաքրքրությունը (որպես հեռանկարային ոչ գծային օպտիկական (ՈԳՕ) հատկություններով բյուրեղների) աճել է L-արգինինի ֆուֆատ միահիդրատ (LAP) բյուրեղի ՈԳՕ հատկությունների ուսումնասիրությունից հետո [2]: Ստացվել և ուսումնասիրվել են L-արգինինի միալից և երկլից կատիոնով որոշակի քանակությամբ բյուրեղային աղեր [3, 4], որոնց ՈԳՕ հատկությունների մեջ մեծ ներդրում ունեն L-արգինինի գուանդինային, կարրօքիլային և ամինախմբերը [5]:

Նպատակ ունենալով ՈԳՕ հատկություններով նոր բյուրեղներ ստանալ՝ որոշ գիտնականներ ուսումնասիրել են մի շարք ամինաքրուների, մասնավորապես լիզինի (Lys) և ֆուֆորական, յոդական ու բրուկան բբուների փոխազդեցությունը [6]: Իսկ մեր աշխատանքներից պարզվել է, որ Lys+HIO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O համակարգում, բացի լիզինի յոդատից (Lys-HIO<sub>3</sub>), առաջանում են ևս երեք միացություններ՝ լիզինի երկյուղատ (Lys·2HIO<sub>3</sub>), եռյոդատ (Lys·3HIO<sub>3</sub>) և հեքսայոդատ (Lys·6HIO<sub>3</sub>) [7, 8]: Ոչ գծային օպտիկայի տեսանկյունից լիզինի եռյոդատ բյուրեղները պատկանում են մոնոկլինային համակարգի P2<sub>1</sub> տարածական խմբին և իրենց հատկություններով հեռանկարային են [9, 10]:

Մինչև այժմ հայտնի են հինգ տասնյակից ավելի լիզինի աղեր, որոնցից 90%-ը բարդ կառուցվածքով օրգանական բբուների ոչ բյուրեղային աղեր են և հիմնականում սինթեզված են որպես սննդի հավելումներ:

Մեր աշխատանքի նպատակն է եղել ստանալ L-լիզինի նոր աղեր և ընտրել դրանցից ՈԳՕ հատկությունների տեսանկյունից հեռանկարայինները:

**Փորձարարական մաս:** L-լիզինը սինթեզվել և մաքրվել է Կենսատեխնոլոգիայի ինստիտուտում (Երևան): Օգտագործվել են «հատուկ մաքրության» և «քիմիական մաքրության» թրուներ:

Աղերը սինթեզվել են լիզինի և բբուների որոշակի մոլային հարաբերությամբ խառնուրդներով ջրային լուծույթները սենյակային ջերմաստիճանում

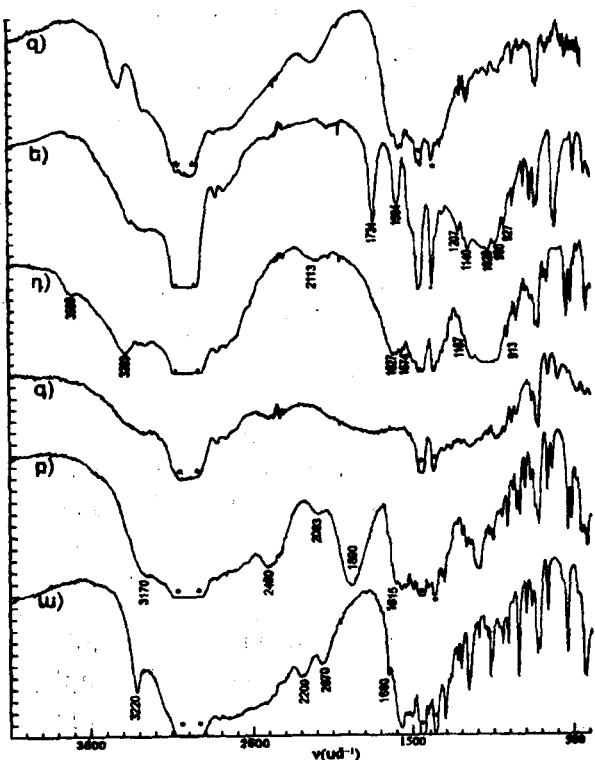
դանդաղ գոլորշիացնելով: Այնուհետև ստացվել են մերաններ՝ լուծույթը լրացուցիչ մաքրելով և սենյակային ջերմաստիճանում գոլորշիացնելով: Բյուրեղները աճեցվել են հիմնականում գոլորշիացման և  $30^{\circ}\text{C}$ -ից մինչև  $20^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանի հժեցման մերողներով: Աճեցման համար մայր լուծույթը պատրաստվել է նախօրոք սինթեզված և լրացուցիչ վերաբյուրեղացումով մաքրված աղերով, որոնք նույնականացվել են ինֆրակարմիր սպեկտրոսկոպիայի միջոցով: ԻԿ սպեկտրները գրանցվել են սենյակային ջերմաստիճանում Specord 75 IR (Carl Zeiss) սպեկտրաֆոտոմետրով՝ օգտագործելով վագելինի յուղով կախույթ պատրաստելու մեթոդը: Զերմային հատկությունները ուսումնասիրը են  $20\text{--}350^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանային տիրույթում «Բուցիուս» տիպի տարացնող սեղանիկով մանրադիտակով: Ստացված միացությունները փորձարկվել են ИПТЛ-80-50Y1 սնուցման աղբյուրով YAG:Nd<sup>3+</sup> ( $\lambda=1064\text{ nm}$ ) լազերով, բարորակության պասսիվ մոդուլացված ռեժիմում՝ ճառագայթման հաճախության երկրորդ հարմոնիկը ստանալու համար:

**Արյունքներ և քննարկումներ:** Լիզինի ε-ամինախումբը, օժտված լինելով ավելի մեծ հիմնայնությամբ, քան ա-ամինախումբը, պրոտոնացվում է կարբօքսիլային խմբի ջրածնի հաշվին, ծեռք է բերում դրական լիցք՝ տալով մոլեկուլին հետևյալ դիպոլի տեսքը.  $\text{NH}_3\text{CH}_2(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COO}^-$ : Զրային լուծույթում pH-ից կախված լիզինը կարող է գոյություն ունենալ չորս վիճակով [11]: Lys<sup>-</sup> (pH>10,53), էլեկտրաչեղող Lys<sup>-</sup> (pH=10,53), Lys<sup>+</sup> (pH=8,95) և Lys<sup>2+</sup> (pH=2,18): Նրա միալիցք (Lys<sup>-</sup>) և երկլիցք (Lys<sup>2+</sup>) կատիոնների միջև հիմնական տարբերությունը բացասականացնել լիցքավորված կարբօքսիլատ խմբի առկայությունը՝ երկրորդում: Ինչպես արգինինի դեպքում [4], լիզինի միալիցք և երկլիցք կատիոնների կարբօքսիլատ և կարբօքսիլային խմբերի կլանումները համապատասխանաբար 1600 և 1700 nm ալիքային քերի մոտ են:

Lys+HF+aq համակարգի ուսումնասիրության արյունքները ցույց տվեցին, որ այստեղ առաջանում են երեք տիպի միացություններ՝ Lys-HF, Lys·3HF և Lys·nHF (n=4 կամ 5): Ուսումնասիրվել են Lys:HF=1:m մոլային հարաբերությամբ ջրային լուծույթներ, որտեղ ո-ը փոխվում է 0,25 քայլով՝ 0,5 արժեքից մինչև 10-ը: Նստվածքները ստացվել են նշված լուծույթները պահելով 0, 20 և  $40^{\circ}\text{C}$  հաստատում ջերմաստիճաններում և դանդաղ գոլորշիացնելով:

1:0,5-ից մինչև 1:1,5 մոլային հարաբերությամբ լուծույթներից առաջանում է Lys-HF միացությունը, որը հնարավոր է վերաբյուրեղացնել նշված ջերմաստիճանային տիրույթներում: Lys·3HF միացությունը առաջանում է 1:1,5-ից մինչև 1:4 տիրույթում, հնարավոր է վերաբյուրեղացնել միայն  $20^{\circ}\text{C}$ -ից ցածր ջերմաստիճաններում,  $20^{\circ}\text{C}$ -ից բարձր ջերմաստիճաններում Lys·3HF-ը վերաբյուրեղացնելիս վերածվում է Lys-HF-ի: Իսկ 1:5-ից մինչև 1:10 հարաբերությամբ լուծույթներից 0-ից մինչև  $20^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանային տիրույթում առաջանում է Lys·nHF միացությունը՝ փոշու տեսքով: Այն վերաբյուրեղացնելիս վերածվում է Lys·3HF-ի: Ե՛վ Lys-HF-ը, և՝ Lys·3HF-ը անգույն, քափանցիկ, ծավալային բյուրեղներ են:

Lys-HF, Lys-3HF և Lys-nHF միացությունների հԿ սպեկտրները համապատասխանաբար տրված են նկ. 1, ա, բ և գ-ում: Ինչպես երևում է նկ. 1, ա-ից,  $1700\text{cm}^{-1}$ -ին մոտ կլանում չկա, ինչը խոսում է կարբօքսիլային խմբի բացակայության մասին:  $1500$ – $1600\text{cm}^{-1}$  տիրույթում և  $\text{COO}^-$ , և  $\text{NH}_3^+$  խմբերի տատանումներով պայմանավորված կլանումներն են, ընդ որում ջրածնային կապերին մասնակցող  $\text{NH}_3^+$ -ի առկայությամբ  $\text{COO}^-$ -ի կլանման շերտը շեղվում է դեպի ավելի բարձր հաճախության կողմը: Այսինքն՝  $1660\text{cm}^{-1}$ -ում դիտվող կլանումը կարելի է վերագրել կարբօքսիլատ խմբի, իսկ  $1575$ ,  $1533\text{cm}^{-1}$ -ում՝  $\text{NH}_3^+$  խմբի դեֆորմացիոն տատանումներին:  $3220\text{cm}^{-1}$ -ի կլանումը կարելի է վերագրել  $\text{NH}_3^+$  խմբի վալենտական տատանումներին: Այսուղից կարելի է եզրակացնել, որ առաջացել է լիզինի ֆուրիդ, որտեղ լիզինը միալից կատինի տեսքով է: Ինչպես երևում է նկ. 1, բ-ից, Lys-3HF միացության մեջ կարբօքսիլային խոսքը նույնպես  $\text{COO}^-$  տեսքով է, այդ է վկայում  $1615\text{cm}^{-1}$  կլանումը, իսկ  $1547$ ,  $1580$  և  $3170\text{cm}^{-1}$  կլանումները վկայում են  $\text{NH}_3^+$  խմբի գոյության մասին: Այսինքն՝ այս միացության դեպքում նույնպես լիզինը միալից կատին է: Սակայն այլ է ֆուրաջրածնային թքի անհոնի տեսքը: Տետրամեթիլամոնիումի եռֆոտորիդ երկիդուատի հԿ սպեկտրը, որը ստացել են [12]-ի հեղինակները,  $2450$ – $1800\text{cm}^{-1}$  տիրույթի կլանումներով շատ նման է Lys-3HF բյուրեղի հԿ սպեկտրի համապատասխան տիրույթի կլանումներին: Նրանք պնդում են, որ այդ կլանումները բնորոշ են  $\text{H}_2\text{F}_3^-$  իոնի FHF սիմետրիկ վալենտական տատանումներին: Այսինքն՝ երեք HF մոլեկուլներից երկուսը ջրածնային կապերով միանալով  $\text{F}^-$  անիոնի հետ՝ առաջացնում են ( $\text{F}-\text{H}\cdots\text{F}-\text{H}-\text{F}$ )<sup>−</sup> միալից անիոն: Այսպիսով, առաջացել է Lys<sup>+</sup> $\cdot\text{H}_2\text{F}_3^-$  բաղադրությամբ միացություն: Նկ. 1, գ-ից երևում է, որ այս միացության դեպքում նույնպես լիզինը միալից կատին է:  $2450$ – $1800\text{cm}^{-1}$  տիրույթում  $\text{H}_3\text{F}_4^-$  և  $\text{H}_4\text{F}_5^-$  իոնների FHF սիմետրիկ վալենտական տատանումներին բնորոշ կլանումը ավելի լայն է [12] և շատ նման է նկ. 1, գ-ի նույն տիրույթում:



Նկ. 1: Lys-HF(ա), Lys-3HF(բ), Lys-nHF(գ), Lys-HBF<sub>4</sub>(դ), Lys-HClO<sub>4</sub>(ե), L-լիզինի(գ) բյուրեղների հԿ սպեկտրները, աստղանիշներով նշված են վագելինի կլանումները:

գինը միալից կատինի տեսքով է: Ինչպես երևում է: Ինչպես երևում է վկայում  $1615\text{cm}^{-1}$  կլանումը, իսկ  $1547$ ,  $1580$  և  $3170\text{cm}^{-1}$  կլանումները վկայում են  $\text{NH}_3^+$  խմբի գոյության մասին: Այսինքն՝ այս միացության դեպքում նույնպես լիզինը միալից կատին է: Սակայն այլ է ֆուրաջրածնային թքի անհոնի տեսքը: Տետրամեթիլամոնիումի եռֆոտորիդ երկիդուատի հԿ սպեկտրը, որը ստացել են [12]-ի հեղինակները,  $2450$ – $1800\text{cm}^{-1}$  տիրույթի կլանումներով շատ նման է Lys-3HF բյուրեղի հԿ սպեկտրի համապատասխան տիրույթի կլանումներին: Նրանք պնդում են, որ այդ կլանումները բնորոշ են  $\text{H}_2\text{F}_3^-$  իոնի FHF սիմետրիկ վալենտական տատանումներին: Այսինքն՝ երեք HF մոլեկուլներից երկուսը ջրածնային կապերով միանալով  $\text{F}^-$  անիոնի հետ՝ առաջացնում են ( $\text{F}-\text{H}\cdots\text{F}-\text{H}-\text{F}$ )<sup>−</sup> միալից անիոն: Այսպիսով, առաջացել է Lys<sup>+</sup> $\cdot\text{H}_2\text{F}_3^-$  բաղադրությամբ միացություն: Նկ. 1, գ-ից երևում է, որ այս միացության դեպքում նույնպես լիզինը միալից կատին է:  $2450$ – $1800\text{cm}^{-1}$  տիրույթում  $\text{H}_3\text{F}_4^-$  և  $\text{H}_4\text{F}_5^-$  իոնների FHF սիմետրիկ վալենտական տատանումներին բնորոշ կլանումը ավելի լայն է [12] և շատ նման է նկ. 1, գ-ի նույն տիրույթում:

բույթի կլանումներին: Այսինքն՝ առաջացել է  $\text{Lys}^+ \cdot \text{H}_2\text{F}_m^-$  բաղադրությամբ միացություն, որտեղ  $n > 2$ ,  $m > 3$ :

Lys·HF միացությունը քայլայվում է  $265^\circ\text{C}$ -ում, Lys·3HF միացությունը  $135^\circ\text{C}$ -ում վերածվում է Lys·HF-ի, իսկ Lys·nHF միացությունը  $60^\circ\text{C}$ -ում վերածվում է Lys·3HF-ի: Նույնախի արդյունք է նկատվում [12] աշխատանքում, որտեղ ֆոտորի բարդ անհոններ ( $\text{H}_2\text{F}_3^-$ ,  $\text{H}_3\text{F}_4^-$ ,  $\text{H}_4\text{F}_5^-$ ) պարունակող բյուրեղների քայլայման շերմաստիճանը փոքրանում է ֆոտորի քանակի մեծացմանը զուգընթաց: Չերմային հատկությունների ուսումնասիրությունը ևս մեկ անգամ հաստատում է ԻԿ սպեկտրների հիման վրա արված ենթադրությունները:

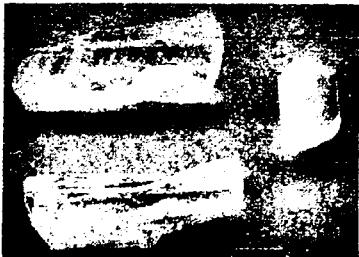


Նկ. 2: Lys·HF բյուրեղներ:

Դանդաղ գոլորշիացման մեթոդով  $34^\circ\text{C}$ -ում 15մլ ծավալով հագեցած լուծույթից հաջողվել է աճեցնել  $10 \times 7 \times 3,5$  և  $12 \times 8 \times 4 \text{մմ}^3$  չափերի որակյալ Lys·HF միաբյուրեղներ (տես նկ. 2): Քանի որ ֆոտորազրածնային թրուն քայլայում է ապակին, ապա աճեցման համար օգտագործվել են պլաստմասայից բաժակներ: Որպես մերան օգտագործվել են 1:1 հարաբերությամբ լուծույթից ինքնարերարար առաջացած 1մմ չափերի բյուրեղները: Քանի որ լուծույթի ծավալը և բյուրեղները փոքր են, մերան ները սեղանիկի վրա չեն ամրացվել, այլ պարզապես դրվել են բաժակի հատակին: Աճեցման ընթացքը տևել է 10 օր, իսկ բյուրեղների աճեցման արագությունները եղել են  $0,9 \times 0,5 \times 0,2$  և  $0,8 \times 0,5 \times 0,2 \text{մմ}^3/\text{օր}$ : Ի տարբերություն LAP բյուրեղի՝ Lys·HF-ի աճեցման ընթացքում լուծույթում մանրէներ չեն առաջանում, քանի որ ֆոտորազրածնային թրուն մանրէասպան հատկություն ունի:

Lys $^+$ HBF $_4^-$ +ազ համակարգից առաջանում է ասեղանման բյուրեղ, որի ԻԿ սպեկտրում (նկ. 1, դ) առկա են  $\text{BF}_4^-$ -ին բնորոշ  $900-1200 \text{սմ}^{-1}$  տիրույթում կլանման շերտը և  $\text{COO}^-$ -ին բնորոշ  $1700 \text{սմ}^{-1}$ -ը չգերազանցող կլանումը: Այսինքն՝ այս համակարգից առաջանում է  $\text{Lys}^+ \cdot \text{BF}_4^-$  բաղադրությամբ միացություն:

Lys $^+$ HClO $_4^-$ +ազ լուծույթները սենյակային պայմաններում ինքնարերարար գոլորշիացումից մածուցիկանում են, սակայն հատուկ հերմետիկ բյուրեղարարում խոնավություն կլանող նյութի առկայությամբ առաջանում են թափանցիկ ծավալային բյուրեղներ: Այդպիսի միացության ԻԿ սպեկտրում (նկ. 1, ե) առկա է  $1734 \text{սմ}^{-1}$ -ի կլանումը, որը բնորոշ է կարբօսիլային խմբին: Այսինքն՝ ստացվել է  $\text{Lys}^{2+} \cdot 2\text{ClO}_4^-$  բաղադրությամբ միացություն:

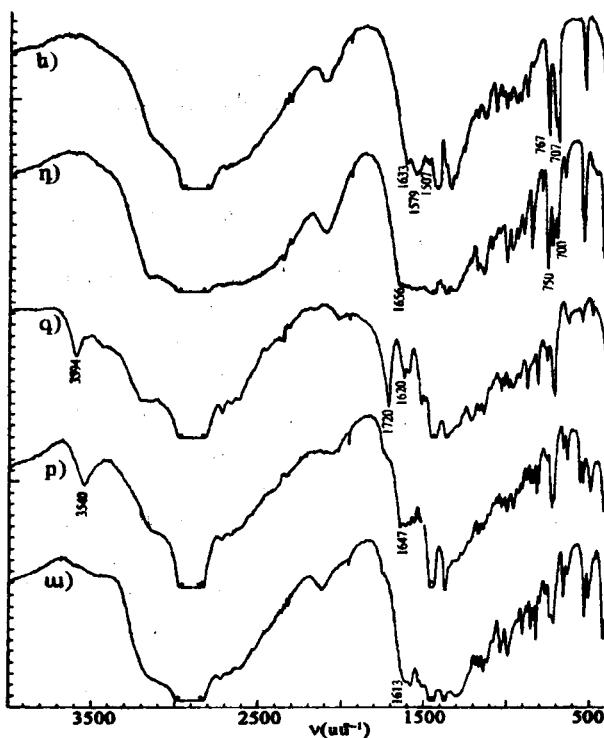


Նկ. 3: Lys·HClO4 բյուրեղներ:

Դանդաղ գոլորշիացման մեթոդով  $20^\circ\text{C}$ -ում 15մլ ծավալով հագեցած լուծույթից հաջողվել է աճեցնել  $30 \times 10 \times 7$  և  $12 \times 8 \times 5 \text{մմ}^3$  չափերի Lys·2HClO4 միաբյուրեղներ (տես նկ. 3): Ի տարբերություն արգինինի և հիստիդինի պերմորատների [4, 13]՝ այս բյուրեղների աճեցման ընթացքում մանրէներ չեն առաջանում:

Lys+HNO<sub>3</sub>+aq համակարգից առաջանում են երեք միացություններ: Կախված գոլորշիացման արագությունից՝ 1:1 հարաբերությամբ ջրային լուծույթից սենյակային ջերմաստիճանում առաջանում են Lys-HNO<sub>3</sub> կամ Lys-HNO<sub>3</sub>.nH<sub>2</sub>O բյուրեղները՝ համապատասխանաբար թափանցիկ ծողերի և ծավալային պրիզմաների տեսքով: Երկրորդը կարելի է ստանալ նաև սպիրուտ+ջուր կամ մինչև 80°C տարացված ջրային լուծույթներից: Իսկ Lys·2HNO<sub>3</sub>.nH<sub>2</sub>O բաղադրությամբ բյուրեղները առաջանում են 1:n (n≥2) հարաբերությամբ ջրային լուծույթից և թափանցիկ ծավալային պրիզմաների տեսք ունեն:

Ինչպես երևում է Lys-HNO<sub>3</sub> և Lys-HNO<sub>3</sub>.nH<sub>2</sub>O միացությունների ԻԿ սպեկտրներից (նկ. 4, ա, բ), ի տարբերություն առաջինի՝ երկրորդում առկա են քոյլ կապված ջրի կլանումները՝ 3500–3600, 1600-ին մոտ և 500-600  $\mu\text{m}^{-1}$  տիրույթներում, որոնք պայմանավորված են OH-ի վալենտական, մկրատածև և լիբրացիոն դեֆորմացիոն տատանումներով համապատասխանաբար: Ըստ այդ ԻԿ սպեկտրների՝ առաջացել են Lys<sup>+</sup>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> և Lys<sup>+</sup>NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.nH<sub>2</sub>O կառուցվածքներով բյուրեղներ, որոնց ջերմային հատկությունների ուսումնասիրությունը ևս քոյլ տվեց համոզվելու, որ ԻԿ սպեկտրների հիման վրա արված ենքրադրությունները ճիշտ են: Lys-HNO<sub>3</sub>.nH<sub>2</sub>O բյուրեղը 100°C-ում ջրազրկվում է՝ վերածվելով Lys-HNO<sub>3</sub>-ի, որն էլ վերաբյուրեղացնելիս (դանդաղ գոլորշիացնելիս) կամ խոնավ միջավայրում վերածվում է Lys-HNO<sub>3</sub>.nH<sub>2</sub>O-ի: Նկ. 4, գ-ի ԻԿ սպեկտրում



Նկ. 4: Lys-HNO<sub>3</sub> (ա), Lys-HNO<sub>3</sub>.nH<sub>2</sub>O (բ), Lys·2HClO<sub>4</sub>.nH<sub>2</sub>O (շ), Lys-HCOOH (դ, է) միացությունների ԻԿ սպեկտրները:

կա ուժեղ կլանում 1720  $\mu\text{m}^{-1}$ -ում, որը խոսում է COOH-ի գոյության մասին, այսինքն՝ լիզինի մոլեկուլը երկիցք կատարում է: Եթե այս սպեկտրը համեմատենք Lys·2HClO<sub>4</sub>-ի ԻԿ սպեկտրի հետ (նկ. 1, ե), դիտարկելով միայն Lys-ի ֆունկցիոնալ խմբերի տատանումներին բնորոշ տիրույթը, ապա պարզ կդառնա, որ լիզինի երկնիտրատը քոյլ կապված բյուրեղաջուր ունի:

Lys+HCOOH+aq համակարգի 1:1 հարաբերությամբ լուծույթից սենյակային ջերմաստիճանում առաջանում է սպիտակ բյուրեղային փոշի: Այս միացության ԻԿ սպեկտրը բերված է նկար 4, դ, ե-ում: Ինչպես տեսնում ենք,

առկա են միայն  $\text{COO}^-$  և  $\text{NH}_3^+$  խմբերի կլանումները: Սակայն այս փոշի միացությունը (նկ. 4, դ) անկայուն է և ժամանակի ընթացքում կամ մինչև  $100^\circ\text{C}$  տաքացնելիս, կամ վերաբյուրեղացնելիս վերածվում է կայուն բյուրեղային միացության (նկ. 4, ե): Ըստ ԻԿ սպեկտրների՝ երկու միացություններն ել բյուրեղաջուր չեն պարունակում, այսինքն՝ այդ վարկածը բացառվում է: Երկու ԻԿ սպեկտրներն ել միաժամանակ և շատ նման են մինյանց ( $\text{COO}^-$ ,  $\text{NH}_3^+$  խմբերին բնորոշ կլանումներով), և տարբեր ( $400-1600\text{nm}^{-1}$  տիրույքի կլանումներով): ԻԿ սպեկտրների հիման վրա վստաղորեն կարելի է պնդել, որ առաջացել են  $\text{Lys}^+\text{-HCOO}^-$  բաղադրությամբ երկու տաքքեր մոդիֆիկացիաներ՝ բյուրեղային փոշու և ծավալային թափանցիկ բյուրեղներիի տեսքով: Դրանք կարելի է ստանալ նաև 1:2 և 1:3 հարաբերությամբ ջրային լուծույթներից: Ավելի բարձր հարաբերությամբ ջրային լուծույթները նածուցիկանում են, և լիզինի երկփորմիատ չի ծևավորվում: Դանդաղ գոլորշիացման մերորդ աճեցվել են  $10\times8\times4\text{mm}^3$  չափի բյուրեղները: Մրջնաթթվի առկայունը կասեցնում է աճեցման ընթացքում լուծույթում մանրեների առաջացունը:

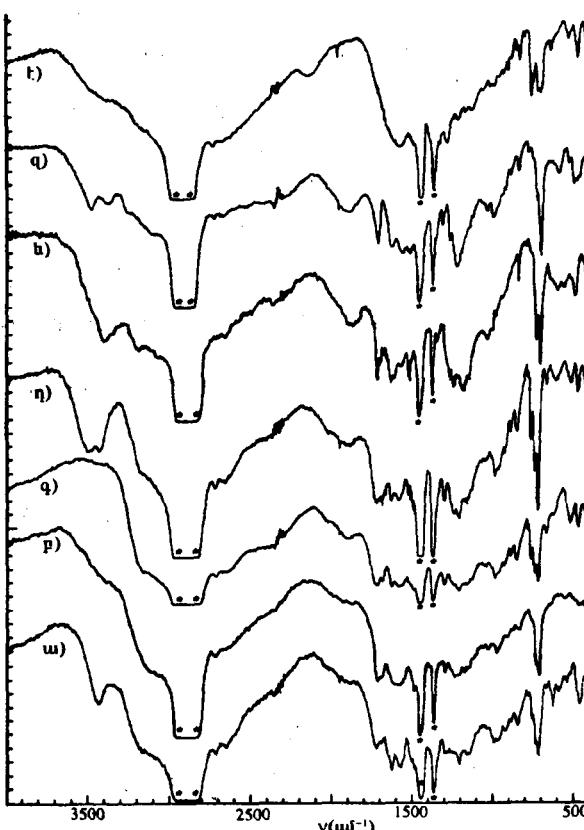
[14]-ի հեղինակներին հաջողվել է լիզինի և մրջնաթթվի հավասար մոլային հարաբերությամբ ջրային խառնուրդին դանդաղ դիֆուզիայով ացետոնիտրիլ ավելացնելով՝ ստանալ  $\text{Lys}\text{-HCOOH}$  բյուրեղը, որը պատկանում է մոնոկլինային սինգոնիայի  $\text{P}2_1$  տարածական խմբին: Ցավոք, այդ հոգվածում բյուրեղների ԻԿ սպեկտրը չի բերված և պարզ չէ, թե վերոհիշյալ մոդիֆիկացիաներից որ մեկն է ստացվել նրանց կողմից:

$\text{Lys}+\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4+\text{aq}$  համակարգը ուսումնասիրվել է դեռևս 1997թ.-ին [15]: Ըստ այդ աշխատանքի՝ 1:1 հարաբերությամբ լուծույթից միացություն չի առաջացել, իսկ 1:5 հարաբերությամբ ջրային լուծույթին դանդաղ դիֆուզիայով ացետոնիտրիլ ավելացնելով, ստացել են  $2\text{Lys}\cdot3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  բյուրեղները, որոնք պատկանում են մոնոկլինային սինգոնիայի  $\text{P}2_1$  տարածական խմբին:

Վերոհիշյալ համակարգից նոր բյուրեղների ստացման նպատակով վերցրել ենք ո լիզին ( $1\leq n\leq 2$ ) և ո բրբնջկաթթու ( $1\leq m\leq 5$ ), փոխելով ո, ո, ո-ը  $0,25$  քայլով: Նատվածքները ստացվել են նշված լուծույթների 0, 20 և  $40^\circ\text{C}$  հաստատուն ջերմաստիճաններում դանդաղ գոլորշիացումով: Ուսումնասիրությունների արդյունքները ցույց են տվել, որ այս համակարգում գոյություն ունի առնվազն յոթ տիպի միացություն, որոնց ԻԿ սպեկտրները տրված են նկ. 5-ում: 2:1-ից մինչև 1,5:1 հարաբերությամբ լուծույթներից առաջանում է  $2\text{Lys}\cdot\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  ամորֆ միացությունը: Այն կոնգրուենտ լուծելիություն ունի: Ենթադրում ենք, որ այդ միացության մեջ և՛ լիզինի երկու մոլեկուլների, և՛ բրբնջկաթթվի կարբօքսիլային խմբերը  $\text{COO}^-$  տեսքով են: Այդ է վկայում նաև այս միացության ԻԿ սպեկտրը (տես նկ. 5, է), որում բացակայում է  $\text{COOH}$  խմբին բնորոշ  $1700\text{nm}^{-1}$ -ին նույն կլանման շերտը: Ըստ ԻԿ սպեկտրի վստահորեն կարող ենք պնդել, որ առաջացել է  $2\text{Lys}^+\text{-C}_2\text{O}_4^{2-}$  միացությունը, որը քայլայում է  $210^\circ\text{C}$  ջերմաստիճանում: Լուծույթների 1,25:1 հարաբերությունից առաջանում են բյուրեղներ ծողերի տեսքով (տես նկ. 5, ա), որոնք անկայուն են: Այս քահանացիկ ծողերը կամ ժամանակի ընթացքում, կամ տաքացնելիս ( $78^\circ\text{C}$ -ից սկսած), կամ վերաբյուրեղացնելիս՝ կորցնում են բյուրեղաջուրը, վերածելով այլ բյուրեղի (տես նկ. 5, գ): 1:1-ից մինչև 1:2 հարաբերությամբ լուծույթներից առաջանում են բյուրեղներ (տես նկ. 5, թ), որոնք սեմյակային

ջերմաստիճանում նույնպես անկայուն են և վերածվում են նույն բյուրեղներին (նկ. 5, գ): Սենյակային ջերմաստիճանում  $1:1.75-1:5$  լուծույթները արագ գոլորշիացնելիս առաջանում է ամորֆ նյութ (նկ. 5, ե), դանդաղ գոլորշիացնելիս՝ բյուրեղ (նկ. 5, զ), իսկ  $40^{\circ}\text{C}$ -ում՝ վատ որակի բյուրեղային նյութ (նկ. 5, դ), որը վերաբյուրեղացնելիս վերածվում է ամորֆ նյութի (նկ. 5, ե):

Նկ. 5-ի (ա-զ) հԿ սպեկտրներում առկա  $1700\text{cm}^{-1}$ -ից բարձր կլանումները կարող են վկայել լիզինի երկլիցք կատիոնի մասին: Ասկայն դա միարժեքորեն չի կարելի պնդել քանի որ թթվանջևկաբբուն ևս կարրօրսիլային խումբ ունի: Նկ. 5-ի հԿ սպեկտրներում  $3427\text{cm}^{-1}$  (ա, ե),  $3490\text{cm}^{-1}$  (դ) և  $3460\text{cm}^{-1}$  (զ) կլանումները բնորոշ են ջրի OH վալենտական տատանումներին: Առավել հետաքրքիր է նկ. 5, գ և դ հԿ սպեկտրների համատությունը, այստեղ բոլոր կլանման շերտերը և՛ ձևով, և՛ ալիքի երկարությամբ համապատասխանում են միմյանց, ուստի բոլոր կապերի բնույթը և մոլեկուլների ձևը միատեսակ են, բացառությամբ նկ. 5, դ-ի 600 և  $3490\text{cm}^{-1}$  կլանումների, որոնք բնորոշ են ջրի տատանումներին: Այսինքն՝ ի տարբերություն նկ. 5, դ-ի բյուրեղի՝ նկ. 5, գ-ի բյուրեղը  $\text{Lys}\cdot2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$



Նկ. 5:  $\text{Lys}+(\text{COOH})_2+\text{aq}$  համակարգից ստացված միացությունների հԿ սպեկտրները:

անջուր միացություն է:

Քանակական չափումները ցույց տվեցին, որ նկ. 5, գ-ի բյուրեղը մեկ մոլեկուլ ջուր է պարունակում և  $86^{\circ}\text{C}$ -ից սկսում է հալվել, իսկ  $90^{\circ}\text{C}$ -ում, նորից բյուրեղանում է (նկ. 5, դ)՝ կորցնելով ջրի որոշ մասը: Նկ. 5, դ, ե-ի միացությունները համապատասխանաբար  $80^{\circ}\text{C}$  և  $76^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճաններում նույնպես ջուր են կորցնում՝ վերածվելով նկ. 5, գ-ի միացությանը:

Այսպիսով, նկ. 5, գ-ի բյուրեղը  $\text{Lys}\cdot2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$  բաղադրությամբ է, նկ. 5, դ, ե միացությունները՝  $\text{Lys}\cdot2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\cdot\text{nH}_2\text{O}$  բաղադրությամբ, որտեղ  $n < 1$ , իսկ նկ. 5, գ-ի բյուրեղը անջուր  $\text{Lys}\cdot2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  միացություն է: Այն  $160^{\circ}\text{C}$ -ում հալվում է՝ բայցավելով: Ըստ ջերմային հատկությունների ուսումնասիրության՝ կարելի է եզրակացնել նաև, որ նկ. 5, բ, գ-ի բափանցիկ ձողերը պոլիմորֆ մոդիֆիկացիաներ են:

Lys·2H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O-ի 20×2,5×2,5մ<sup>3</sup> չափերի միաբյուրեղները աճեցվել են 30°C-ում 50մջ ծավալով հագեցած լուծույթից դանդաղ գլորշիացման մեքորով: Աճեցման պրոցեսը տևել է 5 օր, իսկ արագությունը՝ 3,5×0,1×0,1մմ<sup>3</sup>/օր: Որպես մերան օգտագործվել են 1:3 հարաբերությամբ լուծույթից ինքնարերաբար առաջացած բյուրեղները: Աճեցվել են նաև Lys·2H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-ի 10×1×1մմ<sup>3</sup> չափերի որակյալ միաբյուրեղներ: Բյուրեղների աճեցման ընթացքում լուծույթում մանրեներ չեն առաջանում:

Ստացված բյուրեղների և փոշիների ՈԳՕ հատկությունների նախնական ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ նի քանիսում YAG:Nd<sup>3+</sup> լազերի երկրորդ հարմոնիկի ազդանշան է դիտվում:

**Եզրակացություն:** Սույն աշխատանքում ստացվել են L-լիզինի 17 նոր աղեր: Ամինաթթուների օպտիկական ակտիվության շնորհիվ դրանց աղերը ունեն մեծ առավելություն, բյուրեղանում են ոչ կենտրոնասիմետրիկ կառուցվածքով: Հետևաբար, այս աշխատանքում ստացված լիզինի բոլոր աղերը կարող են ցուցաբերել ՈԳՕ հատկություններ: Սակայն ոչ գծային գործակցի արժեքը կախված է բազմաթիվ գործուներից, քիմիական բաղադրությունից, բյուրեղի համաչափությունից, մոլեկուլների դիրքորոշումից և լիցքավորվածությունից, ջրածնային կապերից և այլն:

Հեղինակը շնորհակալություն է հայտնում ֆ.-մ.գ.թ. Ա.Մ. Պետրոսյանին՝ արդյունավետ քննարկումների և ք.գ.թ. Ա.Ե. Աղաջանյանին՝ լիզինի տրամադրման համար:

**Քանատային էլեկտրոնիկայի և  
բյուրեղների աճեցման ամրիոն**

Ստացվել է 17.09.2004

## ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Warren L.F. – Intern. SAMPE Electron. Conf., 1990, v. 4, p. 388–397.
2. Xu D., Jiang M., Tan Z. – Acta Chimica Sinica, 1983, v. 41, p. 570–573.
3. Monaco S.B., Davis L.E., Velsko S.P., Wang F.T., Eimerl D., Zalkin A. – J. Cryst. Growth, 1987, v. 85, p. 252–255.
4. Petrosyan A.M., Sukiasyan R.P., Karapetyan H.A., Terzyan S.S., Feigelson R.S. – J. Cryst. Growth, 2000, v. 213, p. 103–111.
5. Langhoff C.A. – Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 1990, v. 173, p. 677–682.
6. Suzuki A., Matsuoka Y. – [SC1]JP № 0303834, 1991.
7. Petrosyan A.M., Terzyan S.S., Burbelo V.M., Sukiasyan R.P. – Z. Naturforschung, 1998, v. 53a, № 6/7, p. 528–536.
8. Petrosyan A.M., Burbelo V.M., Tamazyan R.V., Karapetyan H.A., Sukiasyan R.P. – Z. Naturforschung, 2000, v. 55a, № 1/2, p. 199–206.
9. Petrosyan A.M., Sukiasyan R.P., Terzyan S.S., Burbelo V.M. – Acta Cryst. B, 1999, v. 55, № 2, p. 221–225.
10. Nalbandyan A.G., Sukiasyan R.P., Novikov E.V., Van Stryland E.W., Petrosyan A.M. – Proc. of Conf. «Laser Physics-99», Ashtarak, Armenia, 1999, p. 128–132.
11. Кубаева З.У., Солдатов В.С. – Ж. прикл. спектроскопии, 1989, т. 51, № 4, с. 603–609.
12. Gennick I., Harmon K.M., Potvin M.M. – Inorg. Chem., 1977, v. 16, p. 2033–2036.
13. Petrosyan A.M., Alchangyan S.V., Petrosyan H.A. Abstracts of 14-th Intern. Conf. on Crystal Growth (ICCG-14), 9–13 Aug. 2004, Grenoble, France, p. 537.
14. Suresh S., Vijayan M. – Acta Cryst. B, 1995, v. 51, № 3, p. 353–358.
15. Venkatraman J., Probu M.M., Vijayan M. – J. Pept. Res., 1997, v. 50, № 2, p. 77–87.

## НОВЫЕ СОЛИ L-ЛИЗИНА

## Резюме

С целью получения новых кристаллических солей с нелинейно-оптическими (НЛО) свойствами изучено взаимодействие L-лизина с различными кислотами в водном растворе. Ряд новых кристаллов получен из систем Lys+HF+H<sub>2</sub>O, Lys+HBF<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>O, Lys+HClO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>O, Lys+HNO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O, Lys+HCOOH+H<sub>2</sub>O, Lys+H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>O и идентифицирован методом ИК-спектроскопии. Изучены термические свойства. Обнаружены сигналы второй гармоники YAG:Nd<sup>3+</sup> лазера от некоторых из полученных кристаллов.

R. P. SUKIASYAN

## NEW SALTS OF LYSINE

## Summary

The interaction of aqueous solutions of L-Lysine (Lys) with various acids is studied with the aim of obtaining new crystalline salts displaying nonlinear optical (NLO) properties. A series of new salts from the systems: Lys+HF+H<sub>2</sub>O, Lys+HBF<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>O, Lys+HClO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>O, Lys+HNO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O, Lys+HCOOH+H<sub>2</sub>O and Lys+H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>O is obtained and identified by IR spectroscopy. Thermal properties were investigated. Second harmonic generation signals of YAG:Nd<sup>3+</sup> laser are observed in some crystals.

УДК 542.61+535.2+549.27+668.813

Н. О. ГЕОКЧЯН, М. Ж. ГЕГЧЯН, А. А. ЕГИАЗАРЯН, Дж. А. МИКАЕЛЯН,  
А. Г. ХАЧАТРИЯН

## ЭКСТРАКЦИОННО-АБСОРБЦИОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОГРАММОВЫХ КОЛИЧЕСТВ РОДИЯ(III) ОСНОВНЫМ КРАСИТЕЛЕМ АКРИДИНОВЫМ ЖЕЛТЫМ

Изучено взаимодействие хлоридного анионного комплекса родия(III) с органическим основным красителем акридинового ряда акридиновым желтым. Образующийся ионный ассоциат экстрагируется бинарной смесью дихлорэтан–четыреххлористый углерод (1:1). Максимум светопоглощения наблюдается при длине волны 460нм. Оптимальная кислотность водной фазы – pH 2,0 по соляной кислоте. Оптимальная концентрация красителя обеспечивается добавлением 1,0–2,0мл 0,05%-го раствора акридинового желтого (АЖ). Диапазон определяемых содержаний родия(III) 0,73–14,63мкг в 10мл водной фазы. Каждый молярный коэффициент светопоглощения органических экстрактов родия(III) АЖ  $\varepsilon_{(460)} = 3,5 \cdot 10^4 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ .

Мольное соотношение между катионом АЖ и тетрахлорродиатом(III) в образующемся ионном ассоциате равно 1:1.

Органический основной краситель акридиновый желтый (АЖ) является представителем акридинового ряда. Ранее указанный краситель был использован для определения микрограммовых количеств золота(III) в солянокислой и сернокислой средах [1, 2], палладия(II) [3] и платины(IV) [4].

Настоящее исследование посвящено изучению возможности применения основного красителя акридинового ряда АЖ, используемого нами впервые для экстракционно-абсорбциометрического определения родия(III) в солянокислой среде.

**Экспериментальная часть.** Стандартный запасной раствор гексахлорродиата(III) [ $H_3RhCl_6$ ] готовили растворением соли  $RhCl_3 \cdot 4H_2O$  в 6M HCl, нагревая раствор около часа до  $110^{\circ}\text{C}$ . При этом получается 95%-ый раствор гексахлорродиевой кислоты. Разбавляя исходный, получаем рабочие растворы родия(III) необходимой концентрации. Водный раствор красителя АЖ готовили растворением точной навески препарата марки ч.д.а. в дистиллированной воде. Использовались органические растворители квалификации ч.д.а. и х.ч. (дихлорэтан квалификации ч. без дополнительной очистки). Объем водной фазы составлял 10мл, органической – 5мл. Кислотность водной

фазы регулировали добавлением соответствующих количеств соляной кислоты квалификации х.ч.

Равновесные значения pH водной фазы контролировали при помощи милливольтметра pH-121. Оптическую плотность (ОП) водных растворов и органических экстрактов измеряли на спектрофотометре СФ-16.

**Результаты и их обсуждение.** Из большого числа органических растворителей, а также их бинарных смесей, опробованных для извлечения образующегося тройного соединения, наиболее эффективной оказалась бинарная смесь дихлорэтана (ДХЭ) с четыреххлористым углеродом ( $CCl_4$ ) в объемном соотношении 1:1 (2,5+2,5мл) соответственно, что обеспечивает максимальный полезный аналитический сигнал при минимальных фоновых значениях ( $A_{\text{«хол.}}=0,04$ ). После экстракции наблюдается осаждение ионного ассоциата (ИА) между водной и органической фазами. После разделения фаз полученный осадок флотируется на стенках и дне делительной воронки. Осадок ИА хорошо растворяется в ацетоне. Оптимальное количество ацетона, обеспечивающее максимальные значения ОП экстрактов ИА при минимальной ОП «холостых» экстрактов, составляет 3,0мл. Так как объем органической фазы составляет 5,0мл, поэтому к такому ацетоновому экстракту добавляется еще соответственно 2,0мл ацетона. Были сняты спектры светопоглощения органических экстрактов, образующегося ИА, водного раствора красителя и «холостых» экстрактов. Во всех случаях максимум светопоглощения наблюдается при одной и той же длине волны –  $\lambda=460\text{нм}$ .

Для установления оптимальных условий экстракции была изучена зависимость ОП экстрактов ИА от кислотности водной фазы в интервале от pH 4,0 до 1,0моль/л по соляной кислоте. Максимальное и постоянное значение ОП тетрахлорродиата(III) АЖ при минимальных значениях ОП «холостых» экстрактов наблюдается при кислотности водной фазы pH 2,0 по соляной кислоте. Наибольшее количественное извлечение ИА тетрахлорродиата(III) АЖ из водного раствора в органическую фазу имеет место при концентрации реагента – красителя, обеспеченной добавлением (1,0–2,0мл) 0,05% раствора АЖ.

Методом повторных экстракций было установлено, что для практически полной экстракции образующегося ИА тетрахлорродиата(III) АЖ достаточно однократное экстрагирование в течение 0,5–1,0мин. Степень извлечения  $R=92,6\%$ .

Экстракт ИА тетрахлорродиата(III) АЖ устойчив в течение 2 часов. В найденных оптимальных для образования ИА и его экстракции условиях при эффективной длине волны подчиняемость основному закону фотометрии соблюдается в интервале содержания родия 0,73–14,63мкг в 10мл водной фазы. Молярный коэффициент светопоглощения, рассчитанный из данных калибровочного графика, равен  $\bar{\varepsilon}_{(460)} = 3,5 \cdot 10^4 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ .

Для определения стехиометрического соотношения реагирующих компонентов были использованы данные, полученные из кривой насыщения реагента (метод Асмусса) [5] с АЖ при  $n=1$ . Следовательно, мольное отношение компонентов в образующемся ионном ассоциате тетрахлорродиата(III) к

каториону АЖ равно 1:1. В установленных оптимальных условиях было изучено влияние посторонних и сопутствующих элементов на избирательность экстракции ИА родия(III) АЖ. Определению родия при его концентрации 14,6 мкг/10мл не мешают 10<sup>3</sup>-кратные количества Zn(II), Cu(II), Co(II), Al(III), Mn(II) и CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, а для Cd(II) и Cr(VI) – (0,4–3,0)·10<sup>2</sup>-кратные. Мешают – Pt(IV), Os(IV) и Pd(II).

Математическая обработка результатов приведена в таблице.

$$n=5, \quad P=0,95, \quad t_a=2,78, \quad \lambda=460\text{нм}$$

Содержание родия, мкг		$S = \sqrt{\frac{\sum (A_i - \bar{A})^2}{(n-1)}}$	Доверительный интервал, $\bar{A} \pm t_a \cdot S / \sqrt{n}$	Коэффициент вариации, $\omega = \frac{S}{\bar{A}} \cdot 100\%$
введено	найдено			
A	$\bar{A}$			
0,23				
0,24				
0,22	0,226	0,0167	$0,226 \pm 0,02$	7,39
0,20				
0,24				

Кафедра аналитической химии

Поступила 16.06.2004

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тарайн В.М., Микаелян Дж.А. – Арм. хим. ж., 1981, № 7, с. 545.
2. Микаелян Дж.А., Хачатрян А.Г. – Ученые записки ЕГУ, 1987, № 2, с. 105–108.
3. Микаелян Дж.А., Тарайн В.М., Манучарян Л.А. – Ученые записки ЕГУ, 1985, № 2, с. 100–104.
4. Геокчян Н.О., Егиазарян А.А., Микаелян Дж.А., Хачатрян А.Г. – ДНАН РА, 1999, т. 99, № 2, с. 189–193.
5. Булатов М.И., Калинкин И.П. Практическое руководство по фотометрическим и спектрофотометрическим методам анализа. 2-е изд. Л.: Химия, 1968, с. 187.

Ն. Օ. ԳՅՈԿՉՅԱՆ, Մ. Ժ. ԳՅՈԳՅՅԱՆ, Ա. Ա. ԵՂԱԶԱՐՅԱՆ, Զ. Ա. ՄԻՋԱՑԵԼՅԱՆ,  
Հ. Գ. ԽԱՎԱՏՐՅԱՆ

ՈՐԴԻՈՒՄ(III) ՄԻԿՐՈԳՐԱՍԱՅԻՆ ՔԱՆԱԿՆԵՐԻ ԷՔՍՏՐԱԿՑԻՈՆ-  
ԱԲՍՈՐԲՑԻՈՆԵՍՐԻԿ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ՀԻՄՆԱՅԻՆ ՆԵՐԿԱՆՅՈՒԹ  
ԱԿՐԻԴԻՆԱՅԻՆ ԴԵՎԻՆՈՎ ԱՂԱԹԹՎԱՅԻՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ

## Ամփոփում

Հետազոտվել է ոռողիում(III) քլորիդային անիոնային կոմպլեքսի փոխագրեցությունը ակրիդինային դեղինի հետ: Առաջացած միացությունը լուծահանվում է դիբուրեֆան–քառաքլորածխածին (1:1) բինար խառնուրդով: Էքստրակցիայից հետո առաջացած նատվածքը լուծվում է ացետոնի մեջ: Ինչպես ներկանյութի ջրային լուծույթի, այնպես էլ միացության և «կույր» էքստ-

բակտերի առավելագույն լուսականումը դիտվում է մինույն ալիքի տակ՝  $\lambda=460\text{nm}$ :

Օպտիմալ թթվության պայմաններում ( $\text{pH } 2,0$ , ըստ աղաքաբվի) ոռոգում(III)-ը գործնականորեն ( $R=92,6\%$ ) լուծահանվում է օրգանական ֆազ ( $0,5-1,0 \text{ ml}$  ըստ քափահարման տևողությամբ միանվագ էքստրակցիայով):

Ներկանյութի օպտիմալ քանակն ապահովվում է  $1,0-2,0 \text{ ml}$   $0,05\%$ -ոց լուծությի ավելացմամբ: Իննական ասոցիատի գունավոր օրգանական էքստրակտները ֆուռոմետրիայի հիմնական օրենքին ենթարկվում են  $10,0 \text{ml}$  ջրային ֆազում  $0,73-14,63 \mu\text{g}$  ոռոգում պարունակելու դեպքում:

Աստիճանավորման կորի արդյունքներից հաշվարկված լուսականման թվացող մոլային գործակցի միջին արժեքը հավասար է  $3,5 \cdot 10^4 \text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{սմ}^{-1}$ : Տեսրաբլորոպղատի(III) և ակրիդինային դեղին կատիոնի միջև մոլային հարաբերակցությունը գոյացող իննական ասոցիատում  $1:1$  է:

Ուսումնասիրվել է խանգարիչ և ուղեկցող մի շարք ինների ազդեցությունը ակրիդինային դեղինով ոռոջում(III)-ի որոշման վրա:

Մշակված եղանակի վերարտադրելիությունը ստուգվել է մաքեմատիկական վիճակագրական եղանակով:

N. O. GEOKCHYAN, M. J. GEGCHYAN, A. A. EGHIAZARYAN, J. A. MICKAELYAN,  
H. G. KHACHATRYAN

## EXTRACTION-ABSORBTIOMETRIC DETERMINATION OF MICROGRAM AMOUNTS OF RHODIUM(III) BY BASIC DYE OF ACRIDINE ROW ACRIDINE YELLOW

### Summary

Rhodium(III) interacts with acridine yellow in hydrochloric acid solutions. The formed ion associate could be extracted by the dychlorethan-carbon tetrachloride ( $2,5+2,5$ ) binary mixture, maximal extinction is observed at the value of wavelength  $460\text{nm}$ . Optimal acidity of aquans solutions is pH 2,0 by HCl. The optimal quantity of dye is  $1,0-2,0 \text{ml}$  of  $0,05\%$  solutions. The coefficient of extraction is  $92,6\%$ . The range of determined concentration is  $0,73-14,63 \mu\text{g}$  of Rh(III) in  $10\text{ml}$  of aqueous phase. The value of seeming coefficient of acridine yellow tetrachlorodiate(III) ionic associates organic extracts molar extinction  $\bar{\varepsilon}_{(460)} = 3,5 \cdot 10^4 \text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ .

The molar ratio beetwin acridine cation and tetrachlorodiate(III) is  $1:1$ .

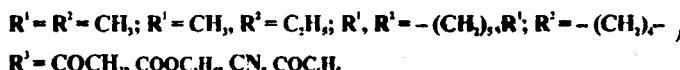
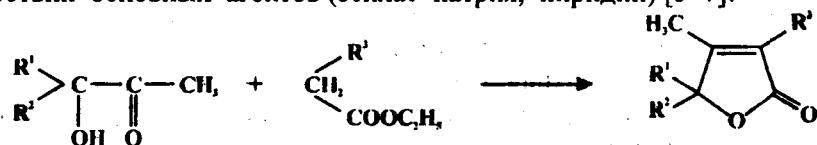
УДК 547.724.3

А. А. АВЕТИСЯН, Г. Г. ТОКМАДЖЯН, Л. В. КАРАПЕТЯН, Л. С. БАЛАЯН

## НОВЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА 2-ФУНКЦИОНАЛЬНО ЗАМЕЩЕННЫХ 2-БУТЕН-4-ОЛИДОВ

Разработан метод синтеза 2-ацетил(циано-, этоксикарбонил)-3-мтил-4,4-дialкил-2-бутен-4-олидов при взаимодействии третичных  $\alpha$ -кетоспиртов с соединениями, содержащими активную метиленовую группу, в присутствии метилата натрия в среде абсолютного метанола при комнатной температуре.

2-Бутен-4-олиды входят в состав многих природных и синтетических биологически активных соединений [1–4]. Особенно интересны в качестве многофункциональных соединений функционально замещенные 2-бутен-4-олиды, являющиеся перспективными синтонами для органического синтеза. На кафедре органической химии ЕГУ был разработан способ получения 2-функциональнозамещенных (ацетил-, циано-, этоксикарбонил-, фенил- и т.д.) 2-бутен-4-олидов при взаимодействии вторичных и третичных  $\alpha$ -кетоспиртов с соединениями, содержащими активную метиленовую группу, в присутствии основных агентов (этилат натрия, пиридин) [5–7]:



Было показано, что реакция носит общий характер и приводит к получению целевых лактонов с достаточно высокими выходами.

В дальнейшем для вышеуказанной реакции взаимодействия вторичных и третичных  $\alpha$ -кетоспиртов с соединениями, содержащими активную метиленовую группу, были предложены новые типы используемых основных агентов, в частности сухой поташ [8], а также проведение реакции в условиях межфазового катализа как в системе жидкость–жидкость [9], так и в системе жидкость–твердая фаза [10]. Однако все вышеупомянутые методы обязательно требовали кипячения реакционной смеси от 4–5 часов до 3–4 дней, за ис-

ключением реакции третичных  $\alpha$ -кетоспиртов с циануксусным эфиром в присутствии сухого поташа, протекающей при комнатной температуре и приводящей к довольно высоким выходам 2-цианозамещенных 2-бутен-4-олидов.

Таблица

Структурная формула	Обработка	$T_{\text{пп}}, ^\circ\text{C}$	Выход, %
	10% CH <sub>3</sub> COOH	33	71
	-" -	61	98
	-" -	50	51
	-" -	70	91
	-" -	105	48
	-" -	114	98
	(1:1)HCl	63	73

В продолжение исследований [5–7] нами обнаружено, что взаимодействие третичных  $\alpha$ -кетоспиртов с соединениями, содержащими активную мети-

леновую группу (циан-, ацетоуксусный и малоновый эфиры), удачно осуществляется в присутствии метилата натрия в среде абсолютного метанола без нагревания и перемешивания (см. [11]) и приводит к довольно высоким выходам соответствующих 2-функционально замещенных ненасыщенных  $\gamma$ -лактонов (см. табл.). Для этого были разработаны оптимальные условия реакции, а именно, молярное соотношение реагентов – третичный  $\alpha$ -кетоспирт: сложный эфир: метилат натрия = 1:1,25:0,3 и 5–6 часовая выдержка реакционной смеси без нагревания и перемешивания. Выяснилось также, что в случае применения циануксусного эфира для обеспечения наиболее высоких выходов целевых лактонов целесообразна обработка реакционной смеси разбавленной 1:1 соляной кислотой, тогда как в остальных случаях реакционная смесь обрабатывается 10%-ой уксусной кислотой.

Таким образом, предлагаемый способ отличается предельной простотой и наряду с ранее предложенными методами [5–7] взаимодействия третичных  $\alpha$ -кетоспиртов с соединениями, содержащими активную метиленовую группу, может применяться для синтеза непредельных  $\gamma$ -лактонов.

**Экспериментальная часть.** Чистота синтезированных соединений контролировалась методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) на пластинах Silufol UV-254, проявление проводилось парами йода и в ультрафиолетовом свете. Температуры плавления определялись на нагревательном столике Boetius.

**Получение 2-функционально замещенных 2-бутен-4-олидов (общая методика).** К раствору 0,23г (0,01моль) натрия в 10мл абсолютного метанола добавляют 0,03моль третичного  $\alpha$ -кетоспирта и 0,04моль сложного эфира. Реакционную смесь оставляют при комнатной температуре на 5–10 часов (ТСХ контроль), затем подкисляют бмл 10%-ой уксусной или разбавленной 1:1 соляной кислотой и при пониженном давлении из нее удаляют метанол, экстрагируют эфиром, сушат над сульфатом натрия. После отгонки эфира остаток кристаллизуется. Температуры плавления и выходы синтезированных 2-бутен-4-олидов приведены в таблице.

Кафедра органической химии

Поступила 08.07.2004

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аветисян А.А., Дангян М.Т. – Успехи химии, 1977, № 7, с. 1250.
2. Аветисян А.А., Токмаджян Г.Г. – ХГС, 1987, № 6, с. 723.
3. Rao S.S. – Chem. Rev., 1964, v. 64, № 4, p. 353.
4. Rao S.S. – Chem. Rev., 1976, v. 76, № 6, p. 625.
5. Аветисян А.А., Татевосян Г.Е., Мангасарян Ц.А., Мацоян С.Г., Дангян М.Т. – ЖОрХ, 1970, т. VI, вып. 5, с. 962.
6. Аветисян А.А., Мангасарян Ц.А., Меликян Г.С., Дангян М.Т., Мацоян С.Г. – ЖОрХ, 1971, т. VII, вып. 5, с. 962.
7. Аветисян А.А., Меликян Г.С., Дангян М.Т., Мацоян С.Г. – ЖОрХ, 1972, т. VIII, вып. 2, с. 274.
8. Аветисян А.А., Джанджапанян А.Н., Карагез С.Х., Дангян М.Т. – Арм. хим. ж., 1977, т. 30, № 1, с. 90.
9. Аветисян А.А., Карагамян А.А., Меликян Г.С. – Арм. хим. ж., 1985, т. 38, № 5, с. 335.

10. Аветисян А.А., Маргарян А.Х., Пириджанян Р.А., Токмаджян Г.Г. Тез. докл. международного семинара: Конверсионный потенциал Армении и программы МНТЦ. Ер., 2000.
11. Tsvorski V.J., Kukharev A.S., Kulichkovich O.Ch., De Kimpe N., Tehrani K.A. - Tetrahedron, 1998, v. 54, p. 1801.

Ա. Ա. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ, Գ. Գ. ԹՈԹՄԱՆՅԱՆ, Լ. Վ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Լ. Ս. ԲԱԼԱՅԱՆ

**2-ՖՈՒՆԿՑԻՈՆԱԼ ՏԵՂԱԿԱԼՎԱԾ 2-ԲՈՒԹԵՆ-4-ՕԼԻԴՆԵՐԻ  
ՍԻՆԹԵԶԻ ՆՈՐ ԵՂԱՍԱԿ**

**Ամփոփում**

Մշակվել է 2-ացետիլ(ցիան-, էթօքսիկարբոնիլ)-3-մեթիլ-4,4-երկալկիլ-2-ռութեն-4-օլիդների սինթեզի եղանակ՝ երրորդային  $\alpha$ -կետոսայիրտների և ակտիվ մեթիլենային խումբ պարունակող միացությունների փոխազդեցությամբ նատրիումի մեթիլատի ներկայությամբ բացարձակ մեթանոլի միջավայրում սենյակային ջերմաստիճանում:

A. A. AVETISYAN, G. G. TOKMAJYAN, L. V. KARAPETYAN, L. S. BALAYAN

**A NEW METHOD OF SYNTHESIS 2-FUNCTIONAL SUBSTITUTED  
2-BUTENE-4-OLIDES**

**Summary**

It has been treated the method of synthesis 2-acetyl(cyano, ethoxycarbonyl)-3-methyl-4,4-dialkyl-2-butene-4-olides by interaction of tertiary  $\alpha$ -ketohalcohols with compounds containing the active methylen group in the presence of sodium methylat in absolute methanol environment in room temperature.

ԿԵՆՍԱՐԱՑՈՒԹՅՈՒՆ

УДК 577.1:575.24

Զ. Հ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Զ. Հ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Մ. Ա. ԴԱՎԹՅԱՆ

ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՍՈՒՏԱԳԵՆՆԵՐՈՎ ԻՆԴՈՒԿՏՎԱԾ ԼՈԲՈՒ ՍՈՒՏԱՆ  
ՍԵՐՄԵՐԻ ՍՊԻՏԱԿՈՒՑՑՆԵՐԻ ՀԱՍԵՍՏԱԿԱՆ  
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Հայտնի է, որ օրգանիզմի ժառանգական նոր հատկանիշների և հատկությունների սկզբնաղբյուր կարող են լինել նաև մուտացիաները: Փորձարարական մուտացենեզի մեթոդը հնարավորություն է տալիս ստանալ բազմատեսակ մուտացիաներ, պահպանելով ելակետային ծերի արժեքավոր հատկանիշները:

Բույսերի վրա կատարած ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ քիմիական մուտացենների ազդեցության դեպքում փոփոխականության բազմազանությունը՝ մուտացիոն սպեկտրը, շատ լայն է, որտեղ զգալի է օգտակար մուտացիաների բաժինը: Ստացված առավել արժեքավոր մուտանտները ներգրավվում են սելեկցիոն աշխատանքներում որպես ելանյութային ձևեր [1-4]:

Մեր նախորդ ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ էթիլենիմինով և դիմեթիլսուլֆատով ինդուկտված լրու մուտանտ սերմերում տեղի են ունեցել ազոտային փոխանակության զգալի տեղաշարժեր: Հետագա հետազոտությունների համար ընտրվել են այնպիսի մուտանտներ, որոնք ստուգիչ համեմատությամբ աշքի են ընկել բարձր բերքատվությամբ և սպիտակուցի բարձր պարունակությամբ [5-7]:

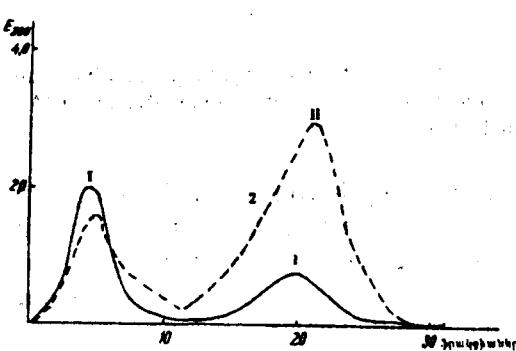
Նյութը և մեթոդը: Ուսումնասիրության օբյեկտ են ծառայել լրու Հայկական կարմիր սորտի ելակետային և մուտանտ 11-ի սերմերը: Վերջինն ստացվել է սերմերը 0,02% էթիլենիմինի լուծույթով մշակելու արդյունքում:

Սերմերի գրւմարային աղալուծելի սպիտակուցային ֆրակցիայի անջատման համար լրու սերմերի այլուրը ենթարկվել է հոմոգենացման 1M NaCl-ի pH 7,0 լուծույթով, ապա դրվել է մագնիսական թափահարիչի վրա 17-18 ժամ՝ 4-5°C-ի պայմաններում: Այնուհետև ցենտրիֆուգելուց հետո (8000պտ/րոպ) նստվածքի վրա կրկին ավելացվել է լուծիչը և 4-5 ժամ թափահարելուց հետո կրկին ցենտրիֆուգվել: Ստացված սպիտակուցային էքստրակտները միացվել են: Լորու սերմերի այլուրի այսպիսի մշակման շնորհիվ անջատվել է աղալուծելի սպիտակուցների 95-97%-ը:

Նորու սերմերի գումարային աղալուծելի սպիտակուցների ուսումնա-սիրությունը կատարվել է գելֆիլտրացիայի մեթոդով՝ սեֆադերս G-100-ով և իոնափոխանակային քրոմատոգրաֆիայով՝ ԴԷԱ ցելյուլոզի վրա:

Արդյունքները և քննարկումը: Առաջին էտապում մեր նպատակն է եղել ուսումնասիրել լորու ելակետային և մուտանտ 11 սերմերից գելֆիլտրացիայի մեթոդով անջատված գումարային աղալուծելի սպիտակուցային ֆրակցիան: Դրա համար աղալուծելի սպիտակուցային էքստրակտը անց է կացվել սեֆադերս G-100-ի սյունով, որը նախապես հավասարակշռվել է  $0,02M$  տրիստետատային բուժերով,  $pH$  8,0: Ելուցիան կատարվել է նույն բուժերով: Ստացվել են 40 սպիտակուցային ֆրակցիաներ (յուրաքանչյուր ֆրակցիայից 5 մլ), որոնց օպտիկական խտությունները չափվել են  $C\Phi-26$  սպեկտրաֆոտոմետրի վրա  $280\text{nm}$  ալիքի երկարությամբ:

Կորագծից երևում է (նկ. 1), որ լորու ելակետային ծեփ աղալուծելի սպիտակուցների գելֆիլտրացիայի ժամանակ ստացվել են երկու սպիտակուցա-



Նկ. 1: Լորու ելակետային ծեփ (1) և մուտանտ 11-ի (2) սերմերի աղալուծելի սպիտակուցների գելֆիլտրացիան սեֆադերս G-100-ով:

Ելակետային ծեփ բարձրամոլեկուլային (I) սպիտակուցային գագարի մակարդակը փոքր ինչ բարձր է, մինչդեռ մուտանտի ցածրամոլեկուլային (II) սպիտակուցային գագարի մակարդակը գրեթե 3 անգամ գերազանցում է ստուգիչին:

Հաջորդ էտապում գելֆիլտրացիայից հետո ստացված երկու սպիտակուցային գագարների ֆրակցիաները ենթարկվել են իոնափոխանակային քրոմատոգրաֆիայի ԴԷԱ ցելյուլոզի վրա, որը նախապես հավասարակշռվել է  $0,02M$  տրիստետատային բուժերով,  $pH$  8,0: Կատարվել է սպիտակուցի աստիճանական էլուցիա  $\text{NaCl}$ -ի լուծույթի հետևյալ խտություններով՝  $0,1; 0,2; 0,25; 0,35; 0,45; 0,5; 0,6$  և  $0,7M$ :

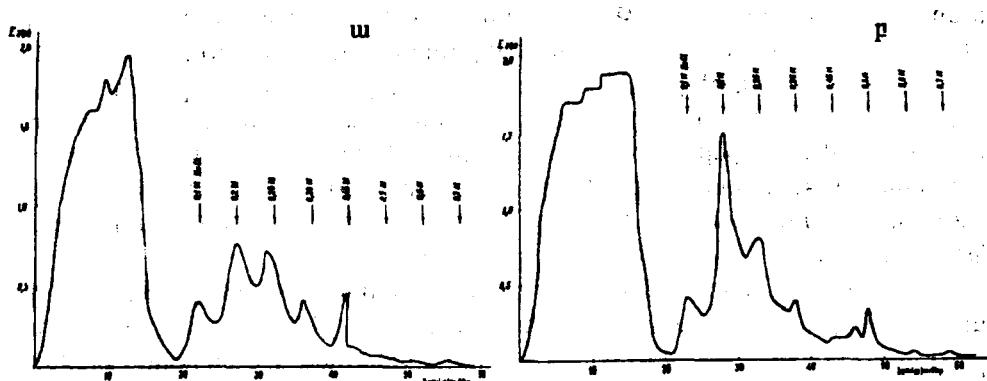
Ինչպես երևում է կորագծերից, լորու սերմերի ելակետային և մուտանտ 11-ի գելֆիլտրացիայից ստացված երկու գագարներին (նկ. 1) համապատասխանող սպիտակուցային ֆրակցիաները իոնափոխանակիչով բաժանման ենթարկելիս հայտնաբերվել են սպիտակուցային ֆրակցիաների ինչպես որակական, այնպես էլ քանակական փոփոխություններ (նկ. 2): Օրինակ, մուտանտ 11-ի դեպքում ի հայտ են եկել նոր սպիտակուցային ֆրակցիաներ, ինչպես նաև որոշ ֆրակցիաներ կրել են եական քանակական փոփոխություններ: Մասնավորապես,  $0,2M \text{ NaCl}$ -ի լուծույթով էլուցիայի ենթարկված

յին զագարներ, որոնք ֆիլտրվել են 3-7 (I գագար) և 17-23 (II գագար) ֆրակցիաներում:

Լորու մուտանտ սերմերի աղալուծելի սպիտակուցների գելֆիլտրացիայի ժամանակ նույնպես ստացվել են երկու սպիտակուցային գագարներ՝ 3-7 (I գագար) և 18-24 (II գագար) ֆրակցիաներում:

Ելակետային և մուտանտ 11-ի սերմերի սպիտակուցային գագարների համեմատությունը ցույց է տալիս, որ

սպիտակուցային ֆրակցիայի քանակությունը կրկնակի բարձրացել է: Մեր նախորդ հետազոտությունների համաձայն՝ այդ ֆրակցիան հատկապես բարձր է լորու մուտանտ 26-ի դեպքում (Եղակետային հետ համեմատած՝ 15 անգամ) [7]:



Նկ. 2: Լորու եղակետային ծեփ (ա) և մուտանտ 11-ի (բ) սերմերի գելֆիլտրացիայից հետո ստացված սպիտակուցային գազաքների յունափոխանակային քրոմատոգրաֆիան ԴЭԱ գելուղովի վրա:

Մեր տվյալները համահունչ են Ս. Գոնիկի և ուրիշների [8] արդյունքների հետ: Այդ աշխատանքում լորու Սանիլակ սորտի սերմերը էթիլենիմինով և դիմեթիլսուլֆատով մշակելուց ստացված 26 մուտանտներում հայտնաբերվել են Եղակետաֆորետիկ սպիտակուցային ֆրակցիաների ինչպես քանակական, այնպես էլ որակական փոփոխություններ:

**Համեմատական և էվոլյուցիոն կենսաքիմիայի  
գիտահետազոտական լարորատորիա,  
գենետիկայի և քջաբանության ամբիոն**

**Ստացվել է 12.05.2004**

## ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Эйгес Н.С., Иванов Ю.А., Лебедева Н.П. Эффективность химических мутагенов в селекции. М.: Наука, 1976, с. 164–166.
2. Վարդապետյան Ք.Հ., Վարդապետյան Զ.Հ. – Բիոլոգ. յ. Արմենիա, 1980, տ. 33, № 7, ս. 743–747.
3. Володин В.И., Гуринович О.И., Измаилов В.И., Земленская Н.Г., Черненская Р.Ф., Уваров В.Н. Улучшение культурных растений и химический мутагенез. М.: Наука, 1982, с. 155–158.
4. Մօվսեսյան Ա.Բ., Ավագյան Վ.Ա., Գևորգյան Ա.Մ. – Բիոլոգ. յ. Արմենիա, 1983, տ. 36, № 9, ս. 750–754.
5. Վարդանյան Կ.Ա., Վարդանյան Ջ.Ա. – Բիոլոգ. յ. Արմենիա, 1982, տ. 35, № 11, ս. 930–931.
6. Վարդանյան Ջ.Ա., Վարդանյան Կ.Ա. – Սահմանագիր պատմություններ, 1987, տ. 1, ս. 121–123.
7. Վարդանյան Ջ.Ա., Վարդանյան Կ.Ա., Դավթյան Մ.Ա. – Բիոլոգ. յ. Արմենիա, 2003, տ. 55, № 1–2, ս. 179–180.
8. Գոնիկ Ս.Ա., Գորինովիչ Օ.Ի., Աղարկովա Ս.Ի., Վերլախով Մ.Դ., Վոլոдин Վ.Ի. Խիմիческий мутагенез и иммунитет. М.: Наука, 1980, с. 174–181.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ БЕЛКОВ МУТАНТНЫХ СЕМЯН  
ФАСОЛИ, ИНДУЦИРОВАННЫХ ХИМИЧЕСКИМИ МУТАГЕНАМИ

Резюме

Методами гельфильтрации и ионообменной хроматографии исследовались суммарные солерасторимые белки мутантных семян фасоли сорта Армянская красная.

Показано, что в белках мутантных семян фасоли происходят значительные качественные и количественные изменения.

J. H. VARDANYAN, K. H. VARDANYAN, M. A. DAVTYAN

THE COMPARATIVE STUDY OF PROTEIN OF BEAN MUTANT SEEDS  
INDUCED WITH CHEMICAL MUTAGENES

Summary

Using the gelfiltration and ionic exchange chromatography methods the total saltsoluble protein of mutant seeds of Armenian red bean induced with ethylenimyne has been studied.

It has been found that certain qualitative and quantitative changes has taken place in the protein of mutant seeds.

**Կենսաբանություն**

УДК 58.03+581.174+543.428

**Զ. Մ. ԹԱՎՈՅՅԱՆ, Հ. Հ. ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ**

**ՔԼՈՐԵԼԱ ԵՎ ՍՊԻՐՈՒԼԻՆԱ ՄԻԿՐՈՋՐԻՍՊՈԽՆԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐՈՆ-  
ՏՐԱՍՍՊՈՐՏԱՅԻՆ ԾՎԹԱՅԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ  
ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ ԿԱՊԱՐԻ ԱՌԿԱՅՈՒԹՅԱՄԲ**

Ներկայում ֆոտոսինթետիկ ապարատի տիլակոփային քաղանքներում էլեկտրոնների տեղափոխման գործընթացների վրա ծանր մետաղների ազդեցության ուսումնասիրությունը հանդիսանում է ժամանակակից կենսաֆիզիկայի կարևոր խնդիրներից մեկը:

Հայտնի է, որ եթք ջրիմուները ինտոքսիկացվում են ծանր մետաղների աղերով, նրանց ֆոտոսինթեզի ինտենսիվությունը հանդիսանում է շատ արդյունավետ տեստային ռեակցիա [1]: Քրորապիլաստների էլեկտրոն-տրանսպորտային շղթայի տարրեր հատվածներում ծանր մետաղները արգելակում են էլեկտրոնների տեղափոխությունը: Արյունաբերական և զուղատնտեսական քաղիներների հետևանքով առաջացած ծանր մետաղների շարքին է դասվում կապարը (Pb), որը ֆոտոսինթեզը ընկճող ֆիտոտոքսիկ ազետոններից մեկն է [2]: Կապարը իջեցնում է ֆոտոսինթեզի ինտենսիվությունը և անջատված քրորապիլաստներում արգելակում Հիլի ռեակցիան: Ծանր մետաղների ազդեցության ժամանակ առաջնային թիրախ են հանդիսանում ֆոտոհամակարգ-2-ի (ՖՀ2) օքսիդացող քաղաղրիչները:

Խելա բույսերի և միկրոօրինուների տեսակների, ինչպես նաև մշակման պայմանների քազմազանությունը բարդություն է ստեղծում հետազոտությունների արդյունքների համեմատության և եզրահանգումների համար, սակայն ծանր մետաղների խիստ ֆիտոտոքսիկ ազդեցությունը կասկած չի հարուցում [3]:

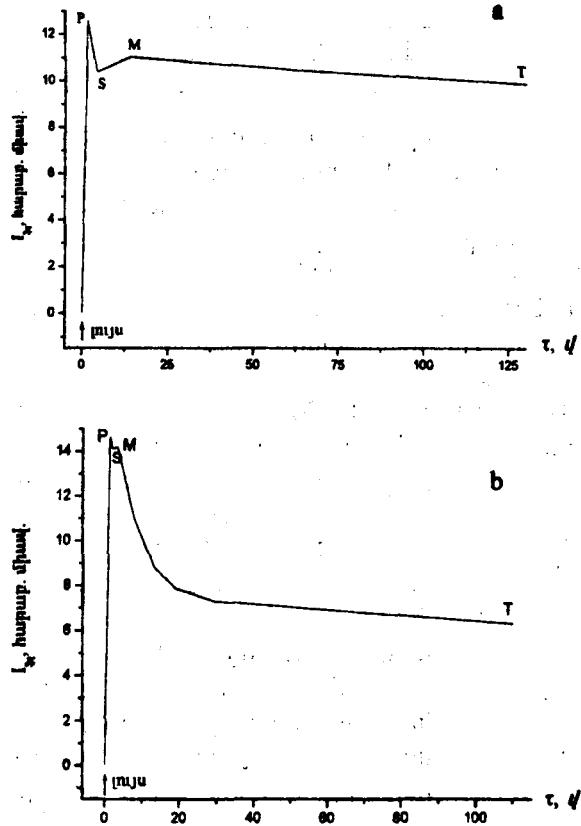
Սույն աշխատանքի նպատակն է եղել ուսումնասիրել կապարի ազդեցությունը միկրոօրինուների էլեկտրոն-տրանսպորտային շղթայում էլեկտրոնների տեղափոխման ակտիվության վրա, որով պայմանավորված է ֆոտոսինթեզի առաջնային պրոցեսների էֆեկտիվությունը [4, 5]:

Հետազոտության մերողիկան: Աշխատանքում օգտագործվել են միաբջիջ կանաչ ջրիմուտ *Chlorella pyrenoidosa*-ն, որը աճեցվել է Տամիայի միջավայրում (pH 6,8) սենյակային ջերմաստիճանում ( $25^{\circ}\text{C}$ ), լուսավորու-

բյունը 500–800լրտր, ինչպես նաև *Spirulina platensis*-ը՝ աճեցված Չառուկի միջավայրում նույն պայմաններում:

Ֆլուորեսցենցիայի ինդրուկցիան գրանցել ենք [6]-ում նկարագրված ֆլուորիմետր-ֆուֆորոսկոպով: Փորձերի կենսաբանական կրկնողությունը հնգակի է:

**Արդյունքները և նրանց քննարկումը:** Մեր կողմից դիտարկվել է կապարի տարբեր քանակության ազդեցությունը կանաչ և կապտականաչ ջրիմուների ֆոտոսինթետիկ ապարատի քլորոֆիլի ֆլուորեսցենցիայի ինդրուկցիայի վրա: Որոշակի քանակությամբ ջրիմուների սուսպենզիային ավելացվել է  $5\text{--}125 \mu\text{l/l}$   $\text{PbCH}_3(\text{COO})_2$ -ի 0,1  $\text{U}$  լուծույթ, այնուհետև 30 րոպե էքսպոզիցիայով նըստեցվել է ծծամաքղրի վրա և չափվել քլորոֆիլի ֆլուորեսցենցիայի ինդրուկցիան: Վերջինս արտահայտվում է բարդ կինետիկ կորի տեսքով, օժտված մաքսիմումներով և մինիմումներով, որոնց անցումները հայտնի են Կառուցկու էֆեկտ անվանմամբ: Այդ կորը կազմված է  $O-I-D-P-S-M-T$  փուլերից, ընդունում  $O-I-D-P$ -ն արագ փուլն է, իսկ  $P-S-M-T$ -ն՝ դանդաղը [7, 8]: Մեր կողմից հետազոտվել են  $P-S-M-T$  անցումները (նկ. 1):



Նկ. 1: Սպիրոլինա (a) և քլորելա (b) միկրոքրիմուների ֆլուորեսցենցիայի ինդրուկցիոն կորերը:

Առաջ է երկրորդ մաքսիմումը՝  $M$ , որին հաջորդում է ֆլուորեսցենցիայի ինտենսիվության անկում մինչև  $T$  մակարդակ:  $P-S$  անցման 2 եղանակ կա: առաջինը՝ ֆոտոքիմիական, որը կապված է ՖՀ2-ի քիմոնի օքսիդացման հետ և երկրորդը՝ ոչ ֆոտոքիմիական մարտմ, որը կապված է ՖՀ2-ից ՖՀ1 (ֆոտոհամակարգ 1) գրգռման էներգիայի վերաբաշխման հետ [8]: Այդ երևույթը ստացել է սպիրոլին անվանումը: Այն բարձրակարգ բույսերի դեսպում բացատրվում է լույս հավաքող կոմպլեքսի ապիտակուցների ֆուֆորիլացմամբ, որը հանգեցնում է պիզմենտ-սպիտակուցային համակարգի կոնֆորմացիոն փոփոխության, արդյունքում գրգռման էներգիան փոխանցվում է ՖՀ2-ից ՖՀ1-ին [4, 8]:

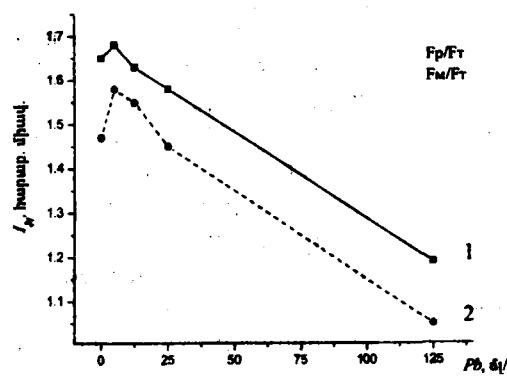
Եղանակությամբ ջրիմուների սուսպենզիային ավելացվել է  $5\text{--}125 \mu\text{l/l}$   $\text{PbCH}_3(\text{COO})_2$ -ի 0,1  $\text{U}$  լուծույթ, այնուհետև 30 րոպե էքսպոզիցիայով նըստեցվել է ծծամաքղրի վրա և չափվել քլորոֆիլի ֆլուորեսցենցիայի ինդրուկցիան: Վերջինս արտահայտվում է բարդ կինետիկ կորի տեսքով, օժտված մաքսիմումներով և մինիմումներով, որոնց անցումները հայտնի են Կառուցկու էֆեկտ անվանմամբ: Այդ կորը կազմված է  $O-I-D-P-S-M-T$  փուլերից, ընդունում  $O-I-D-P$ -ն արագ փուլն է, իսկ  $P-S-M-T$ -ն՝ դանդաղը [7, 8]: Մեր կողմից հետազոտվել են  $P-S-M-T$  անցումները (նկ. 1): Ինչպես հայտնի է,  $P$  կետում ՖՀ2-ի առաջնային ակցենտորը քիմոնի առավելացույն վերականգնված է: Սկզբում տեղի է ունենում  $P-S$  մարտմը, այնուհետև առաջա-

Ինչպես երևում է նկ. 1-ից, թեև քլորելայի և սպիրուլինայի ինդուկցիոն կորերը բավականին տարբեր են, սակայն  $P-S-M-T$  անցումները երկուսի դեպքում ել լավ արտահայտված են:

**Քլորելայի ֆլուորեսցենցիայի  $P, S, M, T$  պարամետրերի ինտենսիվությունները (հարաբ. միավորներ) կապված միջավայրում կապարի կոնցենտրացիայից**

Pb, մ/լ	P	S	M	T
ստուգիչ	9,94	9,02	9,04	6,04
5,0	11,06	10,32	10,32	6,54
12,5	11,7	11,2	11,22	7,2
25,0	10,5	9,7	9,34	6,4
125,0	7,2	6,4	6,6	5,2

Փորձերի արդյունքները ցույց են տալիս, որ կապարի  $0,1\text{U}$  լուծույթի ցածր կոնցենտրացիայի ( $5-25\text{մ/լ}$ ) դեպքում դիտվում է ինդուկցիոն կորերի բոլոր մաքսիմումների և մինիմումների աճ ստուգիչի հետ համեմատած, որը կապված է ջրհնուուների պաշտպանական հարմարվողական պրոցեսների ակտիվացման հետ [9]: Ենթադրվում է, որ  $P$  մաքսիմումի աճը քլորելայի դեպքում  $11,5\%-ով$  (տես աղյուսակը) կապված է ՖՀ2-ի ռեակցիոն կենտրոնների առավելագույն փակման հետ: Ինչ վերաբերում է ֆլուորեսցենցիայի դանդաղ  $S-M-T$  փոփոխությանը, ապա՝ համաձայն ժամանակակից պատկերացումների, այն կապում են ԱԵՖ/ԱԴՖ, ՆԱԴՀ/ՆԱԴ<sup>+</sup> անցումների և ցիկլիկ/ոչ ցիկլիկ էլեկտրոնային տրանսպորտի հետ [8]: Կապարի կոնցենտրացիայի հետագա մեծացումը ( $25\text{մ/լ}$ ) առաջացնում է ֆլուորեսցենցիայի  $P$  և  $S$  կետերի անկում, որը պայմանավորված է ՖՀ2-ից ՖՀ1 էներգիայի փոխանցման մեծացումով:



Նկ. 2:  $F_p/F_t$  (1) և  $F_m/F_t$  (2) հարաբերությունների կախվածությունը միջավայրում կապարի կոնցենտրահամարից:

**Խախտում:** Արդյունքում տեղի է ունենում  $P$ -ի գրագության դեպքիվացիա ֆլուորեսցենցիայի ճանապարհով: Ընդ որում, նկատվում է ֆլուորեսցենցիայի քոյլ արտահայտված աճ  $M-T$  հատվածում:

Հայտնի է, որ ծանր մետաղները առաջացնում են քլորոֆիլի լույս հավաքող կոմպլեքսների դեղագործացիա, ֆոտոհամակարգերի ռեակցիոն կենտրոնների գրգռման էներգիայի փոխանցման խանգարում, ինչպես նաև կապվում են ՖՀ1-ի և ՖՀ2-ի քլորոֆիլ-սպիրակուցային լույս հավաքող կոմպլեքսների կողմից [10, 11]:

Միջավայրում մեծ քանակ-կուրյամբ կապարի ( $125\text{մ/լ}$ ) առկայության դեպքում նկատվում է ինդուկցիոն կորի բոլոր մաքսիմումների կտրուկ անկում:  $Pb$ -ի մեծ կոնցենտրացիան առաջացնում է ՖՀ2-ի պիզմենտ-սպիրակուցային համակարգի կառուցվածքային ամբողջականության խախտում:

Որպես դանդաղ ֆլուորեսցենցիայի ինդուկցիայի պարամետրեր ստացել ենք  $F_M/F_T$  հարաբերությունը (նկ. 2), որը ցույց է տալիս ֆոտոսինթեզի էֆեկտիվությունը, ինչպես նաև  $F_P/F_T$  հարաբերությունը, որը ցույց է տալիս քլորոֆիլի ֆլուորեսցենցիայի մարումը ամբողջ  $P-S-M-T$  տիրություն [3]: Այստեղ  $F_M$ -ը և  $F_P$ -ն ֆլուորեսցենցիայի այն մակարդակներն են, որոնք համապատասխանում են ինդուկցիայի  $M$  և  $P$  մաքսիմումներին, իսկ  $F_T$ -ն ֆլուորեսցենցիայի ստացիոնար վիճակն է:

Կապարի կոնցենտրացիայի մինիմալ քանակությունը ( $5 \text{ мкг/л}$ ) հանգեցնում է  $F_P/F_T$  հարաբերության ածին, իսկ  $5-125 \text{ мкг/л}$ -ը՝ նվազմանը: Միենույն օրինաչափությունն է նկատվում նաև  $F_M/F_T$  հարաբերության համար, որի ամր պայմանավորված է լուսավորման առաջին վայրկյաններին ԱԵՖ-ի սինթեզի ակտիվացմամբ  $\Delta\text{RH}-ի$  փորձացման հաշվին [3]:

Մեր ուսումնասիրությունները ցույց են տվել նաև, որ ոչ ֆոտոքիմիական մարման գործակիցը ( $qN=(P-P')/P$  [12]) քլորելայի դեպքում աճում է 28%-ով ( $Pb=125 \text{ мкг/л}$ -ի դեպքում), ինչը պայմանավորված է նրա ֆոտոսինթետիկ ապարատի վրա ծանր մետաղների ազդեցությամբ:

Ինչ վերաբերում է սպիրուլինային, ապա մեր կողմից պարզվել է, որ ուսումնասիրված կոնցենտրացիայի տիրություն վերջինս շատ ավելի կայուն է կապարի ազդեցության նկատմամբ և նրա ֆոտոսինթետիկ ակտիվությունը նկատելի փոփոխության չի ենթարկվում՝  $qN$  գործակիցը գրեթե չի փոխվում:

Վերը բերված և գրականությունից հայտնի տվյալները բոլով են տալիս եզրակացնել կապարի ազդեցության ժամանակ ֆոտոսինթետիկ ապարատի ոչ հատկանշական և ոչ միարժեք պատասխան ռեակցիայի մասին. Փոքր կոնցենտրացիաների դեպքում դրսևորվում է ֆոտոսինթետիկ ակտիվության աճ, մեծ կոնցենտրացիաների դեպքում՝ ֆոտոսինթետիկ ապարատի ինակտիվացիա:

Կենսաֆիզիկայի ամրում

Ստացվել է 18.06.2004

## ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Зайцева И.И. – Ботанический журнал, 1999, т. 84, № 8, с. 33–41.
2. Полынов В.А., Маторин Д.Н., Вавилин Д.В. – Физиол. раст., 1993, т. 40, № 5, с. 754–759.
3. Караваев В.А., Баулин А.М. – Физиол. раст., 2001, т. 48, № 1, с. 47–54.
4. Рубин А.В., Федоренко Ю.П. – Физиол. раст., 1991, т. 38, № 2, с. 228–234.
5. Samson G., Popovic R. – Ecotoxicol Environ. Saf., 1988, v. 16, № 3, p. 272–278.
6. Джавршян Дж.М. – Первичные процессы фотосинтеза растений при загрязнении атмосферы и перспективы биофизического мониторинга: Автореф. дис. на соискание уч. ст. док. биол. наук. Минск, 1991.
7. Гаевский Н.А., Моргун В.Н. – Физиол. раст., 1993, т. 40, № 1, с. 136–145.
8. Веселовский В.А. Люминесценция растений. М.: Наука, 1990, 200с.
9. Таланова В.В., Титов А.Ф. – Физиология и биохимия культурных растений, 2001, т. 33, № 1, с. 33–37.
10. Бекасова О.Д., Бреховский А.А. – Биофизика клетки, 2002, т. 47, № 3, с. 515–523.
11. Amblard-Gross G., Ferard J.F. – Environ. Pollut., 2002, v. 120, № 1, p. 47–58.
12. Рубин А.Б. – Биофизика. Т. 2. М.: Книжный дом «Университет», 2000, 468с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОН-ТРАНСПОРТНОЙ ЦЕПИ  
МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ХЛОРЕЛЛЫ И СПИРУЛИНЫ ПРИ НАЛИЧИИ  
В СРЕДЕ СВИНЦА

Резюме

Исследовали влияние разных концентраций свинца на индукцию флуоресценции хлорофилла *a* хлореллы и спирулины. Начиная с концентрации 12,5мл/л, наблюдалось падение параметров индукционной кривой. Изменение этих параметров свидетельствует о снижении активности ФС2. Также показано, что спируллина более устойчива к наличию свинца в среде, чем хлорелла.

J. M. JAVRSHYAN, H. H. TADEVOSYAN

STUDY OF ELEKTRON TRANSPORT CHAIN OF MICROALGAE  
CHLORELLA AND SPIRULINA IN PRESENCE OF LEAD IN THE  
ENVIRONMENT

Summary

Effects of different lead concentrations on induction of chlorophyll *a* fluorescence were studied in *Chlorella* and *Spirulina*. Beginning with concentration of 12,5ml/l falling of parameters of induction curve was observed. The change of these parameters indicates decrease of activity of PS II. It is also shown, that *Spirulina* is steadier in presence of lead in the environment, than *Chlorella*.

**Биология**

УДК 582.28

Е. Ю. СОГОЯН

**ПАТОГЕННАЯ МИКОБИОТА КОРМОВЫХ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР И  
ИХ ДИКИХ СОРОДИЧЕЙ В АРМЕНИИ**

В статье приведены данные о наиболее распространенных и опасных грибных болезнях злаковых трав в Армении. Отмечены наиболее вредоносные виды, приуроченные к определенным родам посевных и диких злаков, выделены устойчивые к грибным патогенам виды.

Огромна кормовая ценность луговых злаков, составляющих значительную часть травостоя на лугах. Для лучшего использования этого природного богатства, а также для повышения урожайности посевных злаковых трав необходимо всестороннее исследование многочисленных грибных болезней, поражающих эти растения. В связи с этим нами начаты работы по изучению грибных болезней посевных кормовых растений и их диких сородичей, суммированию результатов предыдущих исследований и сравнению их с новыми данными, что позволит выявить неизвестные для нашего региона болезни, установить наиболее устойчивые к грибным патогенам виды. Нами в работе принята за основу система грибов, приведенная в словаре Айнсворда и Бисби [1]. Отдельные видовые наименования уточнены по [2]. Современные названия высших растений приводятся по С.К. Черепанову [3].

Из грибных болезней, поражающих кормовые злаковые травы, в Армении наиболее многочисленны болезни листьев. Иногда поражаются и корни, корневая шейка, стебли. Вред, причиненный всей совокупностью болезней, может оказаться весьма серьезным, несмотря на то что влияние на растение каждой из них по отдельности может быть сравнительно незначительным. Пораженные растения увядают, поникаются их вкусовые качества и питательная ценность, уменьшается также количество сена, ухудшается его качество. Ослабленным растениям труднее выдерживать засуху и суровые зимы.

В настоящей статье рассмотрены распространенные и опасные болезни злаковых трав в Армении. Самой вредоносной группой заболеваний являются виды ржавчины. При сильном поражении ржавчиной листья прежде-

временно отсыхают, что ведет к резкому снижению количества и качества урожая. Болезнь с кормовых злаков способна переходить на зерновые культуры, и луговая растительность таким образом может стать постоянным источником ржавчинной инфекции. Из сумчатых грибов особое место занимает спорынья, которой сильно поражаются житняк, костер и некоторые другие злаки. Она встречается очагами на лугах и в посевах. Довольно вредоносна также чехловидная болезнь, что также часто встречается во всех высотных поясах страны.

Микологическому обследованию были подвергнуты виды пырея, костра, овсяницы, тимофеевки и ежи. На этих кормовых злаках зарегистрировано всего 43 вида грибов (см. таблицу).

Виды пырея (*Elytrigia*) являются ценными кормовыми растениями. Они страдают от многочисленных грибных болезней – разновидностей ржавчины, пятнистостей листьев, мучнистой росы, спорыньи, чехловидной болезни. Почти 400 видов злаковых трав служат хозяевами для возбудителей ржавчины. Некоторые из них поражают только один или несколько видов злаковых трав, другие – большое их количество. Так, например, стеблевая ржавчина, возбудителем которой служит гриб *Puccinia graminis*, была отмечена почти на 200 видах злаковых трав. Некоторые виды ржавчины кормовых злаковых трав поражают также и хлебные злаки. По всей вероятности болезни, поражающие хлебные злаки, первоначально были свойственны дикорастущим злакам, затем они нашли восприимчивых хозяев среди злаковых культур. На видах пырея наиболее часто встречаются бурая (возбудитель – *Puccinia persisiens*), желтая (возбудитель – *P. recondita*), стеблевая или линейная (возбудитель – *P. graminis*) ржавчины.

Мучнистая роса, возбудителем которой является гриб *Blumeria graminis*, сильнее всего поражает растения в условиях прохладного сырого климата и пасмурной погоды, хотя для прорастания спор требуется лишь незначительное количество влаги. Существует ряд форм мучнистой росы, которые осложняют задачу выведения устойчивых к этой болезни сортов пырея.

Спорынья, возбудителем которой является *Claviceps purpurea*, помимо кормовых злаков распространена на пшенице, ячмене, ржи. Благоприятным для развития спорыньи условием считается повышенная влажность. *Claviceps purpurea* может заражать более 160 видов зерновых, кормовых и луговых злаков.

Чехловидность (возбудитель – *Epichloe typhina*) встречается в областях, отличающихся прохладной летней погодой и мягкими зимами. В начале лета на стеблях различных луговых трав, в том числе и пырея, появляются как бы чехловидные цилиндрические образования, наглухо окружающие стебель.

В Армении на диких и посевых видах пырея выявлено 20 видов грибов, из них наиболее вредоносными являются *Puccinia graminis f. secalis*, *Puccinia agropyrina*, *Blumeria graminis*. Наиболее подверженными грибным болезням являются *Elytrigia repens* (10 видов), *E. trichophora* (3) и *E. caespitosa* (2).

*Количественное распределение грибов по родам питающих растений*

Виды грибов	Роды питающих растений				
	<i>Elytrigia</i>	<i>Bromus</i>	<i>Dactylis</i>	<i>Festuca</i>	<i>Phleum</i>
<i>Ascochyta calamagrostidis</i> Brum.				+	
<i>Ascochyta ischamei</i> Sacc.	+				
<i>Blumeria graminis</i> (DC.) Speer.	+	+	+	+	
<i>Claviceps purpurea</i> Tul.	+		+		+
<i>Diplodina graminea</i> Sacc.		+	+		
<i>Epichloe typhina</i> (Pers.) Tul.	+		+		+
<i>Heterosporium phlei</i> Greg.					+
<i>Hormiscium caulincola</i> Rab.	+				
<i>Lophodermium arundinaceum</i> Chev.	+				
<i>Macrophoma graminella</i> (Sacc.) Berl			+		+
<i>Microsphaera dactylidis</i> Pass.				+	
<i>Phyllachora graminis</i> (Pers.) Nitschke	+				
<i>Phyllosticta bromi</i> Pot.		+			
<i>Phyllosticta dactylidis</i> Frag.			+		
<i>Pseudoseptoria donacis</i> (Pers.) B.Sut.	+				+
<i>Puccinia actaeae - agropyri</i> E. Fisch.		+			
<i>Puccinia alternaris</i> Kleb.		+			
<i>Puccinia bromina</i> Eriks.		+			
<i>Puccinia cerinthes-agropyrina</i> Trans.	+				
<i>Puccinia coronata</i> Corda.	+	+		+	
<i>Puccinia dactyldina</i> Bub.			+		
<i>Puccinia festucina</i> P. Syd.				+	
<i>Puccinia graminis</i> Pers.	+	+	+	+	+
<i>Puccinia persistens</i> Plowr.	+				
<i>Puccinia phlei - pratensis</i> Eriks.					+
<i>Puccinia recondita</i> Roberge	+		+		
<i>Ramularia pusilla</i> Unger.				+	
<i>Septoria alopecuri</i> Syd.					+
<i>Septoria bromicola</i> Sped.		+			
<i>Septoria bromi</i> Sacc.		+			
<i>Septoria elimi</i> (Davis) R. Sprague	+				
<i>Septoria fusispora</i> Died.	+				
<i>Septoria gracilis</i> Pers.	+				
<i>Septoria graminum</i> Desm.	+				
<i>Septoria agrestis</i> Sacc.	+				
<i>Stagonospora curvata</i> Bomm.- Boiss.		+			
<i>Tilletia controversa</i> Kuehn.	+				
<i>Tuburcinia bromi</i> Lavr.		+			
<i>Uromyces dactylidis</i> Oitth				+	
<i>Uromyces festucae</i> Syd.					+
<i>Ustilago agrestis</i> Syd.	+				
<i>Ustilago bromina</i> Syd.		+			
<i>Ustilago bullata</i> Berk.		+			
Bсero	20	14	14	6	8

Виды костра (*Bromus*) в кормовом отношении также имеют большое значение. Среди них есть многолетние, двулетние и однолетние, растущие в степных районах. Представители этого рода поражаются разнообразными болезнями – мучнистой росой, несколькими видами ржавчины и головни, различными пятнистостями. Возбудителем мучнистой росы является гриб *Blumeria graminis*. На видах костра встречаются несколько типов ржавчины – буря ржавчина костра (возбудитель – *Puccinia bromina*), корончатая ржавчина (*P. coronifera*), стеблевая ржавчина (*P. graminis*). Твердая головня костра, возбудителем которой является *Ustilago bullata*, поражает различные виды *Bromus*, превращая завязи растения в очень плотные продолговатые мешочки, почти незаметные снаружи. В дальнейшем мешочки разрушаются и споры загрязняют собою семена. Полосчатая листовая головня костра, возбудителем которой является *Ustilago bromina*, образует на листьях и влагалищах растений длинные полоски, прикрытые эпидермисом, который при подсыхании растрескивается, освобождая черновато-коричневую пылящую массу головневых спор.

В Армении на видах костра обнаружено всего 14 грибов, из них особенно вредоносны *Puccinia bromina*, *Puccinia alternaris*, *Blumeria graminis*, *Ustilago bullata*. Наибольшее количество грибов обнаружено на *Bromus japonicus* (4 вида), *B. adjaricus*, *B. squarrosus*, *B. commutatus* (по 3 вида).

Ежа сборная (*Dactylis glomerata*) является довольно ценным кормовым растением, встречается в разнообразных условиях, произрастает в луговой зоне, в лесах, на субальпийских лугах; встречаются также ее формы, хорошо переносящие засушливые условия. В условиях Армении она поражается спорыней, септориозом, различными видами ржавчины, а также чехловидной болезнью, особенно в лесной, горной и горно-степной зонах. Септориоз, вызываемый грибом *Septoria graminum*, образует на листьях ежи продольные желтоватые пятна между жилками, на которых рядами располагаются черные точки пикнид. Септориоз ежи в Армении не наносит особого вреда растениям, т.к. встречается довольно редко. На еже обнаружено несколько видов ржавчины, вызываемых грибами *Puccinia dactylidina*, *P. recondita*, *Uromyces dactylidis*. Всего на еже обнаружено 14 видов грибов, из них наиболее часто встречаются *Claviceps purpurea*, *Uromyces dactylidis*, *Epichloe typhina*.

Представители рода овсяницы (*Festuca*) – широко распространенные кормовые растения и по значимости занимают второе место после пырея. Наиболее ценными являются виды *Festuca pratensis* и *Festuca ovina*. Овсяница в условиях Армении заболевает спорыней, мучнистой росой, ржавчиной, последняя вызывается *Uromyces festucae*, *Puccinia graminis f. avenae*, *P. coronata*, *P. festucina*. *Uromyces festucae* образует уредо- и телейтостадии на видах овсяницы. Этот вид ржавчины редкий для Армении, он встречается на высокогорных пастбищах, по вредоносности второстепенен. Всего на овсянице выявлено 6 видов грибов, наибольшее количество обнаружено на *Festuca gigantea* (4 вида) и *F. pratensis* (2).

Из рода тимофеевки (*Phleum*) в Армении особое значение имеют виды *Phleum pratense*, *Ph. phleoides*, *Ph. alpinum*, которые лучше всего растут на умеренно влажных горных почвах. На них найдено 8 видов грибов, вызываю-

ших несколько заболеваний – чехловидную болезнь, спорынью (особенно в лесной горной зоне), ржавчину, септориоз. Ржавчина вызывается грибами *Russinia graminis* и *Russinia phlei-pratensis* и причиняет большой вред этому роду. Септориоз вызывается грибом *Septoria alopecuri*. На стеблях, влагающих и листьях растения двусторонне образуются беловатые крупные пятна с красным широким ободком. Наиболее подверженными грибным болезням являются *Phleum pratense* (3 вида), *Ph. alpinum* (3), *Ph. phleoides* (2).

Представленные микологические обследования кормовых злаковых культур и их диких сородичей показали, что наименее подвержены грибным поражениям виды *Bromus tomentosus*, *B. riparius*, *Phleum paniculatum*, *Festuca ovina*, *F. rupicola* и некоторые другие. Последние можно считать хорошим генофондом для дальнейшей селекции устойчивых к грибным патогенам посевных злаковых трав.

Кафедра ботаники

Поступила 24.06.2004

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ainsworth G.C., James P.W., Hawksworth D.L. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi, 8<sup>th</sup> Edition. Kew (Surrey), 1995, p. 616.
2. Minter D.W., Dudka I.O. Fungi of Ukraine – a preliminary checklist. Kiev, International Mycological Institute; M.G. Kholodny Institute of Botany, 1996, 361 p.
3. Черепанов С.К. Сосудистые растения СССР. Л.: Наука, 1981, 509 с.

## Ե. ՅՈՒ. ՍՈՂՈՅԱՆ

# ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՑԱԶԳԻ ՄԾԱԿՈՎԻ ԿԵՐԱԲՈՒՅՍԵՐԻ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ՎԱՅՐԻ ՑԵՂԱԿԻՑՆԵՐԻ ՊԱԹՈԳԵՆ ՄԻԿՈԲԻՈՏԱ

## Ամփոփում

Հոդվածում բերված են տվյալներ Հայաստանում հացազգի կերաբույսերի առավել տարածված և վտանգավոր սնկային հիվանդությունների մասին: Նշված են մշակովի և վայրի կերաբույսերի որոշակի ցեղերին հարմարված առավել վնասակար սնկերի տեսակները, առանձնացված են սնկային պաթոգենների նկատմամբ հացազգի կերաբույսերի կայուն տեսակները:

E. Yu. SOGOYAN

## THE PATHOGEN MICOBIOOTA OF ARMENIAN FORAGE CROPS AND THEIR WILD RELATIVES

### Summary

The article gives facts about forage crops' dangerous fungal diseases, which are more spread in Armenia. Are pointed more dangerous types of fungi, which are adapted to those plants' certain genera, are pointed out steady tips to pathogens.

УДК 582.287.238:582:001.4

Г. К. АВЕТИСЯН

## НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМАТИКИ КОПРИНОИДНЫХ ГРИБОВ

Рассматриваются литературные данные о некоторых спорных вопросах современной систематики коприноидных грибов. Филогенетические исследования с применением молекулярных методов генетического анализа отдельных частей ДНК выявили полифилетичность рода *Coprinus* с типовым видом *C. comatus* из сем. *Coprinaceae*. В результате предлагается разделение видов рода *Coprinus* на четыре рода (клада), относимые к двум семействам *Agaricaceae* и *Psathyrellaceae*. В семейство *Agaricaceae* входит род *Coprinus* s. str. с типовым видом *C. comatus*, а в сем. *Psathyrellaceae* включаются роды *Coprinellus*, *Coprinopsis*, *Parasola*, в том числе изученные виды родов *Psathyrella*, *Lacrymaria* и преобладающее большинство бывших коприноидных видов.

На сегодняшний день существуют многочисленные спорные вопросы в систематике коприноидных грибов. Последние благодаря наличию мощной ферментативной системы способны активно разлагать органические соединения. Эта группа грибов может найти практическое применение в медицине и промышленности [1]. Род *Coprinus* включает более 200 видов, большей частью относящихся к копрофильным грибам. Традиционно они были представлены одним семейством *Coprinaceae*, которое, по данным многих микологов, включает различное число родов (табл. 1). В приведенной нами литературе относительно большее количество родов представлено Айнсвортом и Бисби [2]. Роды *Coprinus* и *Psathyrella* указаны у всех цитируемых авторов. Род *Psathyrella* также представлен у Кюнера и Романьези, но под синонимическим названием *Drosophila* Quél. [3].

Однако возникали определенные сомнения относительно естественности существовавшей классификации этой группы грибов, в частности рода *Coprinus*. Считалось, что наиболее характерным признаком для коприноидных грибов является способность к автолизу пластинок гименофора [1]. Ныне данное предположение о расплывании пластинок как об уникальном биологическом и таксономическом признаке является спорным. Род *Coprinus* уже относился к «гетероморфному», и предлагалось обсудить вопрос о его разделении [4].

Были проведены филогенетические исследования рода *Coprinus* с применением молекулярных методов генетического анализа отдельных частей ДНК, в частности кодирующей синтез большой единицы рибосомальной ДНК (nLSU-rDNA – nuclear Large Subunit ribosomal DNA), а также межтранскрибирующих пространств (Internal Transcribed Spacer – ITS1 и TS2) [5–7].

Таблица 1

Количество родов сем. *Coprinaceae* (по данным различных авторов)

Авторы	Куйнер и Романьези, 1953	Мозер, 1978	Зингер, 1986	Айнсворт и Бисби, 1996
Сем. <i>Coprinaceae</i> Overeem. Роды	<i>Coprinus</i> Link		<i>Coprinus</i> (Pers ex) S.F. Gray	<i>Coprinus</i> Pers.
	<i>Drosophila</i> Quél.			<i>Psathyrella</i> (Fr.) Quél.
		<i>Montagnea</i> Fr.		<i>Copelandia</i> Bres.
				<i>Macrometula</i> Donk & Sing.
			<i>Anellaria</i> Karst.	<i>Coprinusella</i> (Peck) Zerov
			<i>Panaeolus</i> (Fr.) Quél.	<i>Gasteroagaricoides</i> D. A. Reid
			<i>Panaeolina</i> R. Maire	<i>Hemigaster</i> Juel
				<i>Lacrymaria</i> Pat.
				<i>Rhacophyllus</i> Berk & Broome
				<i>Xerocoprinus</i> Maire
				<i>Zeroaematus</i> Gorovoj
Итого	2	6	7	11

На основании этих исследований выявились полифилетичность традиционного рода *Coprinus* s.l., что привело к его разделению на четыре рода, входящие в два семейства: *Agaricaceae* Chevall. и *Psathyrellaceae* (Singer) Vilgalys et al. Род *Coprinus* s. str. с типовым видом *C. comatus* (O. F. Müll.: Fr.) Pers. и близкой ему аллелью *C. sterquilinus* (Fr.: Fr.) Fr. входит в семейство *Agaricaceae*. Следует отметить, что у видов рода *Coprinus* s. str. в наличии имеются некоторые свойства, соответствующие аналогичным свойствам агариковых (*Agaricaceae*) (табл. 2).

Таблица 2

Аналогичные признаки агариковых грибов и *Coprinus* s. str. (по Редиду и др. [7])

Признаки*	Таксоны	
	<i>Coprinus</i> s. str.	<i>Agaricaceae</i>
плевроцистиды	–	+
розовеющие пластинки	+++	+++
меланизированные споры	+++	++
расплывание пластинок	+++	++
большие парафизы	+++	++
копринусный тип гимения	+++	++

\* (–) – не встречается, (+) – встречается редко, (++) – средне, (+++) – часто.

В новое семейство *Psathyrellaceae* входят новые роды *Coprinellus* P. Karst., *Coprinopsis* P. Karst. и *Parasola* gen. nov., объединяя новоизученные виды из рода *Psathyrella*, *Lacrymaria* и преобладающее большинство оставшихся коприноидных грибов.

У видов рода *Coprinus* s. str. также существуют определенные характерные особенности, отделяющие их от остальных коприноидных видов (табл.3).

Таблица 3

*Сравнительный анализ характерных признаков рода Coprinus s. str. и коприноидных видов из новоформированных кладов (по Редиду и др., [7])*

Признаки*	Клады			
	<i>Coprinus</i> s. str.	<i>Coprinopsis</i>	<i>Coprinellus</i>	<i>Parasola</i>
пряжеподобные подвешенные тяжи в полой ножке	+	-	-	-
розовеющие пластинки	+		Редко	
плевроцистиды	-	+	±	+
расплывание пластинок	+	+	±	-

\* (-) – отсутствие признака, (+) – наличие, (±) – частичное наличие.

Более того, многие микологи указывают на определенную общность признаков для видов традиционных родов *Psathyrella* и *Coprinus* с обозначением переходных таксонов между ними [1, 3, 8].

Название семейства *Coprinaceae* редуцируется до родового названия *Coprinus* s. str. в *Agaricaceae* [7].

К тому же, согласно полученным молекулярным данным, родовое название «*Psathyrella*» нужно было бы использовать для многих видов, классифицированных до этого в роде *Coprinus*. Во избежание смешения традиционных родовых названий авторами предлагается сохранение для рода номенклатурного названия *Psathyrella* (Fr.) Quél. с типовым видом *Agaricus gracilis* [7, 9].

Эти номенклатурные изменения и реклассификация коприноидных грибов неоднозначно принимается рядом систематиков [10]. С целью поддержания стабильности номенклатуры они предлагают сохранить название семейства *Coprinaceae* вместо *Psathyrellaceae*. Эти же авторы предпочитают сохранить для коприноидных грибов (*Coprinus* s. l.) родовое название *Coprinus* Pers., принимая в качестве типового вида *C. atramentarius*, тогда как по Редиду этот вид является центральным для рода *Coprinopsis* [7, 9].

Таким образом, реклассификация коприноидных грибов, основанная на молекулярных данных, вызывает систематические и номенклатурные дебаты, для разрешения которых необходимы дальнейшие исследования.

Автор выражает благодарность док. биол. наук С.М. Бадалян за критический просмотр рукописи и ценные советы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Singer R. The Agaricales in modern taxonomy, Ed. 4. Koenigstein, 1986.
2. Ainsworth & Bisby. Dictionary of the fungi. Cambridge International Mycological Institute, 2000.
3. Kühner R. and Romagnesi H. Flore analytique des champignons supérieurs. VI<sup>e</sup>. Paris, 1953.
4. Reijnders A.F.M. – Persoonia, 1979, v. 10, p. 383–424.
5. Hopple J.S. & Vilgalys R. – Mycologia, 1994, v. 86, p. 96–107.
6. Hopple J.S. & Vilgalys R. – Molec. Phylogenetics & Evol., 1999, v. 13, p. 1–19.
7. Redhead S.A., Vilgalys R., Moncalvo J.-M., Johnson J. & Hopple J.S. – Taxon, 2001, v. 50, p. 203–241.
8. Moser M. Die Röhrlinge und Blätterpilze. Band IIb/2, Basidiomyceten, 2. Teil, 1978.
9. Redhead S.A., Vilgalys R., Moncalvo J.-M., Johnson J. & Hopple J.S. – Taxon, 2001, v. 50, p. 275–276.
10. Jorgensen M., Svengunnar R., Gams W. and Stalpers J.A. – Taxon, 2001, v. 50, p. 909–910.

## Հ. Կ. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ

ԿՈՊՐԻՆՈՒԹ ՄՆԿԵՐԻ ԱՐԴԻԱԿԱՆ ԴԱՍԱԿԱՐԳՄԱՆ ՈՐՈՇ ՀԱՐՑԵՐ

### Ամփոփում

Դիտարկվում են գրականության տվյալները կոպրինութ սևկերի արդիական դասակարգման որոշ հարցերի վերաբերյալ: Գենետիկ անալիզի մոլեկուլային մեթոդների կիրառմանը ֆիլոգենետիկ ուսումնասիրությունները դուսուրում են *Coprinus* ցեղի պոլիֆիլետիկությունը՝ *Coprinaceae* ընտանիքի *C. comatus* տիպային տեսակի հետ: Արդյունքում առաջարկվում է բաժանել *Coprinus* ցեղի տեսակները չորս ցեղի (կաղի), որոնք պատկանում են երկու ընտանիքի՝ *Agaricaceae* և *Psathyrellaceae*: Առաջին ընտանիքի մեջ մտնում է *Coprinus* s. str. ցեղը՝ *C. comatus* տիպային տեսակով, իսկ երկրորդի մեջ՝ *Coprinellus*, *Coprinopsis* և *Parasola* ցեղերը, որոնք ներառում են *Psathyrella*, *Lacrymaria* Pat. ցեղերի ուսումնասիրված տեսակները և նախկին կոպրինութային սևկերի գերակշռող մեծամասնությունը:

H. K. AVETISYAN

### PROBLEMS OF THE PRESENT CLASSIFICATION OF COPRINOID MUSHROOMS

#### Summary

Literature data about several debatable questions on present classification of coprinoid mushrooms are discussed. Phylogenetical studies with using molecular methods of genetic analysis of the restriction site DNA, brought out polyphyletics of the traditional genus *Coprinus*. As a result, the species of genus *Coprinus* are suggested to divide into four genera (clades) which refer to two families: *Agaricaceae* and *Psathyrellaceae*. The family *Agaricaceae* includes the genus *Coprinus* s. str., with type species *C. comatus*, and family *Psathyrellaceae* – genera *Coprinellus*, *Coprinopsis* and *Parasola*, as well as newly studied species of genera *Psathyrella*, *Lacrymaria* Pat. and the main part of former coprinoid mushrooms.

УДК 576.809.51:577.472(28)

О. А. ПАНОСЯН, П. В. ТОЗАЛАКЯН, Ю. Г. ПОПОВ

## РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ЭКСТРЕМОФИЛЬНЫХ ФОРМ БАЦИЛЛ В ВОДАХ БАССЕЙНА ОЗ. СЕВАН

Изучена распространенность мезофильной и экстремофильной бациллярной микрофлоры в воде и иле оз. Севан, а также в артезианских и грунтовых водах у устья р. Дзкнагет. Выделены новые культуры термофильных, алкалофильных, галофильных и психрофильных бацилл.

Микроорганизмы являются одним из звеньев трофической цепи, поддерживающей экологическое равновесие в экосистемах озер [1]. В предыдущие годы были проведены достаточно подробные микробиологические исследования оз. Севан [2–4]. Однако экосистема Севана и его бассейна подвержена сильному влиянию антропогенных и природных воздействий, связанных с колебаниями уровня озера, геохимическими аномалиями, тектонической активностью в бассейне и др. [5, 6]. Не прекращающиеся воздействия антропогенных и природных факторов на озеро и меняющаяся картина окружающей среды требуют продолжения микробиологических исследований бассейна.

В нашей предыдущей работе [7] были представлены результаты исследований о распространенности различных групп аэробных микроорганизмов в определенных точках оз. Севан, а также на выходах подземных и грунтовых вод по берегам р. Дзкнагет. Однако экология и биологические особенности бациллярных микроорганизмов озера, артезианских и грунтовых вод его бассейна, в частности их экстремофильных форм, остаются слабоизученными.

Между тем исследование экстремофильных микроорганизмов является одной из важных задач современной экологической микробиологии [8, 9]. Это обусловлено, с одной стороны, необходимостью выявления механизмов адаптации клеток к жизни в экстремальных условиях, а с другой – большим биотехнологическим потенциалом экстремофильных микроорганизмов [8–10].

Представленная работа является продолжением наших исследований по микробиологии вод Севанского бассейна и посвящена изучению распространенности экстремофильных бацилл в его поверхностных и подземных водах.

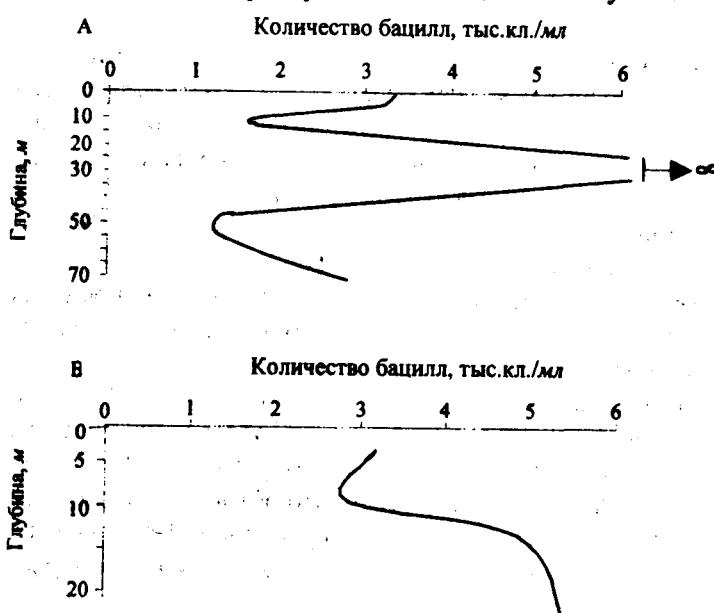
**Материал и методика.** Координаты участков отбора проб определяли прибором системы глобального позиционирования Garmin 12RX. Пробы воды и ила из разных глубин Севана и скважин отбирали батиметром SEBA 105/5С2.

Выделение аэробных гетеротрофных неспороносных и спороносных бактерий, в том числе экстремофильных форм бацилл осуществлялось путем получения накопительных культур. Для получения накопительных культур бацилл воду и водные смеси ила пастеризовали в течение 10мин при 80<sup>0</sup>С в водяной бане [11]. Инкубацию проводили в конических колбах с 50мл питательной среды на качалке (180об/мин) с корректировкой условий в зависимости от особенностей изучаемой формы бактерий. Чистые культуры получали рассевом накопительных культур на соответствующие твердые среды. Аэробные гетеротрофные мезофильные культуры, как неспороносные, так и спороносные, выращивали на мясопептонном агаре (МПА) [12] при 37<sup>0</sup>С в течение 24ч; термофильные – на пептонно-кукурузном агаре [13] при 56<sup>0</sup>С в течение 24ч; алкалофильные – на среде Хорикоши [14] с начальным рН среды 9–10 при 30–37<sup>0</sup>С в течение 2–5 суток; галофильные – на специальной среде [15] с содержанием 12% NaCl при 37<sup>0</sup>С в течение 2–5 суток; психрофилы – на рыбно-пептонном агаре при 10<sup>0</sup>С в течение 2–5 суток [16].

Количество клеток определяли высевом на плотные среды, используя чашечный метод Коха [12].

### Результаты и обсуждения.

*Исследования воды и ила оз. Севан.* На рисунке приведены кривые, иллюстрирующие распределение бацилл по глубине в точках пробоотбора



Распределение бацилл по глубине в точках пробоотбора в Малом (A) и Большом (B) Севане.

бенно из глубин 10–20м, где их численность доходила до 5,4 тыс. кл./мл. Максимальное количество бацилл было обнаружено в Малом Севане на

(в Малом Севане координаты – 40<sup>0</sup> 35,150'СШ; 45<sup>0</sup> 03,838'ВД; в Большом Севане – 40<sup>0</sup> 23,191'СШ; 45<sup>0</sup> 23,030'ВД).

Как видно из рисунка, бациллы (они главным образом представлены мезофильными формами) определялись в пределах 1,4–5,4 тыс. кл./мл.

Сравнительно богаты бациллами пробы воды, отобранные в Большом Севане, особенно из глубин 10–20м, где их численность доходила до 5,4 тыс. кл./мл. Максимальное количество бацилл было обнаружено в Малом Севане на

глубине 30м, на других же глубинах их содержание по вертикали колебалось в пределах 1,4–3,4 тыс. кл./мл. Практически полностью эти бактерии представлены мезофильными формами, и содержание экстремофильных бацилл в исследованных образцах было незначительным.

Таблица 1

*Наличие экстремофильных форм бацилл в образцах воды оз. Севан*

Глубина, м	Экстремофильные формы бацилл			
	Т	А	Г	П
Малый Севан				
0	–	–	–	–
5	+	–	–	–
10	–	–	–	–
20	–	–	–	+
30	+	–	–	–
50	–	–	–	–
70	–	–	–	+
Большой Севан				
0	–	–	–	+
5	+	–	–	+
10	–	–	–	–
20	+	–	–	–

В таблицах 1–3: Т – термофилы, А – алкалофилы, Г – галофилы, П – психрофилы.

В таблице 1 обобщены результаты определения основных групп экстремофильных бацилл в образцах воды оз. Севан, взятых из разных глубин в тех же точках.

Поскольку в Малом Севане на глубине 30м температура воды не поднимается выше 9,4°C, а на больших глубинах – выше 7,8°C (см. [7]), то в этих зонах могут присутствовать психрофильные микроорганизмы. Наши исследования выявили лишь небольшое количество психрофильных бацилл, однако вместе с ними присутствовало и не мало термофильных бацилл, которые могли быть занесены в озеро либо горячими источниками со дна, либо – из береговых крестьянских хозяйств.

Хотя в период наших исследований pH воды находился в пределах 8,5–9,1, алкалофильных бацилл в воде озера обнаружить не удалось. Не выявлены и галофильные бациллы.

Содержание гетеротрофных микроорганизмов (растущих на МПА) и наличие мезофильных и экстремофильных бацилл в отложениях ила оз. Севан представлены в табл. 2. Гетеротрофных микроорганизмов в иловых отложениях больше, чем в водной толще оз. Севан, что объясняется высоким содержанием в них органических веществ. Как видно из табл. 2, количество мезофильных бацилл также превосходило в иле. В пробах ила, отобранных со дна Большого Севана, общая численность аэробных гетеротрофных микроорганизмов колебалась от 2,4 до 3 млн. кл./мг. При этом число мезофильных бацилл доходило до 540 тыс.кл./мг ( $\approx 18\%$ ).

Ил Малого Севана отличается сравнительно низкой биологической продукцией, что, по-видимому, обусловлено низкой температурой, кислород-

ным дефицитом и гипербарическими условиями. С глубиной численность мезофильных бацилл в иле сокращается и на глубине 70м падает до 40 тыс. кл./мг.

Таблица 2

*Содержание аэробных гетеротрофных микроорганизмов и наличие мезофильных и экстремофильных бацилл в иле оз. Севан*

Глубина, м	Гетеротрофные микроорганизмы, млн.кл./мл или мг (для ила)	Мезофильные бациллы, тыс. кл./мл или мг (для ила)	Экстремофильные формы бацилл			
			T	A	G	P
<b>Малый Севан</b>						
32 (иля)	1,42	110	++	-	-	+
37 (иля)	0,74	50	-	-	-	-
70 (иловая вода)	0,56	40	+	-	-	-
<b>Большой Севан</b>						
20 (иловая вода)	3,02	540	+++	+	-	-
28 (иля)	2,64	310	++	++	-	-
25–30 (иля)	2,62	520	+++	-	-	-
25 (иля)	2,4	480	-	-	-	-

При исследовании образцов ила с целью обнаружения экстремофильных бацилл были выявлены термофильные и алкалофильные формы. Их значительно больше в отложениях ила Большого Севана, что, возможно, связано с проявлением геохимических аномалий на дне озера [17].

*Исследование артезианских и грунтовых вод у устья р. Дзкнагет.* Для исследования подземных и грунтовых вод Севанского бассейна изучена бактериальная микрофлора артезианских и грунтовых вод из скважин, расположенных у устья р. Дзкнагет, а также рядом с ближним шоссе. Полученные данные представлены в табл. 3.

Исследование бактериопланктона в пробах артезианских и грунтовых вод бассейна озера показало, что по содержанию аэробных спорообразующих гетеротрофных бактерий грунтовые воды (табл. 3, скважины А и Б) близки к илу, отобранному со дна Большого Севана. Артезианские же воды по этому показателю значительно отличались от образцов, взятых из озера. Этот результат соответствует гидрогеологическим данным о существовании связи вод озера с грунтовыми водами и отсутствии таковой с артезианскими (или, по крайней мере, незначительной связи) [18].

Наиболее богаты аэробными гетеротрофными бактериями пробы, отобранные из скважин А и Б. Количество бактерий в этих образцах доходило до 1,4 млн. кл./мг. На этом фоне число мезофильных бацилл в среднем составляло 0,5 млн. кл./мл.

Из проб, отобранных из скважин № 7, А и Б, выделены алкалофильные бациллы. Источником галофильных и термофильных бацилл служили скважины №№ 1, 3, 5, 7. Это обстоятельство вызывает удивление, так как pH воды в скважинах №№ 1, 3, 5 был нейтральным (7,0–7,71) и лишь в скважине № 7 вода давала слабощелочную реакцию (9,4).

*Количество аэробных гетеротрофных микроорганизмов и наличие мезофильных и экстремофильных бацилл в образцах артезианских и грунтовых вод бассейна оз. Севан*

Скважины, №*	Глубина, м, субстрат	Количество гетеротрофных микроорганизмов, тыс. кл./мл	Численность мезофильных бацилл, тыс. кл./мл	Экстремофильные формы бацилл			
				Т	А	Г	П
1	1; вода	∞	—	+	—	—	—
2	0,2; вода	27	2,16	—	—	—	—
3	3; вода	∞	—	+	—	—	+
4	4; вода	3	0,23	—	—	—	—
5	0,2; вода	11,5	0,947	+	—	+	—
6	0,2; вода	7	0,31	—	—	—	+
7	3; иловая вода	1,5	0,18	+	+	+	—
А	12; иловая вода	1074	483	+	+	—	—
Б	75; иловая вода	1488	699	+	+	+	—

\* 1–7 – скважины у устья р. Дзкнагет; А, Б – скважины рядом с шоссе (координаты: 40° 32,647'СШ и Е 44° 58,202'ВД).

В результате проведенных работ выделены 24 культуры экстремофильных аэробных спорообразующих бактерий, в том числе 15 термофильных, 6 алкалофильных, 3 галофильных. Выделенные культуры экстремофильных бацилл сохраняются в коллекции культур микроорганизмов кафедры микробиологии и биотехнологии микроорганизмов и растений ЕГУ и научно-исследовательской компании «Геориск», они послужат объектом дальнейших исследований с целью их идентификации и изучения возможностей использования в биотехнологических процессах.

Кафедра микробиологии, биотехнологии  
микроорганизмов и растений

Поступила 23.09.2004

## ЛИТЕРАТУРА

1. Wetzel R.G. Limnology: Lake and River Ecosystems. III edition. San Diego and London: Academic Press, 2001.
2. Гамбарян М.Е. Микробиологические исследования оз. Севан. Ер.: Изд-во АН Арм. ССР, 1968.
3. Тифенбах О.И. – Микробиология, 1982, т. 51, № 4, с. 664–668.
4. Варданян Г.С. Видовой состав и количественное распределение бактериальной и грибной флоры оз. Севан и впадающих в него рек: Автореф. дис. на соискание уч. степ. канд. биол. наук. Институт микробиологии НАН РА, Абовян, 1988.
5. Karakhanian A., Tozalakyan P., Grillot J.C., Philip H., Melkonyan D., Paronyan R., Arakelyan S. – Environmental Geology, 2001, v. 40, № 3, p. 279–288.
6. Мусаелян С.М. Экология и экономика оз. Севан и его бассейна. Ер.: Изд-во ЕГУ, 1993.
7. Паносян О.А., Тозалакян П.В., Агаджанян Дж.А., Попов Ю.Г. – Ученые записки ЕГУ, 2002, № 2, с. 116–120.
8. Varnam A.H., Evans M.G. Environmental Microbiology. London: Manson Publishing Ltd, 2000.
9. Жизнь микробов в экстремальных условиях. Под ред. Д. Кашнера. М.: Мир, 1981.
10. Nicolaus B., Panico A., Manca M.C., Lama L., Gambacorta A., Maugeri T., Gugliandolo C., Caccamo D. – System. Appl. Microbiol., 2000, v. 23, № 3, p. 426–432.

11. Смайберт Р., Криг Н. Методы общей бактериологии. Под ред. Ф. Герхардта и др. М.: Мир, 1984, т. 3, с. 8–98.
12. Егоров Н.С. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983.
13. Логинова Л.Г., Головачева Р.С., Егорова Л.А. Жизнь микроорганизмов при высоких температурах. М.: Наука, 1966.
14. Horikoshi K., Akiba T. Alkalophilic Microorganisms: A New Microbial World. Tokyo, Berlin, Heidelberg, New York: Jpn. Sci. Press, Springer-Verlag, 1982.
15. Larsen H. The procaryotes: A Handbook of Habitats, Isolation and Identification of Bacteria. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1981.
16. Каталог культур микроорганизмов. Республиканский центр депонирования микробов (РЦДМ). Под ред. Э.Г. Африкяна, А.А. Хачатуриана. Еր.: Гитутюн НАН Армении, 1996.
17. Геология Севана. Под ред. М.А. Сатиана, Г.В. Чилингаряна. Еր.: Изд-во Ин-та геолог. наук НАН РА, 1994.
18. Bodoyan A. Compartement hydraulique d'un grand bassin artesien (lac Sevan) traverse par une faille active plurikilometrique (Armenia): These doctorale specialite hydrogeologie. – Universite Montpellier II, Montpellier, France, 1999.

Հ. Հ. ՓԱՆՈՍՅԱՆ, Պ. Վ. ԹՈԶԱԼԱԿՅԱՆ, Յու. Գ. ՊՈՊՈՎ

## ՍԵՎԱՆԻ ԼԻՖ ԱՎԱՋԱՆԻ ՋՐԵՐՈՒՄ Է ՔԱՏՐԵՍՈՅԻԼ ԲԱՑԻԼՆԵՐԻ ՏԱՐԱԾՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆԸ

### Ամփոփում

Հետազոտվել է մեղոֆիլ և էքստրեմոֆիլ մանրէների տարածվածությունը Սևան լճի ջրում և տիղմում, ինչպես նաև Ձկնագետի գետաբերանում գտնվող արտեզյան և գրունտային ջրերում։ Անջատվել են էքստրեմոֆիլ բացիլների նոր կուլտուրաներ, այդ թվում՝ թերմոֆիլներ, ալկալոֆիլներ, հալոֆիլներ և պսիխրոֆիլներ։

H. H. PANOSYAN, P. V. TOZALAKYAN, Yu. G. POPOV

## DISTRIBUTION OF EXTREMOPHILIC BACILLI IN WATERS OF LAKE SEVAN BASIN

### Summary

The distribution of mesophilic and extremophilic bacilli in Lake Sevan water and silt, as well as in artesian and subsoil waters from boreholes at the Dzknaget river estuary was studied. New cultures of extremophilic bacilli, including thermophilic, alcalophilic, halophilic and psichrophilic forms, were isolated.

**Биология**

УДК 631.8.661

Г. М. КАРАКЕШИШЯН, И. А. НАВАСАРДЯН, Г. З. ЭЛБАКЯН, К. К. ГРИГОРЯН

**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СПОСОБА БОРЬБЫ С ЭРОЗИЕЙ ПОЧВЫ**

Обосновывается целесообразность использования сине-зеленых водорослей (нитчатых цианобактерий) в борьбе с эрозией почвы и за восстановление нарушенных земель на территории РА. В этих же целях предлагается использование клубеньковых бактерий.

Обсуждаются некоторые результаты лабораторных исследований и намечаемые мероприятия по реализации экспериментального проекта.

К числу экологических проблем, требующих безотлагательного решения, относится эрозия почвы. Площади эродированных земель в республике неуклонно увеличиваются, однако действенных мер по их защите от эрозии практически не предпринимается. Не внедряются в производство в широких масштабах рекомендации НИИ почвоведения и агрохимии из-за больших капитальных затрат. В настоящее время затруднились работы по контролю и охране природы в сельскохозяйственной отрасли в связи с приватизацией земель. Вместе с тем природоохранный вопрос для сельскохозяйственного сектора является второстепенным. Поэтому практическая борьба с эрозией почвы существующими способами и методами весьма затруднена.

Исследования по эрозии почвы ведутся традиционно в нескольких направлениях. Оцениваются генетические признаки почв. Рассматриваются прямое и косвенное влияния отдельных факторов и комплекса условий природной среды на эрозию почвы. Оцениваются противоэррозионная способность почвы и фактическая эродированность, обусловленная в значительной степени антропогенным фактором. Предпринимаются попытки математического описания протекания эрозии почвы.

В исследованиях определенное место занимают микробиологические объекты, заселяющие почву, в частности низшие растения – водоросли. Противоэрзийная роль водорослей заключается в механическом скреплении и склеивании частиц почвы, что предотвращает распыление земли [1].

Сине-зеленые водоросли (цианобактерии) представляют определенный интерес в вопросе структурообразования почв. Вместе с тем известна и роль

**водорослей как источников органического вещества и азотфиксаторов на участках, пострадавших от промышленной деятельности. Участие водорослей в естественном биологическом восстановлении нарушенных и вновь осваиваемых территорий указывает на возможность их искусственного использования.** Водоросли в процессе жизнедеятельности выделяют различные минеральные и органические вещества: кислоты, полисахариды, аминокислоты, разнообразные биохимические активные вещества и даже могут участвовать в процессе рассоления земель. В исследованиях [2] показана также клеющая способность внеклеточных полисахаридов клубеньковых бактерий.

Известна положительная роль водорослей в повышении микробиологической активности почвы. Ослабленные клетки водорослей служат объектами асимиляции микроскопических грибов, а главная масса их органического вещества поедается разнообразными почвенными беспозвоночными.

В сравнении с другими микроорганизмами значение водорослей в почвообразовании сравнительно ограниченное из-за их небольшой биомассы. Однако она обновляется в различных биогеоценозах в течение максимум одной недели. В целом жизнедеятельность водорослей обуславливает изменения среды, ведущие к формированию почвы и ее плодородия. Такие процессы, как накопление органического вещества и азота, действуют на минеральную часть почвы и ее физические свойства, прямо или косвенно связаны с жизнедеятельностью водорослей.

Вышесказанное свидетельствует о роли водорослей в уменьшении эрозии почв, поэтому их изучение в этом аспекте особенно важно в такой малоземельной республике, как Армения.

Для осуществления земельных мелиораций применяется комплекс агротехнических, лесомелиоративных, гидротехнических, технических, организационно-хозяйственных мероприятий с учетом природных и хозяйственных условий. В этом ряду отсутствует предлагаемый в данной работе подход применительно к эрозии почвы и рекультивации земель, который предполагает интенсификацию естественного почвообразовательного процесса с помощью сине-зеленых водорослей.

Нами исследуется влияние отдельных факторов и комплекса условий окружающей среды на развитие сине-зеленых водорослей. Почвенная среда оценивается в пределах верхних двух горизонтов. Однако на этом пути возникли трудности, обусловленные описательным материалом, обобщение которого затруднено недостаточным знанием корреляции между условиями местообитания водорослей, их внутренним и внешним строением, частым видоизменением, а также изменением этих взаимосвязей в различных сообществах. Вышесказанное ведет к постановке многомерных задач, решение которых на сегодня практически осуществимо. Это касается в первую очередь количественного аспекта роста сине-зеленых водорослей, распространенных в различных климатических зонах, оценки их плотности и степени сходства. Ибо известно, что комплекс почвенно-климатических условий каждой из этих зон определяет соответствующую зональную растительность, что определенным образом распространяется и на низшую растительность.

**В задачу исследования входило:**

**1. Изучение водорослево-бактериальной экосистемы в чистом виде, без помех со стороны высокоорганизованных существ.**

**2. Выделение интересующих нас в качестве восстановителей структуры почвы организмов, слагающих цианобактериальные сообщества в почве, выращивание их в культуре (раздельно и совместно) и моделирование этого процесса в строго контролируемых лабораторных условиях.**

**3. Определение требований, предъявляемых циановой водорослью к внешней среде, экологических условий проживания изучаемых микроорганизмов, выбор опытных и контрольных участков для посева культуры.**

**4. Определение скорости их размножения и накопления продуктов распада.**

**5. Определение методов и способов активных воздействий на почву с целью оптимизации экологических условий произрастания циановой водоросли.**

На первом этапе нами использован географический подход при определении приспособления водорослей к воздействию внешних факторов, а далее экспериментальным путем выявлены нормы реакции сине-зеленых водорослей на то или иное внешнее воздействие. По ходу работы возникли некоторые затруднения, обусловленные изменчивостью формы самих сине-зеленых водорослей в зависимости от условий роста и стадии развития.

**Объекты исследования, место и методика сбора материала.** Изучены сине-зеленые водоросли, распространенные в некоторых климатических зонах Араратской котловины. В выборках фигурируют также их сообщества.

При отборе образцов почвы учитывались высота над уровнем моря, экспозиция участка, условия местообитания водорослей, тип растительной формации, к которому приурочены водоросли, их отношение к свету, воде, теплу, а также тип почвы, механический состав, кислотность, содержание перегноя.

Процесс учета почвенных водорослей состоял из следующих этапов:

1) отбор почвенного материала,

2) определение видового состава почвенных водорослей,

3) выявление количества водорослей в почве.

Использовались принципы методики, изложенные в работе [3].

Образцы для анализа отбирались с соблюдением требований для микробиологических исследований. На первом этапе ставилась задача определить наличие интересующих нас сине-зеленых водорослей. Отбор проб по двум верхним генетическим горизонтам преследовал цель изучения закономерностей вертикального распределения почвенных водорослей.

В отобранных образцах определяли pH, а влажность и температуру – расчетным путем по данным ближайшей метеорологической станции.

Значительная часть работы относится к изучению видового состава водорослей методом прямого микроскопирования.

Для выращивания культур использовалась в основном среда Данилова, приготовленная на вытяжке из исследуемых почв. Культуры рассматривались многократно за весь период их развития. В целом обработка почвы проводи-

лась по общепринятой методике. Все расчеты количества клеток водорослей проводились на абсолютно сухую почву с целью обеспечения сопоставимости результатов.

**Способ защиты почв от эрозии с использованием почвенных водорослей.** Развитие эрозионных процессов происходит в определенных физико-географических условиях и зависит от ряда природных и хозяйственных факторов: климата, рельефа, растительности и почвенного покрова, характера использования земель.

Эрозия почвы проявляется при разрушении почвенных структур с последующим переносом (сносом ветром или смывом поверхностным стоком).

Цель работы – повышение эффективности и надежности защиты почв от эрозии. Это достигается тем, что в качестве восстановителя структуры почвы используют циановую водоросль. Циановая водоросль является «пионером жизни», и ее культивирование на эродированных и эрозионноопасных землях направлено на обогащение почвы органическими веществами и улучшение ее структуры. Так, например, в горных районах Памира на 1 г почвы приходится больше 100 м нитчатых цианобактерий. Это уже не почва, а войлок, и никакой ливень его не размоет. Нитчатые цианобактерии создают подобие сети, которая предохраняет почву от эрозии.

Начало почвообразовательного процесса на Земле связывается с воздействием низших организмов на горные породы. Цианобактерии встречаются везде и являются первыми живыми организмами. Они заселяют продукты вулканического извержения на скалах вновь возникших островов. Они вездесуши, им не помеха ни холод, ни тепло, безводье, радиоактивность и др.

По морфологическим признакам цианобактерии проявляют огромное разнообразие, встречаются одноклеточные, колониальные и нитчатые. Циановые водоросли самые мелкие и больше всех других растений похожи на бактерии. Известно, что биогеохимическая роль организмов зависит от их размеров, быстроты размножения и энергии взаимодействия с внешней средой. Чем меньше величина организмов, тем быстрее и в более массовом количестве они размножаются.

Сине-зеленые водоросли относятся к прокариотам – это организмы, не обладающие типичным клеточным ядром и хромосомным аппаратом. Вероятно, они были первыми автотрофными организмами, появившимися на Земле в процессе эволюции жизни. Известны около 2500 их видов, которые относятся к наиболее примитивным из всех существующих хлорофилсодержащих растений. У водорослей, как и у бактерий, трудно различить ядро, и они размножаются, по-видимому, только бесполым путем. Многие ботаники [4] относят сине-зеленые водоросли и бактерии к общему типу дробянок (*Schizophyta*), однако они обладают хлорофилом и чаще всего встречаются в виде многоклеточных нитей или колоний. Согласно макросистеме клеточных живых организмов и их функций в биосфере, представленной А.Л. Тахтаджяном, цианобактерии относятся к подцарству – безъядерные (прокариоты), к царству – дробянки [5].

Цианобактерии являются фитоавтотрофами (используют свет). Фитоавтотрофных бактерий на Земле около 50 видов. В отличие от всех других

организмов бактерии не выделяют при фотосинтезе кислород. Цианобактерии способны фиксировать атмосферный азот в своих телах и вовлекать его в биогеохимический круговорот. Размножаются они делением клетки, когда родительское тело просто расщепляется на две более или менее одинаковые части, которые становятся новыми особями. Процесс клеточного деления происходит путем типичного митоза, сходного с таковым у высших форм. Скорость размножения ограничивается недостатком пищи и накоплением продуктов распада. Цианобактерии весьма жизнестойки. Распространены там, где имеется известняк, необходимая для нейтрализации образующейся кислоты. Для культивирования циановой водоросли необходимо регулировать влажность, температуру, pH, характер и количество питательных веществ, окислительно-восстановительный потенциал.

Посев культуры водорослей с учетом их климатической адаптации расширяет ареал распространения и направлен на интенсификацию естественного почвообразовательного процесса.

Этапы и технология выполнения работ.

1. Отбор естественных образцов почв с циановыми водорослями, получение чистой культуры.

2. Культивирование циановой водоросли с целью получения посевного материала.

3. Выбор территорий, подлежащих засеву циановой водорослью, с учетом требований к среде (соотношение тепла и влаги, содержание углекислоты в почве и т.д.) по аналогии с контрольной территорией, с которой были взяты образцы водоросли и получена сравнительно чистая культура.

4. Засев культур на отобранный территории и осуществление работ по активным воздействиям с целью оптимизации экологических условий прорастания циановой водоросли: а) управление режимом влажности с использованием полимерных материалов большой водопоглощающей способности; б) управление режимом температуры с использованием окрашенных водопоглощающих гранул; в) регулирование pH и качества питательных веществ внесением их в почву, подкормки минеральными веществами; г) использование полимерных гранул для регулирования газового режима.

Перенесение результатов лабораторного опыта в поле позволит (в случае положительного результата) распространить этот опыт на другие территории, что в значительной степени ускорит решение весьма актуальной проблемы – борьбы с эрозией почвы и восстановления нарушенных земель, и позволит с меньшими затратами охватить значительные площади. В целом работа направлена на повышение эффективности, надежности защиты почв от эрозии и рекультивации земель минимальными затратами. При этом предполагается осуществление работ по активным воздействиям с целью интенсификации естественного процесса образования почвы.

Затраты на проведение работ по защите земель от эрозии рекомендуемым способом в расчете на 1га составят на несколько порядков меньше по сравнению с существующими дорогостоящими способами.

**Основные выводы, полученные в работе.** Сине-зеленые водоросли занимают ведущее место как по числу обнаруженных видов, так и по интен-

сивности их развития в культурах.

▪ Распределение водорослей в профиле целинных почв под редкой травянистой растительностью подчиняется общей закономерности: с глубиной резко сокращаются и масса водорослей, и их разнообразие.

▪ Выяснение состава водорослей в почвенных образцах несколько затруднительно вследствие отсутствия некоторых определителей почвенных водорослей.

▪ Поиск нитчатых цианобактерий осуществлялся прямым микроскопированием почвенных образцов. Выявлен комплекс доминирующих видов.

▪ В стерильные почвенные образцы вносились споры цианобактерий; доказана их приживаемость, что указывает на возможность инокуляции почвы водорослями.

▪ Инокуляция почвы водорослями (сuspензией водорослей) показала низкую их эффективность, обусловленную значительной гибелью водорослей. Опробированная норма внесения – 400 $\mu$ г инокулянта на 1га – недостаточна. Необходимо увеличить норму, а также опробовать вариант повторного или многократного внесения водорослей.

Предлагается для опрыскивания эродированных и эрозионно опасных почв водная суспензия, содержащая 1 млрд. клеток в 1мл воды.

Наряду с этим, предлагается использование посевного материала в виде специально изготовленных гранул, обеспечивающих оптимальные условия для водорослей. Предусматривается засев проводить воздушным путем, с использованием, например, воздуходувок.

По аналогии с сине-зелеными водорослями для улучшения свойств почвы можно использовать и клубеньковые бактерии.

Кафедра экологии

Поступила 02.03.2004

## ЛИТЕРАТУРА

1. Маркова Г.И. Противоэрзационная роль *Microcystis vaginatus* (vauch) Gom. – В кн.: Развитие и значение водорослей в почвах Нечерноземной зоны. Киров, 1977, с. 61–62.
2. Courtois B. et al. – Ann. Microbiol., 1975, v. 126, № 1, p. 3.
3. Домрачева Л.И. Опыт изучения биомассы и сезонной продукции почвенных водорослей. – В кн.: Методы изучения и практического использования почвенных водорослей. Киров, 1972, с. 46–53.
4. Голлербах М.М., Штина З.А. Почвенные водоросли. Л.: Наука, 1969, с. 143.
5. Тахтаджян А.Л. Флора Армении. Т.2. Ер.: Изд-во АН Арм. ССР, 1956.

Հ. Մ. ԿԱՐԱՔԵՍԻՆ, Ի. Ա. ՆԱՎԱՍՄԴՅԱՆ, Գ. Զ. ԵՐԱԿՅԱՆ, Կ. Կ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

ՈՐՈՇ ՀԱՐՑԵՐ ԵՎ ՄՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐ ՀՈՂԻ ԷՐՈՉԻԱՅԻ ԴԵՄ  
ՄԻԿՐՈԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՊԱՅԹԱՐԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

## Ամփոփում

Հիմնավորվում է հողի էրոզիայի դեմ պայքարի և ՀՀ քայլայված հողերի վերականգնման համար կապտականաշավուն ջրիմուների (ցիան-

բակտերիաներ) օգտագործման նպատակահարմարությունը:

Քննարկվում են լարորատոր հետազոտությունների որոշ արդյունքներ և մշակվում դրանց իրականացման միջոցառումներ:

G. M. KARAKESHISHYAN, I. A. NAVASARDYAN, G. Z. ELBAKYAN, K. K. GRIGORYAN

## SOME QUESTIONS AND RESULTS ABOUT MICROBIOLOGICAL WAY OF STRUGGLE WITH SOIL EROSION

### Summary

The article is based on expediency of using the cyanic bacterium in struggle against the soil erosion and reducing the degraded soils in RA.

Some results of laboratorial researches and arrangements for realization the experimental project are discussed.

Геология

УДК 552.11+552.161.

О. П. ГЮМДЖЯН

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЗМА ПОРОД ПРИ КОНТАКТОВОЙ  
МЕТАСОМАТИЧЕСКОЙ ГРАНИТИЗАЦИИ

В статье приводятся химические составы контактовых роговиков, базифицированных и гранитизированных пород, а также интрузивных аллито-видных гранитов Сурбкарского массива Баргушатского хребта. На вариационных диаграммах очень четко выражены поведение элементов при контактовой гранитизации и сложный «двухступенчатый» характер изменения химизма, а именно: базификации с привносом магфических и выносом щелочных элементов и собственно гранитизации с выносом магния, железа, кальция и привносом щелочных элементов, в частности калия. Гранитизация сопровождается мощным привносом и выносом вещества, что подтверждает метасоматический характер процесса.

**Введение.** В контакте гранитоидных интрузивов палеогена Баргушатского хребта очень четко выражены различные «ступени» гранитизации вмещающих вулканических пород основного состава [1, 2]. Различные ступени преобразования вмещающих вулканических пород видны макроскопически благодаря крупно- и грубокристаллическому строению темноокрашенных (пироксены, амфиболы) и светлоокрашенных (калиевые полевые шпаты, плагиоклазы, кварц) минералов, пестрых структурно-текстурных рисунков, хорошей сохранности многочисленных реликтов и промежуточных ступеней метасоматической зональности, прослеживанию их на коротком расстоянии (десятки сантиметров и метры), свежести и хорошей обнаженности контактowych пород.

Геологические и физико-химические условия, необходимые для контактовой гранитизации, возникают редко [3]. Граниты являются конечным результатом геохимического равновесия при соответствующих условиях – давления и температуры, привноса щелочных элементов, кремния и выноса кальция, магния и железа. При гранитизации негранитных пород гранитное равновесие не выдерживается до конца и сохраняется серия пород от ультраосновных-основных типов до кислых (пироксениты, горнблендиты, габбро, диориты, гранодиориты, адамеллиты (монцограниты), граносиениты). Гранитообразование – процесс сложный и выражается роговикованием (изохимический метаморфизм), затем железо-магнезиальным метасоматизмом (базификация) и заканчивается кремнешелочным (собственно гранитизация). Эта последовательность, установленная в контакте гранитоидных интрузивов,

является, по существу, обязательной при гранитизации субстратов основного состава. Здесь неизвестны примеры непосредственной гранитизации основных вулканических пород контактной зоны, минуя роговики. Согласно представлениям Д.С. Коржинского [4, 5], при метасоматических процессах, в силу существования метасоматической зональности, в зонах базификации и гранитизации все изменения совершаются одновременно с привносом и выносом в разных зонах метасоматической колонки различных элементов.

При полевых исследованиях отчетливо видно, как боковые породы базальтового или андезитового состава после роговикования и базификации гранитизируются с замещением пироксенов амфиболами, а затем и с исчезновением амфиболов с одновременным развитием плагиоклаза, калишпата и кварца. Летучие компоненты и растворы магматического расплава, просачиваясь через боковые породы, вызывают их метаморфизм (роговикование), затем – базификацию, а на участках наиболее интенсивного воздействия – гранитизацию с образованием метасоматических гранитов (метаграниты) эвтектического состава. Замещение негранитных пород гранитоидами сопровождается мощным привносом и выносом вещества, что подтверждает метасоматический характер процесса, но не изохимический метаморфизм [6].

Термин *гранитизация* в данной статье применяется для выражения всего процесса постепенного превращения первоначальной негранитной породы в гранит, включая и так называемую «ступень» базификации. Хотя эта закономерность известна давно [5, 7], однако ее роль при региональной или контактной метасоматической гранитизации умаляется или даже игнорируется некоторыми исследователями [6].

Десилификация во вмещающих породах гранитоидных интрузивов происходит либо при увеличении общего содержания щелочных элементов, т.е. при сиенитизации (породы ряда щелочных сиенитов-святоноситов с вулканитами основного состава в присутствии карбонатных пород), либо при увеличении содержания кальция, магния и железа, т.е. при базификации или железо-магнезиальном метасоматизме (породы ряда пироксенитов, горнблендитов и меланократовых габброидов в бескарбонатной среде) в контакте с различными интрузивными массивами Баргушатского хребта [2, 8].

**Результаты и обсуждение.** В таблице приведены химические составы контактных роговиков, базифицированных и гранитизированных пород, а также аплитовидных гранитов Сурбкарского массива. Изменения в содержаниях элементов в различных типах пород гранитизированного ряда, поведение щелочных элементов (K, Na) и элементов темноцветных минералов (Ca, Mg, Fe), а также алюминия в зависимости от увеличения содержания кремния в процессе гранитообразования хорошо прослеживаются на приведенных вариационных диаграммах (рис. 1–3). На каждую диаграмму нанесены точки, соответствующие химическим составам роговиков, метасоматических пород, а также интрузивных гранитов контакта.

Из приведенных данных химического состава пород и вариационных диаграмм можно сделать следующие выводы.

1. При переходе от исходных негранитных пород и роговиков к пироксенитам и горнблендитам уменьшается содержание натрия, калия и алюминия.

**Химический состав контактовых метаморфических и метасоматических пород в контактной зоне зранитоидных интрузивов  
Баргузинского хребта (в вес. %)**

		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	$\Sigma$
I	1	49,09	0,82	18,52	6,67	5,02	0,19	4,86	9,44	2,7	0,25	0,08	0,35
	2	48,26	0,65	19,74	5,54	3,64	0,32	4,85	12,88	2,6	1,47	0,12	0,21
	3	49,91	0,75	20,3	7,32	4,08	0,31	5,76	7,37	2,7	1,5	0,58	0,05
II	4	42,6	1,51	12,99	7,04	8,88	0,22	12,5	11,8	0,95	0,75	0,19	1,05
	5	42,92	1,52	14,88	7,66	8,04	0,17	8,64	12,29	1,6	0,64	0,44	0,12
	6	42,45	1,86	16,87	6,26	6,24	0,18	8,4	11,64	2,1	1,4	0,66	0,06
III	7	45,22	0,57	17,35	3,88	9,21	0,45	10,75	7,68	1,8	1,0	0,23	0,12
	8	46,56	1,61	17,43	6,81	5,68	0,21	6,31	9,24	2,5	1,55	0,43	0,03
	9	45,35	1,05	14,49	7,93	6,91	0,19	6,17	14,01	2,0	1,5	0,11	0,91
IV	10	46,18	1,08	17,05	7,29	6,24	0,23	5,4	10,64	3,0	1,1	0,66	0,21
	11	46,48	1,33	16,03	4,25	8,04	0,26	7,85	10,85	2,7	1,1	0,46	0,11
	12	48,74	0,56	20,37	5,79	3,78	0,12	5,01	11,22	2,8	1,6	0,17	0,07
V	13	48,79	0,81	20,29	4,68	5,11	0,14	3,79	9,8	2,5	2,35	0,87	0,03
	14	52,33	0,74	20,73	2,01	7,09	0,21	2,71	8,83	2,75	2,25	0,12	0,06
	15	52,36	0,81	20,9	3,22	4,26	0,18	2,93	7,07	3,3	3,4	0,66	0,07
VI	16	53,83	0,45	16,95	3,67	4,79	0,33	5,61	7,68	2,5	3,25	0,04	0,81
	17	54,7	0,75	18,36	4,6	4,29	0,18	3,15	9,31	2,37	2,12	0,13	0,03
	18	56,0	0,75	17,41	4,2	4,32	0,15	3,34	7,6	3,1	2,2	0,68	0,07
VII	19	60,9	0,76	14,5	4,24	3,68	0,18	3,93	6,35	2,5	3,25	0,08	0,03
	20	61,4	0,95	16,01	4,4	3,97	0,24	2,86	6,28	1,37	2,4	0,16	0,12
	21	62,32	0,65	13,99	6,81	3,02	0,27	1,73	6,2	1,75	2,4	0,24	0,14
VIII	22	65,25	0,46	14,7	3,08	2,15	0,09	1,4	4,24	2,75	5,0	0,14	0,12
	23	67,09	0,15	15,76	2,99	1,87	0,06	0,8	4,96	2,7	3,85	0,11	0,15
	24	71,24	0,32	15,61	1,18	1,75	0,04	0,61	3,88	1,65	3,5	0,12	0,21
IX	25	70,69	0,22	14,31	1,51	1,81	0,04	0,85	3,01	2,75	3,87	0,11	0,14
	26	71,73	0,22	16,08	0,59	1,13	0,07	0,72	3,23	2,8	3,9	0,11	0,14

Примечание. I. Контактовые роговики (1–3), II. Базифицированные породы: горнблендиты (4–6), меланократовые метагаббро (7–13), III. Гранитизированные породы: лейкократовые метагаббро (14–16), кварцевые метамонциты (17, 18), метадиориты (19), кварцевые метадиориты (20, 21), метаграносинениты (22), метапироксениты (23), метаграниты (24), IV. Интрузивные граниты Сурокарского массива (25, 26).

ния, увеличивается – магния, железа и кальция. Исходные вулканические породы основного состава и роговики базифицируются.

2. При переходе от базифицированных пород (горнблендитов, меланократовых габбро и др.) к гранитизированным типам (лейкократовым габбро,

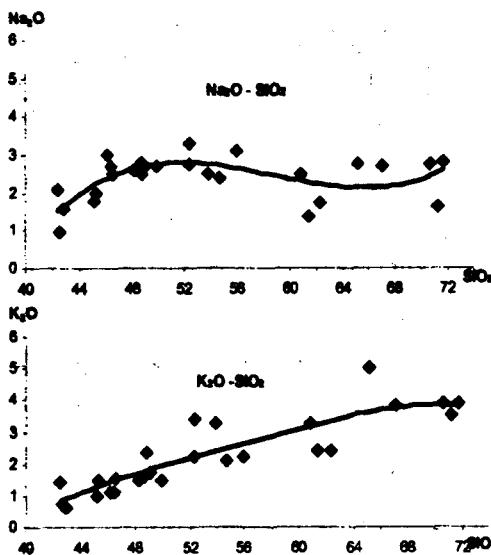


Рис. 1. Изменение содержаний щелочных элементов при контактовой гранитизации.

(перититовый калишпат, кислый плагиоклаз, кварц) и структур, характерных для гранитных пород. Это означает, что содержание щелочных элементов и кремния увеличивается при уменьшении кальция, магния, железа, а также алюминия. Метасоматический ряд гранитизированных пород заканчивается метагранитами, т.е. породами, для которых уже невозможно установить их первоначальный состав.

5. Вариационные диаграммы демонстрируют особенности химизма всего процесса гранитизации, непрерывное уменьшение содержания магния, железа и кальция по мере продвижения процесса гранитизации и увеличение содержания калия и кремния. Тренды изменения составов этих элементов при базификации обратные. Вариационные линии можно разделить на две части, отвечающие трендам базификации (левая часть от

кварцевым диоритам, гранодиоритам) и гранитам увеличивается содержание щелочных элементов (в особенности калия), алюминия и кремния относительно роговиков и базифицированных пород.

3. Составы интрузивных гранитов и конечных метагранитов практически сходные. На приведенных диаграммах точки их составов почти совмещаются.

4. При контактовой гранитизации роговики сперва базифицируются с образованием крупных кристаллов темноцветных минералов (пироксен, роговая обманка), а затем гранитизируются с образованием фельзических минералов

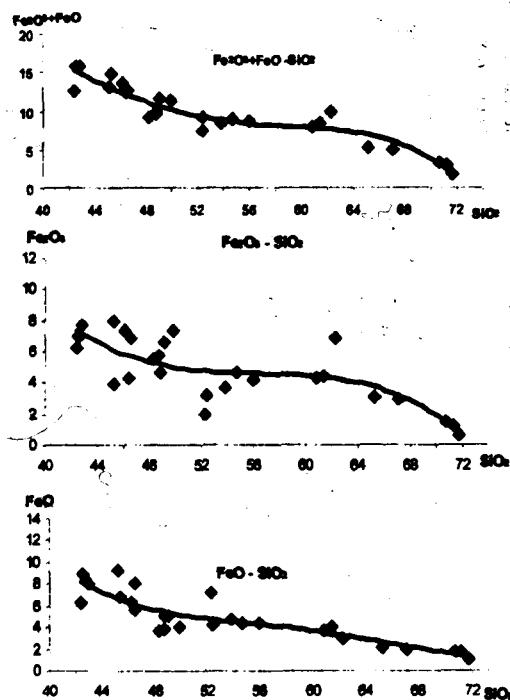


Рис. 2. Изменение содержания железа при контактной гранитизации.

роговиков с содержанием  $\text{SiO}_2$ =49–50%) и собственной гранитизации (правая часть линии от роговиков).

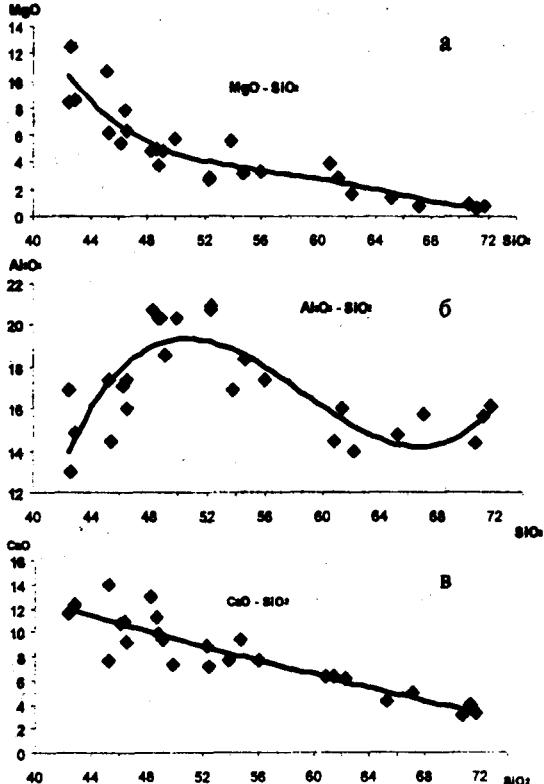


Рис. 3. Изменение содержаний магния, алюминия и кальция при контактовой гранитизации.

ных гранитов (Сурбкарский массив) пересекают меланократовые метасоматиты в экзоконтактовой зоне, не претерпев никаких изменений.

**Об источнике элементов при контактовой гранитизации.** Известно, что при образовании kontaktовых скарнов элементы (Fe, Mg, Al), входящие в состав гранатов и пироксенов, привносятся растворами или летучими компонентами в результате диффузии или инфильтрации из интрузии в магматическую (магнезиальные скарны) или постмагматическую (известковые скарны) стадию. Это является бесспорным в теории образования скарнов. Следовательно, можно считать, что и при kontaktовой гранитизации щелочные, мафические элементы и кальций также могут проникать во вмещающие породы со стороны интрузии. Мощное развитие kontaktово-метасоматических процессов, которое наблюдается в ореолах гранитоидных интрузивов Баргушатского хребта, происходит в зонах циркуляции магматических восходящих растворов. Мощность kontaktово-метасоматических зон обычно выражается десятками метров вдоль kontaktовой линии интрузивных массивов. Несомненно, что источниками элементов при гранитизации являются растворы именно гранитной магмы или трансмагматические растворы.

В вопросе об источнике магния, железа и кальция в базифицированных породах, окружающих гранитоидные интрузивы, существуют две различные

До собственной гранитизации роговики подвергаются амфиболизации (железо-магнезиальному метасоматизму), а в конечном счете замещаются микро- и крупнокристаллическими горнблендитами в результате собирательной перекристаллизации, т.е. породами с плутоническим обликом, но более основного состава, чем исходные базальты или андезиты. Роговики пироксеновой фации замещаются пироксенитами, а затем и горнблендитами в результате амфиболизации. Этот процесс протекает в магматическую стадию становления гранитоидных интрузивов, так как их краевые зоны не подвергаются этому воздействию. Различные апофизы гранодиоритов и кварцевых диоритов (Лернашенский массив) и аплитовид-

точки зрения. Согласно одной, наиболее вероятной, эти элементы имеют магматическое происхождение и выделяются из гранитной магмы (трансмагматические растворы, по Д.С. Коржинскому [3]), а по другой – они рассматриваются как составляющие, вынесенные из вмещающих вулканических пород базальтов и андезитов при их гранитизации. Нам кажется, что источником магния, железа и кальция является как магма (или точнее трансмагматические растворы), так и вмещающие породы, которые характеризуются высокими содержаниями этих элементов. Это доказывается полевыми геологическими и петрографическими данными, локализацией базифицированных пород исключительно в контактовой зоне интрузивов гранитоидного состава, т.е. в зоне действия магматических растворов, а также косвенно – формированием скарнов в контакте интрузивных массивов с карбонатными породами. Безусловно, железо, магний и алюминий в скарны привносятся растворами из интрузии, а кальций мобилизуется из вмещающих известняков.

Таким образом, анализируя данные химического состава контактовых роговиков и в различной степени гранитизированных пород, мы установили, что собственной гранитизации пород предшествует метасоматическое их изменение – железо-магнезиальный метасоматизм (базификация), выражющийся в амфиболизации роговиков, которые обогащаются железом, магнием, а также кальцием. Затем происходит гранитизация базифицированных пород, т.е. осветление пород с уменьшением темноцветных минералов, следовательно, железа, магния, кальция, с переходом в нормальный для данного интрузива состав гранитоидов в результате увеличения содержания полевых шпатов и кварца, следовательно, щелочных элементов и силиция.

Замещение вулканических пород негранитного состава горнблендитами, габброидами, а затем и гранитоидами сопровождается мощным привносом и выносом вещества трансмагматическими растворами, что подтверждает метасоматический характер контактовой гранитизации.

Кафедра минералогии и петрографии

Поступила 21.05.2004

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гюмджян О.П. Образование метасоматических гранитов на контакте гранитоидных интрузивов Западного Баргушата. – Сб. статей научной сессии, посвящённой 90-летию со дня рождения С.А. Мовсесяна. Ер., 2002, 71c.
2. Гюмджян О.П. – Учёные записки ЕГУ, 2004, № 1, с. 117–127.
3. Cozzupoli D., Caeta M., Mastrobattista P., Negretti G. – Miner. et petrogr. acta, 1997, № 40, p. 27–44.
4. Коржинский Д.С. Теория процессов минералообразования. М.: Изд. АН СССР, 1962, 24с.
5. Коржинский Д.С. – Изв. АН СССР. Сер. геол., 1952, № 2, с. 56–69.
6. Менерт К. Новое о проблеме гранитов. М.: ИЛ., 1963, 153с.
7. Рейнольдс Д.Л. Последовательность геохимических изменений, ведущих к гранитизации. – В кн.: Проблема образования гранитов. М.: ИЛ, 1950, с. 51–108.
8. Гюмджян О.П. – Изв. АН Арм. ССР. Науки о земле, 1976, № 2, с. 14–25.

**ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԻ ՓՈՓՈԽՈՒՄԸ ԿՈՆՏԱԿՏԱՅԻՆ  
ՄԵՏԱՍՈՄԱՏԻԿ ԳՐԱՆԻՏԱՑՄԱՆ ԸՆԹԱՑՔՈՒՄ**

**Ամփոփում**

Հոդվածում բերվում են Քարգուշատի լեռնաշղթայի գրանիտոհիդային ինտրոզիվ զանգվածների, կոնտակտային եղջրաքարերի, բազիֆիկացված և գրանիտացված ապարների քիմիական կազմերը: Ալկալային (K, Na) և մուգ գունավոր միներալների տարրերի (Ca, Mg, Fe), ինչպես նաև սիլիցիումի և ալյումինի վարքի ուսումնասիրությունը գրանիտացման ընթացքում բույլ է տալիս անելու մի շարք կարևոր պետրոգենետիկ եղակացություններ:

1. Կոնտակտային եղջրաքարերը նախ բազիֆիկացվում են (երկար մազնեգիումային մետասոմատիզմ կամ ամֆիբոլացում) և ապա միայն գրանիտացվում:

2. Գրանիտացված ապարների շարքը (հոնքը լենդիտ-մետագարբո-մետագրանոդիորիտ-մետաաղամելիտ-մետագրանիտ) ավարտվում է մետագրանիտներով, որոնց միներալային և քիմիական կազմը համարյա չի տարբերվում մագմատիկ ծագման գրանիտների կազմից:

3. Գրանիտացմանը մասնակցող տարրերի (Ca, Mg, Fe) աղբյուրը տրամադրմատիկ խորքային ծագման լուծույթներն են, ինչպես նաև մասամբ ներփակող հիմքային կազմի հրաբխային ապարները, որոնք բնորոշվում են հիշյալ տարրերի բարձր պարունակություններով:

4. Առաջնային ոչ գրանիտային կազմի հրաբխային ապարների վերափոխումը գարուային և գրանիտային կազմի ու տեսքի ապարների ուղեկցվում է քիմիական տարրերի վիրխարի ներփառով և արտահոսքով, ինչը հաստատում է կոնտակտային գրանիտացման մետասոմատիկ բնույթը:

H. P. GHUYUMJYAN

**CHANGES OF CHEMICAL COMPOSITION OF ROCKS IN THE PROCESS  
OF CONTACT-METASOMATIC GRANITIZATION**

**Summary**

Contact-metasomatic granitization is a complicated process and is expressed by formation of contact hornfels (izochemical metamorfizm), afterwards iron-magnezial (bazification) and silica-alkaline (proper granitization) metasomatizm.

In the article the chemical composition of contact hornfels, bazified and granitized rocks and also intrusive aplitic granites is stated.

On the diagrams it's properly defined the behavior of elements of granitized series of rocks – alkaline elements, aluminum, and elements of dark minerals (calcium, magnesium, iron) during the process of granitization.

Granitization is accompanied by a huge entrance (K, Si) and exit (Ca, Mg, Fe) of substance, which approves the metasomatic character of the process.

## Երկրաբանություն

УДК 622-243

Հ. Ս. ԵԶԱԿՅԱՆ, Հ. Հ. ՄԿՐՏՉՅԱՆ

### ԱԼԱՎԵՐԴՈՒ ԵՎ ԱՐՄԱՆԻՍԻ ՀԱՆՁԱՎԱՅՐԵՐՈՒՄ ՀԵՏԱԽՈՒԶԱԿԱՆ ՀՈՐԱՏՄԱՆ ՌԱՑԻՈՆԱԼ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

**Ներածություն:** Պինդ օգտակար հաճածոների հանքավայրի հետախուզման դեպքում հորատման գոյություն ունեցող 3 հիմնական ձևերից (սյունակային, հարվածապտտական, ռոտորատուրինային) սյունակային հորատումը հանդիսանում է ամենատարածված տեխնիկական միջոցը։ Այս հորատման հիմնական առավելությունը նյուու լեռնահետախուզմական փորձագրերի համեմատ աշխատանքների կատարման ցածր գինն է, հորատանցման քարձր արագությունը, հանքավայրի հետախուզման կարծ ժամկետը։

Մեր ուսումնասիրությունները վերաբերում են Ալավերդու և Արմանիսի հանքավայրերին, որոնց վերաբերյալ թերում ենք որոշ երկրաբանական տվյալներ։

**Ալավերդու պղինձ-կոլչեղանային հանքավայրը** գտնվում է ՀՀ տարածքի հյուսիսային մասում, համանուն քաղաքի հյուսիսային մատուցմերում, Ալավերդու անտիկլինորիոնմի արևելյան թևին։

Հանքավայրի տարածքը ձևավորված է միջին յուրայի հասակի միջին կազմի հրաբխածին և հրաբխածին-նստվածքային ապարներով։

Հիմնական հանքայնացումը կապված է Ալավերդու հյուսիս-հյուսական հրաբխածին պոլիտրյամբ գգված հզոր վրաշարժային թեկվածքի գոտու հետ, որն իր հերթին հատվում է բազմաթիվ ընդլայնական ավելի մանր կարգի խզումներով։ Հանքային մարմինները ներկայացված են միջօրեականի ուղղությամբ գգված պղինձ-կոլչեղանային երակներով, երականնան մարմիններով և երակիկացանային կուտակումներով։ Երակային մարմինների հզորությունը հասնում է 3մ, իսկ երակիկացանային գոտիները ունեն մինչև մի քանի հարյուր մետր երկարություն, 10 և ավելի մետր լայնություն։

**Արմանիսի ոսկի-բազմամետաղային հանքավայրը** գտնվում է ՀՀ Լոռու մարզում Արմանիս գյուղից 2,5կմ հարավ-արևմուտք։ Տարածքը ձևավորված է կավճի հասակի փոխակերպված տերիգեն-կարբոնատային նստվածքային և միջին էոցենի հրաբխածին ապարներով, որոնք կտրտված են թթու ինտրուզիվ ապարների դայկանման փոքր ելքերով։ Հանքավայրի տարածքի մեծ մասը ծածկված է վերին պլիոցենի դոլերիտային բազալտներով։

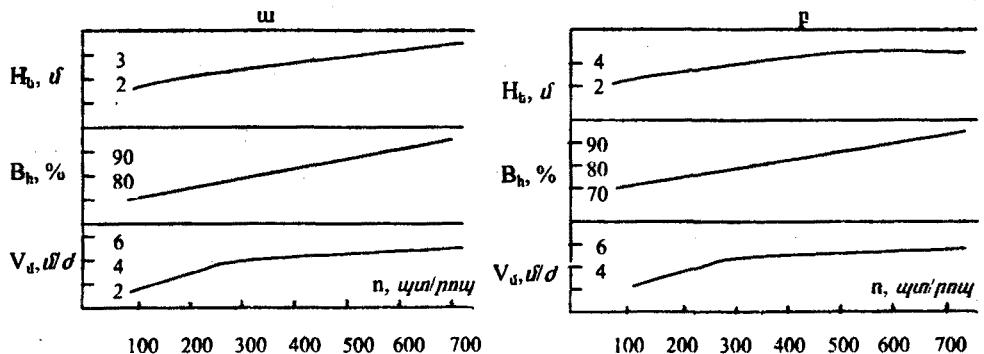
Կավճի և էղցենի կոմպլեքսները իրարից բաժանվում են Բազումի կամ Արմանիսի խոչը բեկվածքով, որով կավճի շերտախմբերը վրաշարժված են էղցենի առաջացումների վրա:

Հանքայնացումը ծագումնաբանորեն կապված է նշված բեկվածքի կախված թևի հիդրոքերմալ փոփոխված ապարների հետ: Այն ներկայացված է խոզմների երկարությամբ ձգված շտոլքերկային և երակային գոտիներով: Երակների հատման տեղերում տեղադրված են հանքային սյուները: Հանքային միներալների կազմում գերակշռում են սֆալերիտը, խալկոպիրիտը, գալենիտը, հեմատիտը, պիրիտը, բնածին ոսկին:

Գոյուրյուն ունեցող հորատման սարքավորումները ստորաբաժանվում են 8 դասի (25–3000մ խորություն): Ալավերդու և Արմանիսի ուսումնասիրությունների համար ընտրել ենք 5-րդ դասի (500–700մ խորություն) հաստոցները 60–90° թեքությամբ, 42 և 50մմ հորատման խորությամբ, 59 և 76մմ տրամագծի ալմաստային թագիկներով:

Հորատանցքերի լվացումը կատարվել է տեխնիկական ջրով, կավային և էնուլիչին լուծույթներով: Երթի ընթացքում հորատման ռեժիմի պարամետրերից փոփոխվել է մեկը, մյուս երկուսը պահպել են անփոփոխ:

Հորատասյան ռացիոնալ պտույտների թիվը ընտրվել է հորատման հաստոցի **150–700պտ/րոպ միջակայքում:**



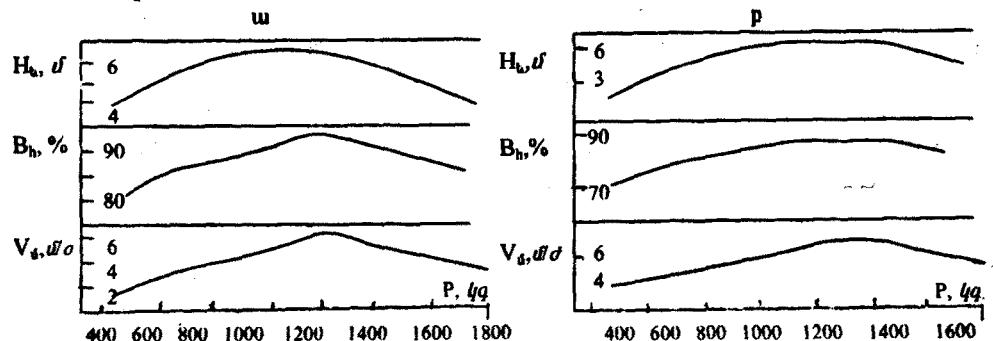
Նկ. 1: Հորատման մեխանիկական արագության ( $V_d$ ), հանուկի ելքի ( $B_b$ ) և երթի երկարության ( $H_b$ ) կախվածությունը պտույտարվերից (n): Նկ. 1-3-ի համար. ա) Ալավերդու հանքավայր, բազալիսիկ Ա4Դ-Պ-59, ապարները միակտոր և բույլ ճեղքավորված; բ) Արմանիսի հանքավայր, թագավալիսիկ ՍՍ-6-76, ՕՒԱՅ, ապարները միակտոր և բույլ ճեղքավորված:

Թագավալիսիկի վրա առանցքային բեռնվածությունը և հորատման լուծույթի քանակը պահպանվել է ռացիոնալ արժեքներին մոտ՝ կախված հորատվող ապարների ամրությունից և ճեղքավորվածության աստիճանից: Ստացված արդյունքները թերված են նկ. 1 (ա, բ)-ում: Ինչպես երևում է գծապատկերներից, հորատասյան պտույտների ավելացման հետ գրեթե բոլոր ապարներում ավելանում է հորատման մեխանիկական արագությունը, ինչը բացատրվում է թագավալիսիկի կտրիչների և հորատածակատի կոնտակտի մեծացմամբ: Պտույտարվերի ավելացումը մինչև 280պտ/րոպ հանգեցնում է մեխանիկական արագության մեծացմանը: 280պտ/րոպ-ից ավելի արագությունների ժամանակ մեխանիկական արագության աճը հետ է ընկնում: Մինչդեռ  $B_b$  և  $H_b$  կախվածությունների կորերը ցույց են տալիս, որ 280պտ/րոպ-ից հետո էլ նկատվում է հանուկի ելքի, ինչպես նաև երթի երկա-

բության համամասնական ավելացում: Դա բացատրվում է նրանով, որ հանուկը պվեխի քիչ ժամանակ է գտնվում սյունակային խողովակում և նրանում մաշվածությունը պակասում է: Այս երևույթը չի նկատվում թագավլիշիկի կտրիչների մաշվելու և հանուկի ինքնասեպման ժամանակ:

Հորատման մեխանիկական արագությունը փոքրանում է հիմնականում երկու պատճառով: Առաջինը, հորատանցքում առաջանում են հարվածադինամիկ բեռնվածություններ, որոնք նպաստում են թագիկների կտրիչների բացմանը և դրա իրանի մաշվելուն, որը երթի նվազման պատճառ է դառնում: Երկրորդը, մեծ վիբրացիայի դեպքում տեղի է ունենում հորատահանուկի քայլքայում, որի հետևանքով այն հաճախ է ինքնասեպմում: Սրա վերացման համար հորատումը դադարեցվում է, որի հետևանքով հորատման տեխնիկական արագությունը նվազում է: Հորատման պտույտների մեծացման հետ վիբրացիայի ավելացումը բռույթ չի տալիս հորատայայան  $430\text{--}700 \mu\text{m}/\text{րոպ}$  միջակայքը երաշխավորել որպես օպտիմալ [1]:

Հորատման տվյալների վերլուծությունը բռույթ է տալիս կարծր համաձուլվածքային թագավլիսիկներով հորատման ժամանակ  $\text{VI-VIII}$  կարգի ամրության ապարներում որպես հորատայան պտույտների ուսցիունալ արժեք երաշխավորել 195–280  $\mu\text{m}/\text{րոպ}$ , իսկ ալմաստային թագիկներով հորատման ժամանակ՝  $280\text{--}700 \mu\text{m}/\text{րոպ}$ : Հորատայան պտույտարկերի ստորին սահմանը երաշխավորվում է ճեղքավորված ապարներում  $76\text{--}93 \mu\text{m}$  տրամագծի թագավլիսիկներով, իսկ վերին սահմանը՝ միատարր կամ քիչ ճեղքավորված ապարներում  $59\text{--}76 \mu\text{m}$  տրամագծի թագավլիսիկներով հորատման ժամանակ:



Նկ. 2:  $V_d$ -ի,  $B_h$ -ի և  $H_b$ -ի կախվածությունը առանցքի բեռնվածությունից ( $P$ ):

Ալավերդու և Արմանիսի հանքավայրերում հորատվող ապարների ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների, թագավլիսիկի տրամագծի և պտույտարկերի, ինչպես նաև մյուս ուսցիունալ պարամետրերի համայնքումը հնարավորություն է տալիս բարձրացնելու հորատման աշխատանքների արդյունավետությունը, այն է. մեխանիկական արագությունը հասցնելու համապատասխանաբար մինչև 7 և  $6 \text{ mm}/\text{ժամ}$ , մեկ երթում հորատանցումը՝ 3–6 և  $2\text{--}5 \text{ m}$ , տեխնիկական արագությունները՝  $1\text{--}4 \text{ mm}/\text{ժամ}$  և  $1\text{--}3 \text{ mm}/\text{ժամ}$ , հանուկի ելքը՝  $80\text{--}92$  և  $75\text{--}85\%$ , ալմաստի ծախսը  $0,25\text{--}1,5$  և  $0,4\text{--}0,98 \mu\text{m}/\text{մ}$  արժեքների:

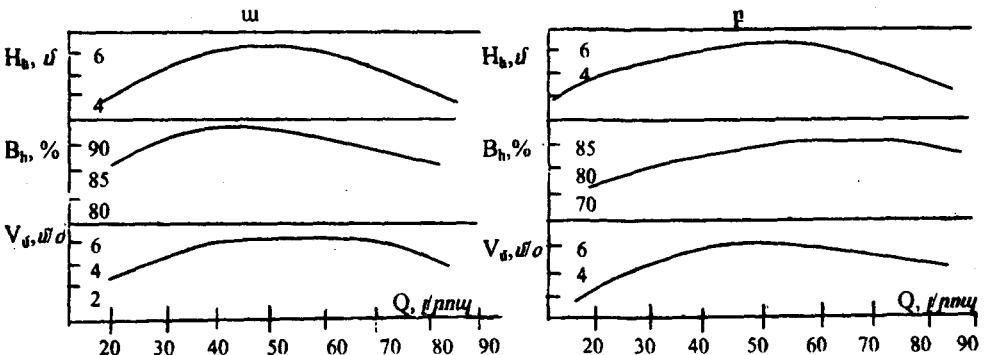
Ուսումնաաիրության ընթացքում թագավլիսիկի վրա ուսցիունալ առանցքային բեռնվածությունը փոփոխվել է  $100\text{--}200 \text{ kg}\text{-ով}$   $300\text{--}1600 \text{ kg}$  միջակայքում: Հորատման ուժիմի մնացած պարամետրերը կախված հորատվող

ապարների հատկություններից իրենց ռացիոնալ արժեքների սահմաններում մնացել են անփոփոխ:

Ստացված արդյունքները ներկայացված են նկ. 2 (ա, բ)-ում, որտեղից երևում է, որ տարբեր ապարների առանցքային բեռնվածության արժեքը մինչև 1200–1400կգ դառնալը հորատման մեխանիկական արագությունները (ինչպես նաև հանուկի ելքը, երբի երկարությունը) աճում են: Բեռնվածության հետագա ավելացման դեպքում դրանց արժեքները աստիճանաբար նվազում են, ինչը բացատրվում է ապարաքայքայիշ գործիքի աշխատանքի պայմանների վատքարացմամբ. հորատանցքի լվացման ինտենսիվության աճքավարությամբ, վիրքացիայի ավելացմամբ, բազավլիկի (հատկապես ծավալային կտրիչների) վրա հարվածադինամիկ բեռնվածության ավելացմամբ: Լվացման ինտենսիվության աճքավարար լինելը նպաստում է հորատանցքում շլամի ավելացմանը, որն իր հերթին վատացնում է քագիկի ծավալային կտրիչների և հորատվող ապարների հպման մակերևույթը: Արդյունքում հորատման մեխանիկական արագությունը պակասում է, իսկ ալմաստի, ինչպես նաև կարծր համաձուլվածքային կտրիչների ծախսը ավելանում է [2]:

Փորձնական հորատման աշխատանքները ցույց են տալիս, որ հորատանցման ժամանակ առանցքային բեռնվածության որոշակի փոփոխությունը ազդում է հանուկի ելքի և հորատման մեխանիկական ու տեխնիկական արագությունների վրա :

Հաստատուն առանցքային բեռնվածության դեպքում տարբեր տիպի ապարներում հանուկի ելքը և մեխանիկական արագությունները համեմատարար բարձր են: Հիմնական պարամետրերի բնութագրերի վատացումը ընդհանուր առմամբ պայմանավորված է հորատման պայմանների և հանուկածնավորման պրոցեսի վատքարացմամբ:



Նկ. 3:  $V_s$ -ի,  $B_h$ -ի և  $H_b$ -ի կախվածությունը լվացող լուծույթի քանակից ( $Q$ ):

Այսպիսով, առանցքային բեռնվածության ուժի ռացիոնալ արժեքները Ալվերդու և Արմանիսի համբավայրում հորատասյան 200–700լ/սր/րոպ արագության, 59 և 76մմ տրամագծի բազավլիկներով հորատման ժամանակ VI–X ամբության ապարներում կազմում են համապատասխանարար՝ 600–1400կգ և 400–1400կգ: Այս պարամետրերի դեպքում հորատանցքի լվացման լուծույթի քանակը 5–10լ/րոպ աստիճանական ավելացման դեպքում կազմել է 20–120լ/րոպ:

Ուսումնասիրությունների տվյալներով կազմվել են  $V_s$ -ի,  $B_h$ -ի և  $H_b$ -ի կախվածությունները լվացող լուծույթից (նկ. 3), գրանցվել է ապարաքայքայիշ

գործիքի մաշվող նյութերի (ալմաստ, կարծր համածովվածքային կտրիչներ) նորմատիվային ծախսը: Հորատալուժույթի պակաս ծախսը հաճախ է հորատման պայմանների վատքարացման (հատկապես ալմաստային հորատման ժամանակ), որի հետևանքով մեխանիկական արագությունը և հանուկի ելքը փորբանում են, իսկ ալմաստի ծախսը ավելանում է: Դա հետևանք է քազագլխիկի մատրիցայից ալմաստի կտրիչների անքավարար կամ չափից ավելի բացվելուն, որը հաճախ առաջանում է հորատվող ապարների զանգվածային քայլայմանը և շլամի ավելացմանը: Առաջին դեպքում ալմաստի կտրիչները հղկվում են, իսկ երկրորդ դեպքում քազիկի մատրիցայից թափվում են [3]:

Փորձերը ցույց են տալիս, որ լվացող լուծույթի ուցինակ քանակը VI–VII կարգի ամրության ապարներում հորատայան 200–700 պտ./րոպ արագության և 400–1400 կգ առանցքային բեռնվածության դեպքում կազմում է 65–75 լ/րոպ, իսկ VII–VIII կարգի ապարներում՝ 60–70 լ/րոպ, IX կարգի ապարներում՝ 55–60 լ/րոպ, X կարգի ապարներում՝ 45–50 լ/րոպ և XI կարգի ապարներում՝ 35–40 լ/րոպ:

«Հմապահպամության նախարարության  
երկրաբանական գործակալություն, ԵՊՀ»

Ստացվել 17.12.2004

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Воробьев Г.А., Кирсанов А.П и др. – Изв. вузов. Сер. Геология и разведка, 1982, № 3.
2. Полежаев П.В. – Разведка и охрана недр, 1982, № 2.
3. Козловский Е.А. Справочник по бурению геологоразведочных скважин. С.-Петербург: Недра, 2000.

Օ. Ս. ԵԶԱԿՅԱՆ, Գ. Ա. ՄԿՐՏՉՅԱՆ

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАЗВЕДОЧНОГО БУРЕНИЯ НА АЛАВЕРДСКОМ И АРМАНИССКОМ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

#### Резюме

Рассматриваются вопросы оптимизации колонкового разведочного бурения на месторождениях жильного типа. Исследованиями установлены рациональные параметры бурения разных категорий пород: удельная осевая нагрузка, механические скорости, количество промывочной жидкости, увеличение износостойкости алмазных коронок.

H. S. EZAKYAN, H. H. MKRTCHYAN

### DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS OF PROSPECTING DRILLING IN ALAVERDI AND ARMANIS DEPOSITS

#### Summary

The questions of optimization of column prospecting drilling on vein type deposit are considered. By researches it's established the rational parameters of drilling different categories, specific axial loading, mechanical speeds, the quantity of irrigative liquid, the increase of wear resistance of diamond crown.

## Աշխարհագրություն

УДК 551.24:39

### Ռ. Խ. ԳԱԳԻՆՅԱՆ

**ՔԱՐՈԼՈՐՏԱՅԻՆ ՍԱԼԵՐԻ ՍԱՀՄԱՆԱՅԻՆ ԳՈՏԻՆԵՐԸ ՈՐՊԵՍ  
ԷԹՆՈԳԵՆԵԶԻ ԵՎ ՊԱՍԻՌԱՄԱՅԻՆ ԴԱՇՏԵՐԻ ԶՈՆԱՆԵՐԻ  
ԶԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ԱԶԴԱԿ (ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԼԵՌԱՅԻՆԱՐՀԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ)**

Քարոլորտային սալերի շփման շրջաններում է տեղաբաշխված ակտիվ խորքային խզվածքների գերակշռող մասը: Այդ խզվածքների տեղամասերում բացահայտվել են երկրակեղեկի բարձր լարվածությամբ և բափանցելիությամբ վերահսկվող տարածեու երկրաբանական զոնաներ, որտեղ ի հայտ են գալիս անոնակ կենսաբանական դրսւորումներ [1]: Այստեղ փոփոխվում են շրջակա միջավայրի երկրաֆիզիկական պարամետրերը՝ երկրամագնիսական դաշտը, գրունտի էլեկտրահաղորդականությունը, մքննորտի էլեկտրական պոտենցիալը, ռադիոակտիվության մակարդակը և այլն [2]: Այսպիսի տեղամասերը կոչվում են գեոպարզեն զոնաներ, որոնք, իբրև երկրի միջուկի ճառագայթման արդյունքի նրա մակերևույթի վրա, հանդիսանում են երկրի էներգետիկ դաշտի ինֆրակառուցվածքի դրսւորումը [3]:

Խորքային խզվածքների զոնաների համընկնումը երկրաֆիզիկական և երկրաբիմիական անոնականությունը տեղամասերի հետ հայտնի է վաղուց: Այդ խզվածքների՝ որպես երկրակեղեկի բուլացած զոնաների միջով է տեղի ունենում էներգիայի արտահոսքը երկրի ըներքից: Որպես կանոն՝ այդ տեղամասերը ազդում են կենսաբանական օբյեկտների վրա: Մարդկանց վրա դրանց բացասական ազդեցությունը ապացուցված է հավաստի վիճակագրական տվյալներով [1, 4]: Սակայն գեոպարզեն զոնաները ունենում են ոչ միայն բացասական, այլև դրական ազդեցություն, ինչը կարող է խթանել մարդու էվոլյուցիան: Բացահայտվել է մի կողմից՝ կուլտուրական բույսերի բազմազան տեսակների կենտրոնների ու հնագույն քաղաքակրթությունների (երևուների), մյուս կողմից՝ քարոլորտային սալերի շփման շրջաններում առկա սպեկտրանգի (սալատարաշարժ) ու սուրբուկցիայի (սալատնբաշարժ) գոտիներում զարգացող ակտիվ խորքային խզվածքների ու բարձր ճառագայթման զոնաների միջև եղած փոխադարձ կապը: Մարդը երևան է եկել այդպիսի խոշորագույն խզվածքային կառույցներից մեկի՝ Արևելաաֆրիկյան մայրաքաղաքային ոիմտի սահմաններում: Առաջին հողագործական քաղաքակրթություն-

Եթրը՝ Բարեկոն, Եզիպտոս, Հունաստան, Իսրայել, Հնդկաստան, Չինաստան և այլն, նույնպես ծևավորվել են քարողորտային սալերի սահմանային շրջաններում: Այս ամենը հիմք է տալիս ենթադրելու պասիվնարային դաշտերի և եթոգենեզի գոնաների երկրաբանական բնույթը, որոնք, ըստ Լ. Գումիլյովի [5], հանդիսանում են եթոնկական սուբստրատի բաղադրիչները և պայմանավորում մարդկության զարգացման գիտակող եթոնկական օրինաչափությունները: Ըստ նրա, մարդկության ակտիվության օջախների զարգացման զոնաները անցնում են բոլոր լանդշաֆտային արգելաների միջով: Հենց այդպիսի հատկանիշները ունեն քարողորտային սալերի շիման զոնաներում գտնվող ակտիվ խզվածքային հանակարգերը: Հանդիսանալով երկրակեղեղի եներգակտիվ կառույցներ՝ դրանք մարդկանց վրա ունենում են խիստ հոգեպարոգն ազդեցություն նրանց վարքագծում առաջացնելով փոփոխություններ:

Եթոգենեզի գոնայի ծևավորման ժամանակակից օրինակ է հանդիսանում քարողորտային մի շարք սալերի սահմանային զոնաներում գտնվող մոտ 10000 կմ երկարությամբ և 100–300 կմ լայնությամբ ձգվող Ալպ-Հիմալայան գոտու ակտիվ խզվածքների տարածման շրջանը: Այդ տարածաշրջանի տարրեր ազգային, պետական և կրոնական պատկանելություն ունեցող բնակչությանը ներկայումս էլ բնորոշ է ազդեսիվ ակտիվությունը: Այս գոտում են գտնվում Եվրասիայի սահմաններում տեղի ունեցող խոշոր հակամարտությունների շրջանները. Բուսնիա, Կոստովո, Արխազիա, Հարավային Օսերիա, Չեմիա, Արցախ, Քուրդիստան, Տաջիկստան, Աֆղանստան, Ղաշմիր, Կամբոջա, Վիետնամ: Որպես կանոն՝ այդ հակամարտություններն ուղեկցվել են որոշ չափով տեղաշարժված սեյսմոտեկունական ակտիվությամբ: Ծրջակա միջավայրի եներգետիկ, երկրաֆիզիկական և երկրարիմիական դաշտերի փոփոխությունները հանգեցրին «շարժառիթի և հակազդեցության միջև պատճառային կապերի խախտմանը»՝ արտահայտված «արտաքինից չիմնավորված անկանխատեսելի վարկելակերպային հակազդեցության ծագմամբ», որոնք համարվում են ենթագիտակցական մակարդակի վրա ազդող գաղտնի օջախներ [6]: Արդյունքում դա մարդկանց գիտակցության մեջ առաջացնում է շրջապատի գործողությունների նկատմամբ համարժեք արձագանքման անկում: Դրա հետևանքով առաջանում են հոգեկան լարվածություններ, որոնք նվազում կամ վերանում են միայն երկրակեղեղի երկրադինամիկական լարվածության պարապումից որոշ ժամանակ անց [1]: Հետևարար, միջազգային հիմնախնդիրների կարգավորման մողելների ժամանակ անհրաժեշտ է հաշվի առնել նաև երկրաբանական գործոնը [7]:

Լ. Գումիլյովի կողմից առանձնացված եթոգենեզի 9 գոնաներից երկուը մասամբ, իսկ մեկն ամրողությամբ, ընկած են Ալպ-Հիմալայան սուբդուկցիայի գոտու տարածքում: Երկուսը ձգվում են միջօրեականի ուղղությամբ՝ ընդգրկելով Աֆրիկյան և Արաբական սալերի միջև ընկած Մերյալ ծովի տրանսֆորմ խզվածքի հյուսիսային հատվածը, որտեղ էլ մ.թ.ա. 18-րդ դարում ծևավորվեցին հիքսոսները: Խեթերը, ինչպես նաև հայերը ծևավորվեցին Անատոլիական և Պոնտական միկրոսալերի միջև ընկած Հյուսիսանտոլիական խզվածքի կենտրոնական հատվածում [8], իսկ ծայր արևմտյան մասում 14-րդ դարում հաստատվեցին նաև բուրգ-օսմանները:

Մ.թ.ա. 8-րդ դարում եթոգենեզի բոնկումներ տեղի ունեցան երրորդ գոնայում՝ գուգահեռականի ուղղությամբ ձգվող Ալպ-Հիմալայան գոտու ընդար-

ճակ տարածքի խզվածքային համակարգերի տարբեր տեղամասերում: Հարավային Ֆրանսիայում ծևավորվեցին զալլերը, Կենտրոնական հոտալիայում՝ հռոմեացիները, Միջին Հունաստանում՝ հելլենիները, Փոքր Ասիայում՝ լիդիացիներն ու կիլիկիացիները, Իրանում՝ պարսիկները [5]: Այս պատկանարային ցնցման հետ է կապված նաև հայկական եթոսի ձևավորման երկրորդ փուլ՝ Արեւանատոլիական խզվածքի հյուսվային հատկածում [9]:

Եթե եթոգենեզի գոնաների տեղադիրքը վերահսկվում է խորքային ակտիվ խզվածքների համակարգերով, ապա պասիոնարային դաշտերի տեղայնացումը որոշվում է տարբեր կարգի ակտիվ խզվածքների հատման ցանցով: Պասիոնարային դաշտերը եներգետիկ համակարգեր են [5], որոնք պայմանավորված են Կենսարիմիական եներգիայի պելցուկով [10]: Պասիոնարային ցնցումները բնորոշվում են որոշակի պարբերականությամբ, որը կապված է տիեզերական ճառագայթների եներգործության հետ և կազմում է մոտ 676 տարի [5]: Այս ցիկլերը համընկնում են Գ. Մորոզովի մոլորակների դիմակայության 676-ամյա ցիկլի հետ [11]: Նա պարզել է, որ դիմակայությունից 60 տարի առաջ կտրուկ աճում է հոգեպարոգեն ներգործությունը կենսաբանական օրյեկտների վրա: Դիմակայության հետ պասիոնարային ակտիվության աճի ժամանակային ինտերվալները կոռուպացվում են նաև այլ պարբերականություններով՝ Գ. Մորոզովի 1811-ամյա և Զ. Էդբիի 567-ամյա [12] ցիկլերով: Կենսաբանական համակարգի, ինչպես նաև մարդու վրա հոգեպարոգեն ներգործության ակտիվացման սկիզբը Զ. Էդբին համարում է 1715 թ.-ը: Մինչեւ, ինչպես մոլորակների պտտման, այնպես էլ դիմակայության տարբեր ցիկլերում իրականում գոյություն ունի փոխազդեցության և փոխապայմանավորվածության ավելի բարդ պատկեր: Դրանց ընդհանրացված բնութագիրը, միգուցե, կարելի է բացատրել արեգակնային համակարգի կենտրոնի տեղաշարժումով: Ուստի, քանի դեռ չեն բացահայտվել երկրատիեզերական գործոնի ավելի հստակ չափանիշներ, ստիպված ենք բավարարվել վերոհիշյալ բացատրություններով, միաժամանակ պասիոնարության և եթոգենեզի տարածաժամանակային էվոլյուցիայի մեջ երկրատիեզերական գործոնի հոգեպարոգեն ներգործության պարբերականությունը դիտելով որպես գործիք:

Բնական է, որ վերը նշված եթոգենեզի գոնայում չէին կարող չտեղավորվել հայկական եթոսի զարգացումը պայմանավորող մշակույթի այնպիսի կենտրոններ, ինչպիսիք էին Վանը, Արմավիրը, Երվանդաշատը, որտեղ ծևավորվել էին համապատասխան պասիոնարային դաշտեր: Դրանք գտնվում են ակտիվ խզվածքների առնվազն երկու համակարգերի հատման շրջանում [13]: Պասիոնարային ցնցման ժամանակը պայմանավորված էր արեգակնային-տիեզերական ճառագայթման 100–150-ամյա ակտիվացմամբ, որի արդյունքում էլ ծևավորվեցին համապատասխան պասիոնարային դաշտերը, հետագայում նաև հայկական եթոսը: Եվ միայն ակտիվ խզվածքների 3 համակարգերի հանգույցի վրա հիմնադրված Արտաշատ քաղաքը սկիզբ դրեց պասիոնարային նոր դաշտի առաջացմանը, ինչը պայմանանավորված էր եթորիկական ու ազգային կազմի զգալի բազմազանությամբ և մեծ խտությամբ, ինչպես նաև բնակչության վրա այդ խզվածքների ինտենսիվ հոգեպարոգեն ներգործությամբ: Արտաշատի առանձնահատուկ երկրաբանական դիրքը զգալի չափով կանխորոշում էր նրա պասիոնարային առանձնահատ-

**կությունը:** Քիչ են այնպիսի քաղաքները, որոնք ի սկզբանե ունեցել են քաղ-մագան «մարդկային նյութի» այդպիսի քարձր համակենտրոնացում և խոռո-թյուն: Այդ պատճառով էլ ժամանակային առումով նմանատիպ քաղաքների պատճենարային դաշտերի որոշիչ դերի վարկածը, ըստ ամենայնի, հավա-նական է:

Ըստ Լ.Ն. Գումիլյովի, պատճենարային ցնցումից հետո անհրաժեշտ է ոչ պակաս, քան 300 տարի, որպեսզի էթնոսի ծևավորման և զարգացման համար ստեղծվեն նպաստավոր պայմաններ: Հենց Արմավիրը, Երվանդա-շատը և նրանց նմանակները հանդիսացան այն կենտրոնները, որոնք կարևոր դեր կատարեցին էթնոսի կայունացման գործում: Խորքային խզվածքների հանգույցներում էթնիկական սուրստրատի առկայությունը և նրանով պայմա-նավորված պատճենարային դաշտերը հիմք հանդիսացան Արտաշատում և նրան նման քաղաքներում էթնոսի կայացման մեջ որոշիչ հանդիսացող ակմատիկ փուլի ծևավորմանը մ.թ.ա. 4-2-րդ դարերում:

Քանի որ էթնոգենեզի ավելի հիմ պատճենարային դաշտերը աստի-ճանարար ապառում են իրենց էներգետիկ ներուժը, ապա դրանք էլ պայ-մանավորում են էթնոսների անցումը հետակմատիկ փուլերին՝ բեկումնա-յին, իներցիոն, անկումային, վերականգման (ուգեներացիա), գոմեռուստազի: Առաջին երեք փուլերի ընթացքում, որոնք տևել են մ.թ.ա. 1-ին դարից մինչև մ.թ. 7-րդ դարը, Արտաշատը, Դվինը և ժամանակային առումով նրանց նմա-նակները նույնպես սպառեցին իրենց էներգետիկ ներուժը: Միայն 9-11-րդ դարերում Բագրատունիների և 11-14-րդ դարերում Կիլիկիայում Ռու-բինյանների կողմից վերականգնված հայկական պետություններում 3 խոր-քային խզվածքների հանգույցներում հիմնադրված Անի, Կարս, Սիս, Աղա-նա, Այս, Տարսոն և այլ քաղաքներում ստեղծված հզոր պատճենարային դաշտերը, հավանարար, հնարավորություն տվեցին հայկական էթնոսին անցնել Վերականգնման փուլ:

Ընդհանուր առմանք նկատվում է հետևյալ օրինաչափությունը. Էթնո-գենեզի ավելի ուշ փուլերում պատճենարային դաշտերի ակտիվության շրջան-ները կենտրոնական մասերից աստիճանաբար տեղափոխվում են էթնոսի զրաբեցրած տարածքի եզրանասերը: Հայկական էթնոսի համար նման դեր են կատարել Շիրակի, Սյունիքի, Վասպուրականի քաղաքները: Ներկայումս ամենաբարձր պատճենարային դաշտ ունեցող տարածաշրջանը հանդիսա-նում է Արցախը: Վերոհիշյալ տարածքները էթնիկական սուրստրատի տա-րածածամանակային ծագման ու էվոլյուցիայի, կազմի, կառուցվածքի տե-սակենտից բույլ են ուսումնասիրված: Ծագող հարցերի վերջնական պատաս-խանը կարելի է ստանալ միայն պատմահնաբանական և երկրատիեզե-րական համալիր հետազոտությունների արդյունքում: Դրանց համար հիմք կարող են ծառայել տեղանքի ակտիվ խզվածքների քարտեզները: Միայն ակտիվ խզվածքների և խոշոր քաղաքների կապերի բնույթի բացահայտումը, հաշվի առնելով դրանց զարգացման պատմությունն ու բնության մասին տվյալները և երկրատիեզերական ազդեցության գործուները, հնարավո-րություն կտա կատարել տարածքի գիտական շրջանացում և Վերծանել էթնոգենեզի գոնաներն ու պատճենարային դաշտերը:

1. Лобацкая Р.М., Кофф Г.Л. Разломы литосферы и чрезвычайные ситуации. М.: Изд-во Российского экологического федерального информационного агентства, 1997.
2. Дубров А.П. Земное излучение и здоровье человека (геопатия и биолокация). М.: Аргументы и факты, 1992.
3. Михайлова А. Геопатогенные зоны – тайные энергии Земли. Альманах по истории тайных наук. М.: Гермес, 1991.
4. Биолокация. Лозоходство. Пермь: Полиграфист, 1993.
5. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. М.: изд-во Тю «Мишель и К», 1993.
6. Павлыгина Р.А. – Журнал высшей нервной деятельности, 1990, т. 40, № 6.
7. Иванов П.М. – Вестник РАН, 1996, № 5.
8. Զահեռկյան Գ.Բ. – Եեզու և լեզվաբանություն, 2003, № 1:
9. Գագինյան Ռ.Խ. Հայ ժողովրդի երնպենեզօք և էկոհամակարգերի փոփոխությունները պատմական ժամանակաշրջանում: Աշխարհագրություն-99. Եր., 1999:
10. Вернадский Б.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружение. М.: Изд-во АН СССР, 1965.
11. Морозов Г.В. Глобальные изменения природы, космические катастрофы, климатические изменения и мониторинг по определению возможных землетрясений. М., 1991.
12. Эдди Дж. – Успехи физических наук, 1978, т. 125, вып. 2.
13. Սարգսյան Հ.Հ., Վահանյան Ա.Ա., Վահանյան Մ.Ա. – ԵՊՀ Գիտական տեղեկագիր, 2001, № 3:

Р. Х. ГАГИНЯН

## ПОГРАНИЧНЫЕ ПОЯСА ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ КАК СТИМУЛ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОН ЭТНОГЕНЕЗА И ПОЛЕЙ ПАССИОНАРНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ)

### Резюме

Анализируется процесс формирования армянского этноса и государственности. Доказывается, что на него влияют геологические факторы, которые обусловливают целостность и устойчивость этноса. Делается вывод, что на формирование зон этногенеза и полей пассионарности, кроме космического фактора, влияют также активные разломы разного порядка и их узлы, находящиеся на пограничных поясах литосферных плит.

R. Kh. GAGINYAN

## FRONTIER BELTS OF LITHOSPHERE PLATES AS A STIMULUS OF FORMING ETHNOGENESIS ZONES AND PASSIONATE ATMOSPHERE (ON THE MODEL OF THE ARMENIAN HIGHLAND)

### Summary

Analysing the process of forming the Armenian ethnos and State system it is proved that the geological factors influence them which cause the integrity and stability of the ethnus. We come to the conclusion that besides cosmic factors the active breakings of different order and their junctions, which are on the frontier belts of lithosphere plates also influence the forming of ethnogenesis zones and passionate atmosphere.

УДК 548.733

К. В. АЛУМЯН, Т. О. ЭЙРАМДЖЯН

### ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ В МОНОКРИСТАЛЛАХ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДОВ МАЯТНИКОВЫХ ПОЛОС И МУАРОВЫХ КАРТИН РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ

Рассматривается визуализация линий изонапряжений в локальных областях дислокационных монокристаллов Si при совместном применении методов муаровых картин и маятниковых полос рентгеновских лучей.

Работа [1] посвящена исследованию и восстановлению полей механических напряжений, обусловленных введенными в монокристалл Si  $60^0$ -ми дислокациями, с применением метода рентгеноинтерферометрического муара. В [2] такое поле исследовано с помощью маятниковых полос (МП) рентгеновских лучей, в [3] проведено сравнение распределения МП с линиями изонапряжений дислокаций.

Для однозначного подтверждения результатов, полученных в вышеупомянутых работах, нами предпринята попытка восстановления (визуализации) поля напряжения в дислокационном кристалле при комбинированном применении в одной схеме эксперимента методов муаровых картин и маятниковых полос. С этой целью из бездислокационного монокристалла Si был изготовлен трехблочный рентгеновский интерферометр по Лауз с отражением  $(2\bar{2}0)$  для излучения  $\text{CuK}_\alpha$  (ширина падающего пучка –  $50\text{мкм}$ ). При этом средний (зеркальный) блок интерферометра изготавливается в виде клина с преломляющим углом  $\approx 2^0$ . В заштрихованной области зеркального блока (рис. 1) были введены дислокации, согласно методике, приведенной в [4, 5]. Царапина была нанесена на клиновидной пластине вдоль  $[1\bar{1}0]$  [3]. Глубина царапины составляла  $7\text{--}9\text{мкм}$ . На рис. 2 приведена полученная на фотопластинке секционная топограмма. При этом следует отметить, что введенные в клиновидный блок дислокации не попадали в прямое «поле зрения» рентгеновских лучей, образующих муаровую картину (рис. 1).

В силу того, что зеркальный блок трехблочного интерферометра имел форму клина, на полученной топограмме наблюдаются одновременно и муаровые линии, и МП. Муаровые линии идентичны линиям изонапряжений дислокаций, рассчитанных в приближении линейной теории упругости

и приведенных в [1]. Вместе с тем наблюдаемые на топограмме распределения вершин МП (пунктирные линии на рис. 2) также совпадают с линиями механических изонапряжений [3].

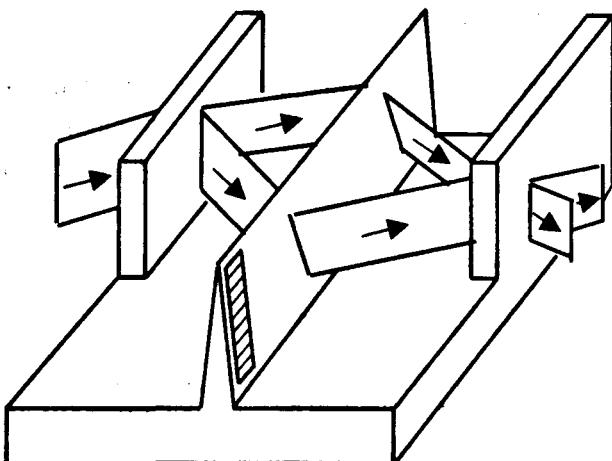


Рис. 1. Схема эксперимента и ход рентгеновских лучей.



Рис. 2. Муаровые линии и МП, полученные от интерферометра.

Таким образом, приведенная нами схема эксперимента, т.е. наблюдение муаровых линий и МП на одной и той же топограмме, позволяет наглядно подтвердить результаты наших предыдущих работ.

Следовательно, поля напряжений можно визуализировать и муаровыми картинами, и маятниковыми полосами рентгеновских лучей. При этом следует отметить, что муаровые картины дают более точное и наглядное изображение поля напряжения в кристалле в силу их более высокой чувствительности к искажениям кристаллической решетки ( $10^{-7}$ – $10^{-8}$ ), чем маятниковые полосы ( $10^{-5}$ – $10^{-6}$ ).

Кафедра ФТТ

Поступило 11.06.2004

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алумян К.В., Багдасарян Р.И., Мнацаканян Т.С., Эйрамджян Ф.О. – Изв. высших учебных заведений. Физика (Томск), 2002, № 8, с. 45.
2. Алумян К.В., Багдасарян Р.И., Балян М.К., Эйрамджян Ф.О. – Кристаллография, 1983, т. 28, вып. 5, с. 1026.
3. Алумян К.В., Мнацаканян Т.С., Эйрамджян Т.О., Эйрамджян Ф.О. – Ученые записки ЕГУ, 2004, № 2, с. 53.
4. Никитенко В.И., Ерофеев В.Н., Надгорная Н.М. – Сб.: Динамика дислокаций. Харьков, Физ. техн. ин-т низких темпер. АН УССР, 1968.
5. Багдасарян Р.И., Мнацаканян Т.С., Эйрамджян Т.О., Эйрамджян Ф.О. – Ученые записки ЕГУ, 1983, №2, с. 153.

ՄԻԱԲՅՈՒՐԵԴՂՆԵՐՈՒՄ ԼԱՐՍԱՆ ԴԱԾՏԵՐԻ ՏԵՍԱՆԵԼԻԱՑՈՒՄ  
ՈԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ճԱՄԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ճՈՇԱՆԱԿԱՅԻՆ ՇԵՐՏԵՐԻ ԵՎ  
ՄՈՒԱՐԻ ՊԱՏԿԵՐՆԵՐԻ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՀԱՍԱՏԵՂ ԿԻՐԱՄՈՍԱՄ

### Ամփոփում

Աշխատանքը նվիրված է դիսլոկացիաներ պարունակող Si-ի միաբյուրենմերի լոկալ տիրույթներում իզոլարման գծերի տեսանելիացմանը ունտգենյան ճառագայթների մուարի պատկերների և ճոճանակային շերտերի մեթոդների համատեղ կիրառման դեպքում:

K. V. ALOUMYAN, T. H. EYRAMJYAN

### VISUALIZATION OF STRESS FIELDS IN MONOCRYSTALS BY THE JOINT APPLICATION OF X-RAY PENDELLOSUNG FRINGES AND MOIR PATTERNS METHODS

#### Summary

In the paper the results of visualization of the isostrain lines for local regions of dislocation Si monocrystals by joint application of X-ray Moire and Pendellosung Fringes methods are presented.



Химия

УДК 546.98+543.25+668.8

А. Р. МКРТЧЯН, Г. Г. ДАРБИНЯН, Г. Н. ШАПОШНИКОВА, А. Г. ХАЧАТРИЯН

АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАЛЛАДИЯ(II)  
ФЕНИЛТИОМОЧЕВИНОЙ

Методами потенциометрии и амперометрии исследовано взаимодействие палладия(II) с фенилтиомочевиной (ФТМ). Показано, что мольное отношение реагирующих компонентов  $Pd(II):FTM=1:4$ .

Определены оптимальные условия протекания электродных и химических реакций в сернокислой и солянокислой средах.

Метод амперометрического титрования палладия(II) применен для его определения в электролите палладирования.

Для определения палладия(II) предложены различные методы анализа – спектрофотометрические, потенциометрические, хроматографические, амперометрические. В большинстве случаев применяются содержащие серу органические реагенты. Так для спектрофотометрического определения палладия предложен новый реагент – N-додецил-N<sup>+</sup>-(натрий-пара-аминобензолсульфонат)тиомочевина [1]. Если необходимо определение палладия в присутствии поверхностно-активных веществ, используют диэтилдитиокарбаминат [2]. Потенциометрическое титрование палладия в присутствии благородных металлов осмия, золота и платины возможно с использованием дигипирилметана [3].

Изучены процессы комплексообразования палладия(II) с 8-меркаптохинолином [4]. Прочный желтый комплекс образуется при взаимодействии палладия(II) с N-аллил-N<sup>+</sup>-(натрий-пара-аминобензолсульфонат)тиомочевиной [5]. Проведена экстракция палладия(II) и платины(IV) из солянокислых растворов соединений, содержащих серу [6]. Кремнезем, модифицированный N-пропил- и N-[1-(2-тиобензилтиазол)-2,2'-мочевиной, используется для определения платины(IV) и палладия(II) [7]. Метод спектрофотометрии с использованием циклогексилксантогената был применен для совместного определения никеля(II) и палладия(II) [8]. Исследовано взаимодействие палладия(II) с тиомочевиной (ТМ) методом амперометрического титрования. Определен состав образующегося комплексного соединения, установлены оптимальные условия [9]. Фенилтиомочевина (ФТМ) – производное ТМ –

была предложена нами ранее для спектрофотометрического определения палладия(II) [10].

Целью настоящей работы является разработка метода амперометрического титрования палладия(II) при помощи ФТМ.

**Экспериментальная часть.** Стандартный раствор палладия(II) готовили согласно методике, описанной в [9]. Рабочие растворы ФТМ готовили растворением точной навески препарата, перекристаллизованного в этаноле.

Потенциометрическое титрование палладия(II) ФТМ проводили на pH-метре-милливольтметре-121 с использованием в качестве индикаторного электрода – палладиевый. Электрод сравнения хлоридсеребряный.

Амперометрическое титрование проводили на собранной амперометрической схеме. Индикаторный электрод – платиновая проволока длиной 4мм, электрод сравнения – меркуриодидный ( $E=+0,02B$ ).

При взаимодействии палладия(II) с ФТМ отмечается образование желто-красного осадка. С скачок потенциала на кривой потенциометрического титрования отмечается при мольном соотношении  $Pd(II):FTM=1:4$ , которое наблюдается в среде 2–5M серной кислоты. В солянокислых растворах потенциометрическое титрование неосуществимо, так как первоначальное значение потенциала значительно понижается вследствие образования прочного хлоридного комплекса палладия(II). Как известно, палладий(II) на фоне минеральных кислот восстанавливается в катодной области, а ФТМ окисляется при потенциале  $E=+1,0-1,2B$ . Следовательно, амперометрическое титрование в данном случае возможно проводить по двум вариантам: при  $E=+0,1B$  (по току восстановления палладия(II)) и при  $E=+1,2$  (по току окисления ФТМ). Титрование проводили в широком интервале кислотности pH – от 1 до 5M HCl и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Перегибы на кривых амперометрического титрования отмечаются при мольном соотношении  $Pd(II):FTM=1:4$ , что совпадает с данными потенциометрического титрования. В дальнейшем титрование проводили при средних значениях, а именно – 2,0M HCl или H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

#### *Пределы подчиняемости основному закону амперометрии при титровании палладия(II) ФТМ*

Кислотность	Интервал определяемых концентраций	
	$E=+0,1B$	$+1,2B$
2,0M HCl	$1,50 \cdot 10^{-3}-3,02 \cdot 10^{-5} M$ $1,59 \cdot 10^{-1}-3,22 \cdot 10^{-3} \text{мг/мл}$	$1,50 \cdot 10^{-3}-3,02 \cdot 10^{-5} M$ $1,60 \cdot 10^{-1}-3,20 \cdot 10^{-3} \text{мг/мл}$
2,0M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$3,02 \cdot 10^{-4}-1,50 \cdot 10^{-5} M$ $3,22 \cdot 10^{-2}-1,60 \cdot 10^{-3} \text{мг/мл}$	$1,50 \cdot 10^{-3}-1,50 \cdot 10^{-6} M$ $1,60 \cdot 10^{-1}-1,60 \cdot 10^{-4} \text{мг/мл}$

В таблице представлены данные по концентрационным пределам подчиняемости основному закону амперометрии.

Как видно из приведенных данных, наиболее широкий интервал определяемых концентраций палладия(II) отмечается при титровании в сернокислой среде при  $E=+1,2B$ . При сравнении этих данных с концентрационным интервалом при титровании палладия(II) ТМ ( $2 \cdot 10^{-3}-2 \cdot 10^{-5} M$ ) [9] можно

заключить, что использование ФТМ приводит к повышению чувствительности определения. Это может быть объяснено эффектом «утяжеления».

Метод амперометрического определения палладия(II) ФТМ применен для его определения в электролите палладирования. С этой целью к аликовтной части анализируемого раствора добавляли концентрированную серную кислоту для создания оптимальной кислотности 2,0M и титровали рабочим раствором ФТМ при  $E=+1,2V$ . Содержание палладия(II) в электролите, определенное по предлагаемой методике – 0,1379мг/мл.

Этот же раствор был оттитрован также N,N'-дифенилтиомочевиной и получено значение 0,1394мг/мл. Относительная погрешность при пяти параллельных определениях составляет 1,08 %.

Таким образом, фенилтиомочевина может быть предложена в качестве реагента при амперометрическом определении палладия(II).

Кафедра аналитической химии

Поступило 17.05.2004

## ЛИТЕРАТУРА

1. Donglan Ma. – Anal. Lett., 2002, v. 35, № 2, p. 413 (РЖХ, 02.13–19Г, 139).
2. Kai K.N., Malik A.K. – Rev. Roum. Chim., 2000, v. 45, № 3, p. 221 (РЖХ, 02.09–19Г, 172).
3. Щербакова Л.В., Петров Б.И., Чеботарёв В.К. – Известия Алтайского госуниверситета, 2000, № 17.
4. Супрунович В.И., Плаксина И.Л. – Тез. докладов XVII Международной конф. по химии, анализу и технологии платиновых металлов. М.: Изд-во ГЕОХИ РАН, 2001, с. 179.
5. Donglan Ma. – Anal. Lett., 2000, v. 33, № 12, p. 2533 (РЖХ, 01.01–19Г, 151).
6. Потапов В.В. Автореф. дис. на соискание уч. ст. док. хим. наук. Уфа, ИОХ, 2000, 23 с. (РЖХ, 01.04–19В, 188Д).
7. Дьяченко Н.А., Сухан В.В. – Тез. докладов VII Всероссийской конф.: Органические реагенты в аналитической химии. Саратов, 1999, с. 187.
8. Sharma J.D., Rao L. – Indian J. Chem., 1997, v. 36, № 8, p. 725 (РЖХ, 00.05–19Г, 169).
9. Мкртчян А.Р., Дарбинян Г.Г., Шапошникова Г.Н., Хачатрян А.Г. Информационные технологии и управление. Еր.: Энциклопедия–Арменика, 2003, т. 1, № 2, с. 194.
10. Мкртчян А.Р., Шапошникова Г.Н., Хачатрян А.Г. – Ученые записки ЕГУ, 2004, № 3, с. 65–68.

Ա. Ռ. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, Հ. Հ. ԴԱՐԲԻՆՅԱՆ, Գ. Ն. ՇԱՓՈՇՆԻԿՈՎԱ, Հ. Գ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ

## ՊԱԼԱԴԻՈՒ(II)-Ի ԱՄՊԵՐԱԿԱՓԱԿԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ՖԵՆԻԼԹԻՈՄՈՉԵՎԻՆԱՅԻ ԹԵՇՈՒՄԸ

### Ամփոփում

Պոտենցավիական և ամպերաչափական եղանակներով ուսումնասիրվել է պալադիումի փոխազդեցությունը ֆենիլթիոմիզանյութի (ՖԹՄ) հետ:

Ապացուցվել է, որ փոխազդող բաղադրիչների մոլային հարաբերակցությունը՝  $Pd(II):PTA=1:4$ :

Որոշվել են աղաքարգային և ծծմբաքրգային միջավայրերում էլեկտրոդային և քիմիական ռեակցիաների ընթացքի համար առավել օպտիմալ պայմանները:

Պալարիում(II)-ի ամպերաչափական տիտրման եղանակը կիրառվել է պալարիումապատման էլեկտրոլիտում նրա որոշման համար:

A. R. MKRTCHYAN, G. G. DARBINYAN, G. N. SHAPOSHNIKOVA, H. G. KHACHATRYAN

## AMPEROMETRIC DETERMINATION OF PALLADIUM(II) BY PHENYLTHIOUREA

### Summary

Interaction between palladium(II) and phenylthiourea (PTU) has been studied by means of potentiometry and amperometry methods. It has been shown that the molar ratio between acting components  $Pd(II):PTA=1:4$ .

Conditions optimal for proceeding of electrode and chemical reactions in hydrochloric and sulfuric acids media have been estimated.

The method of the amperometric determination of palladium(II) has been applied for its determination in the palladium-plating electrolyte.

Химия

УДК 547.745

К. С. АВЕТИСЯН

**СИНТЕЗ ФУНКЦИОНАЛЬНО ЗАМЕЩЕННЫХ ПИРРОЛИДОНОВ-2**

Изучено взаимодействие 2,5-диацетил-3-(п-толил)-5-этоксикарбонил-3-пентен-4-олида с первичными ароматическими аминами. Установлено, что при кипячении реакционной смеси в диметилформамиде образуются 1,4-диарил-3-(1'-арилимино)этил-5-гидрокси-5-(1'-ариламинокарбонил-2'-арилимино)пропилпирролидоны-2.

Известно, что соединения, содержащие пирролидоновое кольцо, обладают широким спектром биологической активности и применяются в медицинской практике, в частности как ноотропные средства [1–4], а в сочетании с пироглутаминовой кислотой они лежат в основе многих лекарственных композиций, которые обладают нейропротекторными и цереброваскулярными свойствами [5, 6]. Полимеры на основе N-винилпирролидона являются биоактивными, а полимеры с определенным молекулярным весом применяются в медицине как кровозаменители [7].

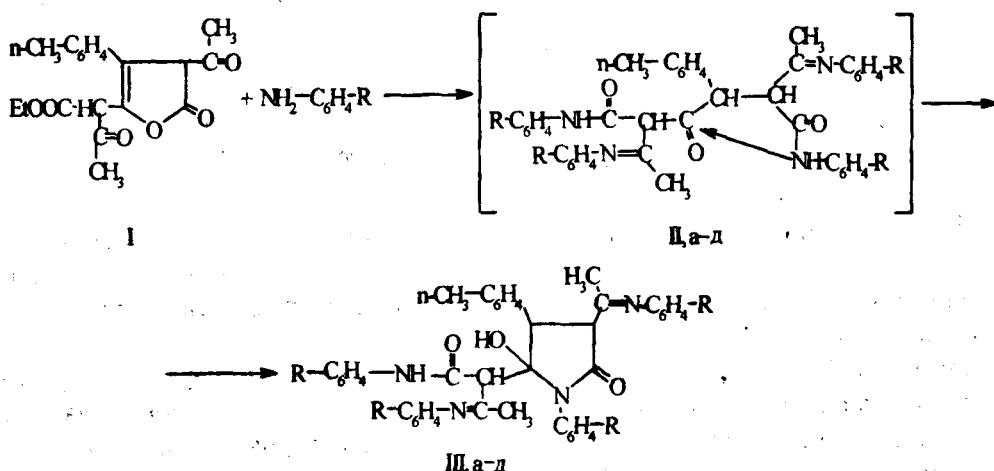
С целью получения новых производных пирролидона изучено взаимодействие 2,5-диацетил-3-(п-толил)-5-этоксикарбонил-3-пентен-4-олида с первичными ароматическими аминами (см. схему). Установлено, что при кипячении реакционной смеси в среде диметилформамида (ДМФА) в течение 15 часов при соотношении реагентов 1:4 образуются с 66–91%-ым выходом 1,4-диарил-3-(1'-арилимино)этил-5-гидрокси-5-(1'-ариламинокарбонил-2'-арилимино)пропилпирролидоны-2 (III, а–д), физико-химические константы которых приведены в таблице. По-видимому, реакция протекает через образование промежуточных амидов функционально замещенных оксокарбоновых кислот (II, а–д), внутримолекулярной циклизацией которых образуются соединения III, а–д.

Строение полученных соединений подтверждается спектральным исследованием. Так, в ИК-спектрах соединений III, а–д, наблюдаются полосы поглощения при 3550–3200 (ОН), 1716 (C=O, лактам), 1667 (C=N), 1598 (C=O, амид), 1545 (C=C, аром.)  $\text{cm}^{-1}$ .

В спектрах ПМР ( $\text{DMSO-d}_6$ ,  $\delta$ , м.д.) (III, а) имеются следующие сигналы: 1,6 с (3Н,  $\text{CH}_3$ ), 2,1 с (3Н,  $\text{CH}_3$ ), 2,3 с (3Н,  $\text{CH}_3$ ), 2,8 с (1Н,  $\text{CH}$ ), 3,0 с (1Н,  $\text{CH}$ ), 4,3 с (1Н,  $\text{CH}$ ), 5,0 ш.с (1Н, OH), 7,0–7,8 м (24Н, аром.), 9,35 с (1Н, NH).

**Физико-химические параметры 1,4-диарил-3-(1'-ариламино)этил-5-гидрокси-5-(1'-ариламино-карбонил-2'-ариламино)пропилтилпирролидонов-2 (III, а-д)**

Соединение, III	R	Выход, %	T <sub>пл.</sub> , °C	R <sub>f</sub>	Брутто-формула	Найдено, %		
						Вычислено, %	C	H
а	H	81,8	103–105	0,71	C <sub>41</sub> H <sub>38</sub> N <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	77,4 77,58	5,95 6,03	8,52 8,83
б	п-CH <sub>3</sub>	87,8	93–95	0,70	C <sub>45</sub> H <sub>46</sub> N <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	78,11 78,23	6,44 6,71	7,98 8,11
в	п-OCH <sub>3</sub>	91,1	76–78	0,67	C <sub>45</sub> H <sub>46</sub> N <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	71,34 71,5	5,95 6,14	7,50 7,42
г	п-NO <sub>2</sub>	66,2	83–85	0,58	C <sub>41</sub> H <sub>34</sub> N <sub>8</sub> O <sub>11</sub>	60,51 60,44	3,98 4,2	13,55 13,75
д	о-NO <sub>2</sub>	76,6	140–142	0,51	C <sub>41</sub> H <sub>34</sub> N <sub>8</sub> O <sub>11</sub>	60,21 60,44	4,01 4,2	13,55 13,75



R=H (а), п-CH<sub>3</sub> (б), п-OCH<sub>3</sub> (в), п-NO<sub>2</sub> (г), о-NO<sub>2</sub> (д).

**Экспериментальная часть.** ИК-спектры сняты на спектрофотометрах Nicolet/FT-IR NEXUS и Specord 75 IR с использованием вазелинового масла. Спектры ПМР <sup>1</sup>Н сняты на приборе Varian Mercury-300. Для ТСХ использованы пластиинки Silufol UV-254, элюенты – ацетон–хлороформ–нонан (1:1:1), ацетон–этанол–гексан (0,5:1:5), проявитель – пары йода или УФ-облучение.

**1,4-Диарил-3-(1'-ариламино)этил-5-гидрокси-5-(1'-ариламинокарбонил-2'-ариламино)пропилтилпирролидоны-2 (III, а-д).** Смесь 0,003 моля соединения I и 0,012 моля амина в 4 мл ДМФА кипятят 15 часов. После охлаждения к реакционной смеси добавляют двукратное количество воды, нейтрализуют раствором HCl, образовавшееся маслообразное вещество экстрагируют хлороформом, экстракт промывают водой, сушат Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, растворитель отгоняют, остаток переосаждают из смеси хлороформ–петролейный эфир (1:4) и получают соединения III, а-д.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Воронина Т.А., Серединин С.Б. – Экспер. и клин. фармакология, 1998, т. 61, № 4, с. 3–9.
2. Ковалев Г.Б. Ноотропные средства. Волгоград: Ниж.-Волжск. Кн. изд-во, 1990, с. 368.
3. Машковский М.Д. Лекарственные средства. Т. 1. Харьков: Торсинг, 1997, с. 108–109.
4. Воронина Т.А. и др. Поликомпонентный механизм действия новых лекарственных веществ с ноотропным и нейропротекторным действием. Материалы 3-ей междунар. конф. «Биологические основы индивидуальной чувствительности к психотропным средствам». Сузdalь, 2001, с. 41.
5. Луньшина Е.В., Ганьшина Т.С., Мирзоян Р.С. – Экспер. и клин. фармакология, 2003, т. 66, № 1, с. 20–22.
6. Луньшина Е.В., Ганьшина Т.С., Мирзоян Р.С. – Методология флюорометрии, 2001, вып. 5, с. 143–151.
7. Шостаковский М.Ф., Сидельковская Ф.П. – Вестн. АН СССР, 1951, № 7, с. 45.

## Կ. Ս. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ

### ՖՈՒՆԿՑԻՈՆԱԼ ՏԵՂԱԿԱԼՎԱԾ ՊԻՐՈԼԻԴՈՆ-2-ՆԵՐԻ ՍԻՆԹԵԶԸ

#### Ամփոփում

Ուսումնասիրված է 2,5-դիացետիլ-3-(պ-տոլիլ)-5-էթօքսիկարբոնիլ-3-պենտեն-4-օլիդների փոխազդեցությունը արոմատիկ առաջնային ամինների հետ: Պարզված է, որ դիմեթիլֆորմամիդում ռեակցիոն խառնուրդը եռացնելիս առաջանում են 1,4-դիարիլ-3-(1'-արիլիմինո)էթիլ-5-հիդրօքսի-5-(1'-արիլամինոկարբոնիլ-2'-արիլիմինո)պրոպիլամիդուրն-2-ներ:

K. S. AVETISYAN

### SYNTHESIS OF FUNCTIONAL SUBSTITUTED PYRROLIDONES-2

#### Summary

The reaction of 2,5-diacetyl-3-(p-tolyl)-5-ethoxycarbonyl-3-penten-4-olides with aromatic primary amines has been studied. It has been established, that 1,4-diaryl-3-(1'-arylimino)ethyl-5-hydroxy-5-(1'-arylamino carbonyl-2'-arylimino)propylpyrrolidones-2 are obtained by boiling the reactionary mixture in dimethylformamide.

**Биология**

УДК 577.1

Н. Г. АЗАРЯН, И. Г. БУНИАТЯН, А. Ц. ХУДОЯН

**АКТИВАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА У ПРОКАРИОТ  
В ПРИСУТСТВИИ ДВУСПИРАЛЬНОЙ РНК**

Проведено исследование влияния двуспиральной РНК (дс-РНК) на процессы генетической трансформации и конъюгации в широком диапазоне грамотрицательных бактериальных видов. Показано, что дс-РНК в присутствии  $\text{CaCl}_2$  в концентрациях  $10\text{мкг}/\text{мл}$  и  $1\text{мM}$  соответственно эффективно увеличивает частоту генетического обмена. При этом дс-РНК и  $\text{CaCl}_2$  в указанных концентрациях самостоятельно не вызывают подобного эффекта.

Олигонуклеотиды, к которым относится и двуспиральная РНК (дс-РНК), являются мембраноактивными соединениями, взаимодействующими с ферментными системами клетки, с ее генетическим аппаратом. Они генерируют трансмембранные сигналы индукции интерлейкинов и интерферонов, регулируют генную активность и ингибируют экспрессию онкогенов и вирусных генов [1, 2]. Большое значение при этом имеет нуклеотидный состав: дс-РНК А-У типа менее токсична и более эффективна в оказываемом терапевтическом действии по сравнению с дс-РНК Г-Ц типа [3]. Двуспиральная РНК увеличивает амплитуду колебаний мембранныго потенциала, энергия которого обеспечивает перенос нуклеиновых кислот через клеточную мембрану [4]. Такой перенос происходит при проникновении экзогенной ДНК в клетку в процессе генетической трансформации и при переходе ДНК из донорной клетки в реципиентную при их непосредственном контакте в процессе конъюгации.

Целью настоящей работы явилось изучение воздействия дс-РНК А-У и Г-Ц типов на эффективность генетической трансформации и конъюгации в широком круге грамотрицательных бактерий.

При трансформации *E. coli* и *P. putida* ДНК плазмид pBR322 и *Sal* соответственно контрольная компетентность клеток достигалась их обработкой  $0,1M \text{CaCl}_2$  [5]. Конъюгационные скрещивания проводили по описанной методике [6] с использованием плазмид Р-1 группы несовместимости (Inc Р-1), характеризующихся уникальной способностью передаваться в филогенетически отдаленные грамотрицательные бактериальные роды и стабильно в них наследоваться [7].

Частота трансформации pBR322 в *E. coli* HB 101 г·м<sup>-1</sup> в присутствии дс-РНК обоих типов и CaCl<sub>2</sub> в концентрациях 10 мкг/мл и 1 мМ соответственно возрастала в 100–500 раз по сравнению с таковой в присутствии 0,1 М CaCl<sub>2</sub>. Эта концентрация ионов Ca<sup>2+</sup> обеспечивала трансформацию плазмида Sal в *P. putida* 277 с очень низкой частотой – 10<sup>-7</sup>, а при обработке клеток 10 мкг/мл дс-РНК и 1 мМ CaCl<sub>2</sub> она возрастала более чем в 10 раз – 4 × 10<sup>-6</sup>. Ни 10 мкг/мл дс-РНК, ни 1 мМ CaCl<sub>2</sub> по отдельности не вызывали такого эффекта.

В конъюгационных скрещиваниях Inc P-1 плазмид RP4, R906 и R702 из донора *E. coli* под влиянием Са-дс-РНК в используемых при трансформации концентрациях передавались в бактерии *E. coli*, *S. typhimurium*, *P. putida*, *P. mirabilis* с возрастшей в 5–20 раз частотой по сравнению со скрещиваниями в отсутствие Са-дс-РНК. Это совпадает с данными, приведенными нами ранее при внутривидовых конъюгационных скрещиваниях [8].

Полученные результаты свидетельствуют об универсальности механизмов действия дс-РНК обоих типов на мембранные структуры различных бактериальных родов. Возможно, активации процесса переноса ДНК способствует увеличение не только мембранного потенциала, но и концентрации цАМФ в клетке вследствие непосредственного влияния дс-РНК на аденилаткиназные системы, что, вероятно, стимулирует транскрипцию различных генов, кодирующих белки и ферменты, обеспечивающие перенос ДНК.

Кафедра генетики и цитологии

Поступило 13.04.2004

## ЛИТЕРАТУРА

1. Johnson A.G. – J. of Biol. Response Modifiers, 1985, v. 4, p. 481–485.
2. Brodsky J., Strayer D. et al. – J. of Biol. Response Modifiers, 1989, v. 8, p. 147–154.
3. Berlinger Ch., Sakagovi H. et al. – J. Clin. Invest., 1995, v. 95, p. 1814–1823.
4. Айрапетян С.Н., Захарян Р.А., Рычков Г.Г. и др. – ДАН АН Арм ССР, 1983, т. 77, с. 228.
5. Dagert M., Ehrlich S. – Gene, 1979, v. 6, p. 23–29.
6. Datta N., Hedges R.W. et al. – J. Bakteriol., 1971, v. 108, p. 1244–1249.
7. Wise J. et al. – Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1973, v. 70, p. 471–474.
8. Захарян Р.А., Азарян Н.Г., Арутюнян Д.Г. – ДАН СССР, 1986, т. 288, с. 1251–1253.

Ն. Գ. ԱԶԱՐՅԱՆ, Ի. Գ. ԲՈՒԽԻՍՅԱՆ, Ա. Ց. ԽՈՒՂԵԱՆ

ՊՐՈԿԱՐՔԻՈՏՆԵՐՈՒՄ ԳԵՆԵՏԻԿԱԿԱՆ ՓՈԽԱՆԱԿԱՍՆ  
ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԻ ԱԿՏԻՎԱՑՈՒՄ ԵՐԿՊԱՐՈՒՅՐ ՈՆԹ-ի  
ԱՌԱՅՈՒԹՅԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

## Ամփոփում

Ուսումնասիրվել է երկպարույր ՈՆԹ-ի (Եպ-ՈՆԹ) ազդեցությունը գրամբացանական բակտերիաների տեսակների լայն շրջանակում գե-

Անտիկական տրամսֆորմացիայի և կոնյուգացիայի վրա: Ցույց է տրվել որ եպ-ՌՆԹ-ի ( $10\text{ }\mu\text{g/ml}$ ) և  $\text{CaCl}_2$ -ի ( $1\text{ mM}$ ) առկայության դեպքում էֆեկտիվութեան բարձրացում է գենտիկական փոխանակման հաճախականությունը: Եպ-ՌՆԹ-ն և  $\text{CaCl}_2$ -ը առանձին-առանձին նշված կոնցենտրացիաներում չեն առաջացնում նման էֆեկտ:

N. G. AZARYAN, I. G. BUNIATYAN, A. Ts. KHUDOYAN

## ACTIVATION OF GENETIC PROCESSES IN PROKARYOTES IN THE PRESENCE OF DOUBLE-STRAND RNA

### Summary

The study of the influence of double-strand RNA (ds-RNA) on genetic transformation and conjugation processes has been carried out in a wide range of gramnegative bacterial species. It has been shown that ds-RNA in the presence of  $\text{CaCl}_2$  in  $10\text{ }\mu\text{g/ml}$  and  $1\text{ mM}$  concentrations respectively efficiently increases the frequency of genetic exchange. The above mentioned concentrations of only ds-RNA or  $\text{CaCl}_2$  separately don't cause the same effect.

**Биология**

**УДК 541.144.7**

**А. Дж. МИНАСЯН**

**ПОВРЕЖДЕНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА  
ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ ПРИ ВЫСОКИХ И НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ  
ДО И ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ АММИАКА**

Исследовано нарушение работы фотосинтетического аппарата высших растений при положительных и отрицательных температурах до и после воздействия на них аммиака. Установленно, что при вышеуказанных условиях происходит снижение количества хлорофиллов *a* и *b*, а также нарушается их соотношение. Изменение величин физических и химических факторов по разному отражается на работе пигмент-белкового комплекса тилакоидных мембран фотосинтетического аппарата.

Структурные изменения в тилакоидных мембранных фотосинтетического аппарата растений, возникающие при загрязнении атмосферы азотсодержащими веществами, имеют важное практическое и теоретическое значение в биофизической экологии. Выяснено, что при этом проявляется так называемый «гиперхромный эффект» (увеличение оптической плотности в коротковолновой области), вызывающий нарушение фотофизических процессов [1].

Кроме того, первичные фотофизические и фотохимические процессы могут быть обусловлены структурными изменениями тилакоидных мембран фотосинтетического аппарата (ФСА). Причиной тому могут послужить изменения пигмент-белкового комплекса (ПБК) растений под воздействием загрязненного воздуха, в частности при совместном действии физических [2–5] и химических [6–8] факторов, информация о чем отсутствует в литературе.

Целью настоящей работы является изучение повреждения ПБК тилакоидных мембран ФСА. В частности, важную информацию можно получить при исследовании количественного анализа пигментов в ФСА.

**Объекты и методы исследования.** Для объяснения структурных изменений тилакоидных мембран ФСА в качестве объектов исследования использовались листья растения *Phaseolus vulgaris* (фасоль обыкновенная). Растения были выращены в оранжерейных условиях. Высечки листьев одинаковой массы (0,3г) помещались в ультратермостат марки ТУ-1 при

$50^{\circ}\text{C}$  на 15мин или в холодильную камеру при  $-10^{\circ}\text{C}$  на 15мин до и после воздействия аммиака.

С целью обогащения атмосферы воздуха аммиаком свежесрезанные листья растений помещались в эксикатор на 15мин, куда заранее вводился аммиак определенной концентрации (нашатырный спирт – 10%), количество которого регулировалось с помощью микропипетки. Концентрация аммиака в эксикаторе составляла  $7 \cdot 10^{-3} \text{ мг/л}$ .

После вышеуказанных операций из высечек листьев были приготовлены вытяжки пигментов. Количественное определение хлорофиллов проводилось двухволновым методом в 96%-ом этаноловом спирте и было рассчитано по формуле, выведенной Винтерманом и Де Мотом (см. [9]).

**Результаты исследования.** Исследование пигментной системы можно использовать в качестве показателя состояния окружающей среды и ее влияния на фотосинтетический аппарат растений [4, 7, 8].

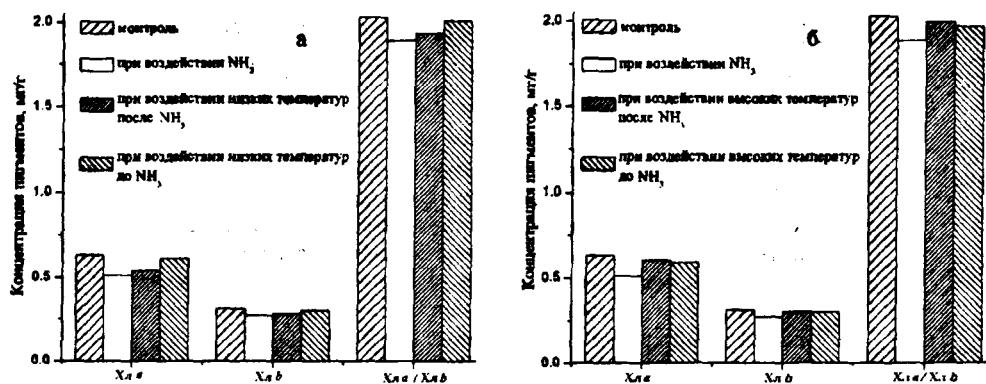


Рис. Зависимость концентрации пигментов при низких (а) и высоких (б) температурах до и после воздействия аммиака NH<sub>3</sub>.

В данной работе определялись содержание хлорофиллов (Хл) *a* и *b* и величина их соотношения при приведенных условиях эксперимента. После этого получены вытяжки образцов, далее зарегистрирован их спектр поглощения.

Результаты наших опытов представлены на гистограммах (см. рис.).

Исследование пигментного состава ФСА показало, что при воздействии на объект аммиака происходит понижение количества хлорофиллов. Как показано на гистограммах, понижение количества Хл *a* более заметно, чем Хл *b*. Так, концентрация Хл *a* понижается на 21%, в то время как Хл *b* – на 13%, при том что их соотношение по сравнению с контролем понижается на 7%.

Воздействие низкой температуры после аммиака уменьшает потерю Хл *a* и доводит до 14,5%, Хл *b* – до 11%, а их соотношение понижается на 6%. Тогда как воздействие низкой температуры ( $-10^{\circ}\text{C}$  в течение 15мин) до аммиака увеличивает вероятность сохранения пигментного состава. Так, потеря Хл *a* составляет 3%, а Хл *b* – 2%, при этом их соотношение понижается на 1%. По всей вероятности, нарушается проницаемость аммиака через устьичную систему листа, что требует более подробного изучения материала.

При влиянии же высокой температуры ( $50^{\circ}\text{C}$  в течение 15мин) на листья после воздействия аммиака понижается количество Хл *a* на 4,5%, Хл *b* – на 3%, их соотношение по сравнению с контролем – на 1,5%. При воздействии этой температуры до аммиака происходит потеря Хл *a*, доходя до 6,5%, Хл *b* – 3,5%, а их соотношение по сравнению с контролем понизилось на 3%. Это говорит о том, что тепловой шок до действия химического фактора (в данном случае газообразного аммиака) повышает вероятность разрушения пигментов. Возможно, воздействие аммиака на объект до влияния на него высокой температуры играет защитную роль.

АрГУ

Поступило 28.06.2004

## ЛИТЕРАТУРА

1. Джаваршян Дж.М. Действие некоторых экстремальных факторов на оптические свойства фотосинтетического аппарата. Автoref. дис. на соискание уч. ст. канд. биол. наук. Казань, 1967.
2. Кузнецова Е.А. I Всерос. конф. фотобиологов: Тез. докл. Пущино, 1996, с. 27–28.
3. Chauhan Yasvir S., Senboky T. – J. Plant Physiol., 1996, v. 149, № 6, p. 729–734.
4. Hopkins L. et al. – J. Exp. Bot., 1996, v. 47, p. 20.
5. Pastenes Claudio, Horton Peter – Plant Physiol., 1996, v. 112, № 3, p. 1253–1260.
6. Блонская Л.Н. и др. – Тез. Всерос. конф. Воронеж, 1995, с. 95–97.
7. Дончева–Бонева М. – Тез. докл. междунар. науч. конф.: Влияние атмосферного загрязнения и других антропогенных и природных факторов на дестабилизацию состояния лесов Центр. и Вост. Европы. М., 1996, т. 1, с. 56.
8. Пахаркова М.В. и др. – Ботан. исслед. в Сибири, 1995, № 3, с. 33–38.
9. Гавриленко В.Р. и др. Большой практикум по физиологии растений. М.: Высшая школа, 1975, с. 131.

## Հ. Զ. ՄԻՆԱՍՅԱՆ

ԲԱՐՁՐԱԿԱՐԳ ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՖՈՏՈՍԻՆԹԵՏԻԿ ԱՊԱՐԱՏԻ  
ՎՆԱՍՈՒՄԸ ԲԱՐՁՐ ԵՎ ՑԱՅՐ ՋԵՐՄԱՍԻԲԱՆՆԵՐՈՒՄ ԱՄՈՒՀԱԿԻ  
ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԻՑ ԱՌԱՋ ԵՎ ՀԵՏԾ

## Ամփոփում

Հետազոտվել է լըրու (*Phaseolus vulgaris*) ֆոտոսինթետիկ ապարատի աշխատանքի խախտումը դրական ( $+50^{\circ}\text{C}$ ) և բացասական ( $-10^{\circ}\text{C}$ ) ջերմաստիճաններում ամոնիակի ազդեցությունից առաջ և հետո: Պարզվել է, որ նշված պայմաններում տեղի է ունենում *a* և *b* քլորոֆիլների քանակի նվազում, նաև խախտվում է նրանց հարաբերությունները:

Ֆիզիկական և քիմիական գործոնների ազդեցության հաջորդականության վոփոխությունը տարբեր ձևով է անդրադարձում ֆոտոսինթետիկ ապարատի տիլակոփային քաղանքների պիզմենտ-սպիտակուցային համայիրի աշխատանքի վրա:

# DAMAGE OF THE PHOTOSYNTHETIC APPARATUS OF THE HIGH PLANTS AT HIGH AND LOW TEMPERATURES BEFORE AND AFTER INFLUENCE OF AMMONIA

## Summary

Damage of activity of the photosynthetic apparatus of a bean (*Phaseolus vulgaris*) is investigated at positive ( $+50^{\circ}\text{C}$ ) and negative ( $-10^{\circ}\text{C}$ ) temperatures before and after influence of ammonia. It is established, that under specified condition the content of chlorophylls *a* and *b* decrease. Also their ratio (Chl *a* / Chl *b*) is broken.

Change of sequence of influence of physical and chemical factors in activity of a pigment-protein complex of thylakoid membranes of the photosynthetic apparatus is differently reflected.

## ԲԱԶՄԱՎԱՍՏԱԿ ԲՈՒՍԱԲԱՆ-ՄՆԿԱԲԱՆԸ ԵՎ ԹԱՆԱՉՎԱՅ ՄԱՆԿԱՎԱՐԺԸ

(ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս Լիա Լևոնի Օսիպյանի ծննդյան 75-ամյակի առթիվ)

Լրացավ անվանի գիտնական, գիտության վաստակավոր գործիչ, ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս, կենսաբանական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր, ԵՊՀ բուսաբանության ամբիոնի վարիչ Լիա Լևոնի Օսիպյանի ծննդյան 75-ամյակը:

Լ.Լ. Օսիպյանի աշխատանքային ողջ գործունեությունը կապված է երևանի պետական համալսարանի հետ, որտեղ նա անցել է երկարամյա ճանապարհ՝ լարորանտից մինչև բուսաբանության ամբիոնի վարիչ և կենսաբանության ֆակուլտետի դեկան:

Կանգնած լինելով ԵՊՀ գիտական սեկտորի հիմնադրման ակունքներում՝ 60-ականների սկզբին Լ.Լ. Օսիպյանը ստանձնում է գիտահետազոտական սեկտորի առաջին գիտնական քարտուղարի պարտականությունները:

Լինելով հայկական սնկաբանական դպրոցի հիմնադիր և հայտնի գիտնական Դ.Ն. Տետերևնիկովա-Բաբայանի աշակերտը՝ Լ.Լ. Օսիպյանը շարունակում է հանրապետությունում սնկերի կենսաբազմազանության ուսումնասիրությունները, ընդլայնում ուսումնասիրվող խմբերի շրջանակը և Հայաստանում հիմնադրում փորձարարական սնկաբանության ուղղությունը:

Պրոֆ. Օսիպյանի գիտական հետազոտությունները տեսական և կիրառական սնկաբանության բնագավառում վերաբերել են սնկերի կարգաբանության, ֆլորիստիկայի, էկոլոգիայի, ֆիլոգենիայի, կենսացենոլոգիայի և ֆիզիոլոգիական ակտիվության հարցերին:

Նախկին ԽՍՀՄ ողջ տարածքում և նրա սահմաններից դուրս պրոֆ. Օսիպյանը հայտնի է որպես աերոնոսապորային և հիֆալ սնկերի մասնագետ: Նա առաջին սնկաբանն էր, որն ուսումնասիրեց սնկերի այդ մեծ, տեսական և գործնական առումներով նշանակալից խմբերը՝ այդ բվում տարբեր մեթոդական մոտեցումներ պահանջող մակաբույժները և սապրոտրոֆները:



Նա առաջ քաշեց նաև միկրոսկոպիկ սնկերի կենսածների հարցը, ինչը հնարավորություն տվեց հայտնաբերել այդ սնկերի մի շարք նոր կենսաէկոլոգիական օրինաչափություններ և որոշել դրանց էվոլյուցիայի ուղիները: Սուային անգամ Լ.Լ. Օսիայանի կողմից են ուսումնասիրվել բարձրեռնային շրջանների ջրամբարների և ջրատարների սնկերը:

Գիտականի հետազոտության շրջանակներն ընդգրկել են բույսերի, մարդու, կենդանիների հիվանդությունների հարուցիչները, անասնակերը, սննդամթերքը, արդյունաբերական սինթետիկ նյութերն աղտոտող սնկերը և այլն:

Գիտակցելով ժամանակակից սնկաբանության նասշտաբները՝ Լ.Լ. Օսիայանը հիմնավորել է միկոֆլորիստական հետազոտությունների ընդլայնման անհրաժեշտությունը՝ տարածելով դրանք բնական օբյեկտների և արդյունաբերական արտադրանքի ավելի լայն շրջանակների վրա: Դրանց արդյունքում նա առաջ է քաշում սնկաբանության մեկը մյուսից անկախ զարգացող բաժինների (բժշկական, գյուղատնտեսական, անասնաբուժական, տեխնիկական, ընդհանուր և այլն) ինտեգրացիայի անհրաժեշտության գաղափարը, որի կարևորությունը հաստատվում է Ռուսաստանի դաշնությունում Սնկաբանության ակադեմիայի հիմնադրումով:

Բժշկական կլինիկաների հետ համագրծակցությամբ և պրոֆ. Օսիայանի ղեկավարությամբ կատարվել և կատարվում են աշքի (այժմ նաև գինեկոլոգիական հիվանդների) միկոֆլորայի հակարիուտիկների նկատմամբ զգայունության ուսումնասիրություններ և արվում են բուժման համապատասխան առաջարկներ:

Մեծ հետաքրքրության են արժանի նրա աշխատանքները սննդամթերքի սնկերով աղտոտվածության վերաբերյալ: Այդ սնկերի կենսաբազմազանությանը նվիրված աշխատանքները չունեն իրենց համարժեքը հետազոտված սննդամթերքի տեսականու առումով: Ուսումնասիրված է սնկերի տոքսիկությունը և դրանց փոփոխականությունը արդյունաբերական մշակման պրոցեսում: Կուտակված հսկայական նյութը բույլ է տալիս անել մի շարք գործնական առաջարկներ սննդամթերքի անվտանգության վերաբերյալ և վերանայել կարնամթերքի որոշ սանհիտարակիզմիկ նորմեր, ինչպես նաև մշակել Հայաստանի համար մի շատ կարևոր փաստաթուղթ, այն է՝ սննդամթերքի անվտանգության հայեցակարգ: Այդ աշխատանքների արդյունք հանդիսացավ հանրապետության պատուղ-բանջարեղենային պահածոներ արտադրող արդյունաբերական ձեռնարկություններին ուղղված առաջարկությունների մշակումը: Վերջին տարիներին նրա դեկավարությամբ իրականացվող գիտական թեմաները ընդգրկվել են պետական ծրագրերում (պարենային, շրջակա միջավայրի պահպանություն, կենսատեխնոլոգիա):

Պրոֆ. Օսիայանի գործունեությունը ի մի է բերվել 300-ից ավելի տպագրված գիտական աշխատանքներում, այդ թվում չորս մենագրություններում:

Բազմավաստակ գիտականը նաև շնորհալի մանկավարժ է: Կենսաբանության ֆակուլտետի ներկայիս աշխատողների մի ստվար մասը նրա նախակին ուսանողներն են, որոնք հաջողությամբ շարունակում են իրենց ուսուցչի շնորհակալ գործը:

Նրա դեկավարությամբ պաշտպանվել են մոտ քսան դոկտորական և թեկնածուական ատենախոսություններ: Մեծ է նրա ավանդը նաև ուսումնա-

**մեթոդական աշխատանքների կազմակերպման բնագավառում:**

Ծուրջ 35 տարի լինելով բուսաբանության ամբիոնի վարիչ՝ գիտնականը ցուցաբերել է իսկական մտավորականին և բարեկիրդ մարդուն բնորոշ սրտացավ վերաբերմունք աշխատողների և աշխատանքի նկատմամբ, դեկավարին վայել խստապահանջություն, սկզբունքայնություն և օբյեկտիվություն, կազմակերպչական ծիրճ և ունակություններ: Նրա դեկավարությամբ ստեղծվել է առողջ և աշխատունակ կողենկով, որը շարունակում է բարգավաճել՝ կրելով Հայաստանում սնկաբանական հետազոտությունների կենտրոնի պատվավոր բեռը:

Հորեւսարի նկարագիրը թերի կլիներ առանց նրա ծավալած գիտահամբաժնի գործունեության: Լ.Լ. Օսիայյանը եղել է քազմաքիվ գիտական համաժողովների նախաձեռնող և կազմակերպիչ, ընդգրկվել մի շարք միջազգային ֆորումների կազմկոմիտեների մեջ: Նա անմիջականորեն մասնակցել է ՄԱԿ-ի կազմակերպած միկոտոքսիններին նվիրված միջազգային դպրոցների աշխատանքների իրականացմանը, կազմակերպել սպորային բույսերին և օտարածին նյութերով ու օրգանիզմներով սննդամբերքի կոնտամինացիային նվիրված տարածաշրջանային կոնֆերանսներ և այլն:

Պրոֆ. Օսիայյանը նաև ակտիվ հասարական գործիչ է: Օգտագործելով իր հեղինակությունը՝ նա գործուն մասնակցություն է բերում Հայաստանի բուսականության և առանձնապես անտառների պահպանության գործում:

Լինելով կանանց շարժման կազմակերպիչ՝ Լ.Լ. Օսիայյանը երկար տարիներ աշխատել է Հայաստանի կանանց խորհրդի փոխնախագահի պաշտոնում, եղել է ԽՍՀՄ կանանց կոմիտեի անդամ: Նա այսօր էլ Հայաստանի սպառողների միության փոխնախագահն է՝ երիտասարդական ավյունով կատարելով մեր նորանկախ պետության համար շատ կարևոր և շնորհակալ գործ:

Ցանկանք մեծ գիտնականին, ուսուցչին և արժանավոր քաղաքացուն երկար տարիների կյանք, քաջառողջություն և բեղմնավոր աշխատանք:

**ԵՊՀ ոեկտորատ,  
ԵՊՀ կենսաբանության ֆակուլտետ**

## ԱՆՎԱՆԻ ԿԵՆՍԱՔԻՄԻԿՈՍՆ ՈՒ ՍԱՆԿԱՎԱՐԺԸ (ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս Միսակ Արշամի Դավթյանի ծննդյան 70-ամյակի առթիվ)



Լրացավ անվանի գիտնական, գիտության վաստակավոր գործիչ, ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս, կենսաբանական գիտությունների դրկտոր, պրոֆեսոր Միսակ Արշամի Դավթյանի ծննդյան 70-ամյակը:

Մ.Ա. Դավթյանը 1958թ. գերազանցությամբ ավարտել է Երևանի պետական բժշկական ինստիտուտը, այնուհետև ուսանել է Մոսկվայում Բժջկական գիտությունների ակադեմիայի ասպիրանտուրայում՝ ականավոր կենսաբիոմիկոսներ Ա.Ա. Բրաունշտեյնի և Ս.Յա. Կապլյանսկու ղեկավարությամբ: 1963թ. սրտամկանի կենսաքիմիային նվիրված թեկնածուական ատենախուսությունը նաև պաշտպանելուց հետո նա

աշխատում է ՀՀ ԳԱԱ կենսաբիոմիայի ինստիտուտում ակադեմիկոս Հ. Բունիաթյանի ղեկավարությամբ: 1970թ. Մ.Ա. Դավթյանը պաշտպանում է դրկտորական ատենախոսությունը՝ նվիրված գիտուղեղի ազուտային փոխանակության հարցերին, որից հետո նրա գործունեությունը աճրողութին կապվում է Երևանի պետական համալսարանի հետ: Ծուրջ 30 տարի (1971–2001թ.) նա վարել է ԵՊՀ կենսաբիոմիայի ամբիոնի վարիչի պաշտոնը, եղել է կենսաբանության ֆակուլտետի ղեկան (1978–1985թ. և 1993–1999թ.), ուսումնական աշխատանքների գծով պրոռեկտոր (1985–1989թ.) և առաջին պրոռեկտոր (1990–1991թ.):

Կենսաբիոմիայի բնագավառում ունեցած մեծ ներդրումների համար 1986թ. նա ընտրվել է ՀՀ ԳԱԱ բոլքակից անդամ և 1996թ. խելական անդամ:

Մ.Ա. Դավթյանը երկար տարիներ ղեկավարել է համալսարանի կենսաբիոմիայի պրոբլեմային լաբորատորիան և ամբիոնը, որոնք համարված են իր աշակերտներով: Ներկայումս նա այդ ամբիոնի պրոֆեսորն է ու գիտական ղեկավարը:

Պրոֆ. Դավթյանը ազոտ պարունակող միացությունների ու համապատասխան ֆերմենտների կենսաբիոմիայի բնագավառում խոշոր գիտնական է: Նրա ղեկավարությամբ ավելի քան 40 գիտաշխատողներ համալսարանում

հետազոտություններ են ծավալում էվոլյուցիոն գարզացման տարբեր մակարդակներում գտնվող օրգանիզմների ուսումնասիրման ուղղությամբ՝ սկսած միաբջիջներից մինչև բարձրակարգ կենդանիները։ Նման էվոլյուցիոն համեմատական տեսանկյունով հետազոտությունները բոլյ տվեցին բացահայտել մի շարք նոր կենսաքիմիական օրինաչափություններ։ Առանձնապես ճանաչված են գիտնականի հետազոտությունները օրինիտինային ցիկլի ֆերմենտների, ինչպես նաև ամինաթթուների յուրացման և սինթեզի պարզաբնաման ուղղությամբ։ Ուշադրության արժանի է նաև կենդանիների սրտամկանում ալանինի կենսասիներեզօքի հայտնաբերումը պիրուխաղողաքքվի ուղղակի ամինացման նեխանիզմով։

Մ.Ա. Դավթյանի կողմից առաջ է քաշվել ու հիմնավորվել բնության մեջ ոչ ուրենոքելիկ արգինազի գոյության տեսակետը, որը խոչը ավանդ է գիտության մեջ։ Մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում նրա և աշխատակիցների հետևողությունները ոչ ուրենոքելիկ արգինազի պրոլին ամինաթթվի կենսասիներեզօքի մեջ ունեցած կարևոր դերի մասին։ Գիտության մեջ նոր խոսք է նրա հիմնավորված տեսակետը էվոլյուցիայի ընթացքում ուրենոքելիզմի ձևավորման և այդ պրոցեսում ուրենոքելիկ արգինազի ինդուկցիայի վճռորոշ դերի մասին։ Մ.Ա. Դավթյանի և նրա աշակերտների կողմից մի շարք օրգանիզմներում հայտնաբերվել է բնական ամինաթթուները դեզամինացնող օքսիդազ, որով ապացուցվել է այդ ֆերմենտի լայն կենսաբանական տարածվածությունը՝ հակառակ տիրող կարծիքի։ Միանգամայն նոր է նաև ֆերմենտների (այդ թվում ամինաթթվային օքսիդազների) ակտիվության գործում պերօպուտումների դերի մասին եղանակացությունը։

Արժեքավոր են պրոֆ. Դավթյանի և աշխատակիցների հետազոտությունները արգինազի ինդուկցիայի մեխանիզմի վերաբերյալ, որոնք հնարավորություն տվեցին անել սկզբունքային եղանակացություն ամինաթթվային կատարողիզմի ֆերմենտների “ոչ հորմոնալ ինդուկցիայի” մեխանիզմի գոյության մասին։ Հեռանկարային են նաև էքստրեմալ պայմաններում (քաղց, ճառագայթում) բջիջներում սախտակուցների, նուկլինաթթուների, մեմբրանների վնասման, գուգահեռաբար նաև պաշտպանիչ մեխանիզմների (ստրեսային սպիտակուցների սինթեզ) առաջացման վերաբերյալ նրանց զարգացրած տեսակետները։

Նրա դեկավարությամբ տարվում են նաև կիրառական նշանակության հետազոտություններ, որոնք ունեն բժշկագիտական նշանակություն (Ձերձուկի հանքային ջրի ազդեցությունը մարդու կենսաքիմիական ցուցանիշների վրա, լարդի հիվանդությունների ժամանակ ֆերմենտատիվ ակտիվության որոշման դիագնոստիկ նշանակությունը, արգինազի հակառակության ազդեցությունը և այլն)։

Մ.Ա. Դավթյանի գիտական գործումնեությունը իր արտացոլումն է գտնել մոտ 300 գիտական աշխատություններում, որոնք են հանդիսացել նրա անմիջական դեկավարությամբ շուրջ 70 թեկնածուական և դոկտորական ատենախոսությունների՝ այդ թվում 6 արտասահմանյան քաղաքացիների, պաշտպանության համար։ Ստացված գիտական արդյունքների վերաբերյալ գեկուցումներով նա հանդես է եկել բազմաթիվ գիտաժողովներում (Մոսկվա, Փարիզ, Տորոնտո, Բուլղարիա, Օքսֆորդ և այլն)։ 1987թ. նա դեկավարել է ԽՍՀՄ գիտնականների դեկագացիան Կանադայում կայացած կենսաքիմի-

կոսների միջազգային կոնգրեսում, 1986թ. Վարչավայում՝ սովետական հանձնախմբի կազմում, մասնակցել է տնտեսական համագործակցության միության մոլեկուլային կենսաբանության հանձնաժողովի աշխատանքներին:

Պրոֆ. Դավթյանը, քաջ գիտակցելով որակյալ կադրերի դերը գիտահետազոտական աշխատանքների արդյունավետության գործում, մեծ ուշադրություն է դարձնում դասավանդման պլրոցեսին: Նա շարունակ հարստացնում է իր դասախոսությունները գիտության վերջին նվաճումների փաստերով և կարդրում նոր դասընթացներ (նյութափոխանակության կարգավորումը, կենսաքիմիայի բժշկական հեռանկարները և այլն), որոնք իրենց խորությամբ և բարձր գիտական մակարդակով մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում աշխատակիցների և ուսանողների համար: Նրա շատ աշակերտներ դեկանավորում են կենսաբիմիական լաբորատորիաներ գիտահետազոտական և բժշկական կենտրոններում ինչպես Հայաստանում, այնպես էլ նրա սահմաններից դուրս: Մ.Ա. Դավթյանի նախաձեռնությամբ և ջանքերով 1974թ. ԵՊՀ-ում բացվեց ԽՍՀՄ-ում երրորդ (Մոսկվայի և Կիևի համալսարաններից հետո) կենսաբիմիական բաժանմունքը, որը դարձավ բարձրակարգ կադրերի պատրաստման դարբնոց:

Հանրահայտ է նաև Մ.Ա. Դավթյանի պետական և հասարակական գործունեությունը: Նա 1989–1990թթ. եղել է ՀՀ ժողովրդական կրթության նախարարը և այդ պաշտոնում մեծ ջանքեր է գործադրել երկրաշրժից ավերված շրջաններում կրթության գործնքացը վերականգնելու, ինչպես նաև այդ համակարգը բարեփոխելու ուղղությամբ: Մ.Ա. Դավթյանը 1999–2003թ., լինելով Խ. Արովյանի անվան Հայկական պետական մանկավարժական համալսարանի ռեկտորը, կատարել է զգայի աշխատանք մանկավարժների պատրաստման գործը ժամանակակից պահանջներին համապատասխանեցնելու ուղղությամբ, մասնավորապես՝ մասնագիտությունների ցանկը արդիականացնելու և դասավանդման արդյունավետությունը բարձրացնելու նպատակով:

Իբրև հասարակական գործիչ՝ նա եղել է կենսաբիմիկոսների համամիութենական ընկերության կենտրոնական խորհրդի անդամ, ԽՍՀՄ ԳԱ “Մարդու և կենդանիների կենսաբիմիա” և “Կյանքի ծագումը և էվոլյուցիոն կենսաբիմիա” պրոբլեմային խորհրդարանի անդամ: Մ.Ա. Դավթյանը երկար տարիներ ղեկավարում է կենսաֆիզիկա, կենսաբիմիա և ռադիոկենսաբանություն մասնագիտությունների գծով գիտական աստիճաններ շնորհող մասնագիտական խորհրդը:

Անհրաժեշտ է նշել, որ Մ.Ա. Դավթյանի բարձր պրոֆեսիոնալիզմը և մարդկանց նկատմամբ ուշադիր, սրտացավ վերաբերմունքը միշտ ապահովել են նրա նկատմամբ սերն ու խորը հարգանքը: Մեծ աշխատունակությունը և անսահման նվիրվածությունը գիտությանը համախմբում և ոգևորում է նրա աշխատակիցներին և ուսանողներին:

Ցանկանք մեծ գիտնականին և ուսուցչին՝ Միասկ Արշամի Դավթյանին, երկար տարիների քեղմնավոր աշխատանքով լի կյանք:

ԵՊՀ ուկտորատ,  
ԵՊՀ կենսաբանության ֆակուլտետ

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОБЗОРНЫЕ СТАТЬИ

В.Р. Бойнагрян – Оползни Армении (их распространение, условия и причины образования, разновидности) .....	3
---	---

### МАТЕМАТИКА

А.О. Апинян – Об одной задаче динамической оптимизации .....	18
Х.Л. Варданян – О модели очереди с «отрицательными» запросами .....	22

### ИНФОРМАТИКА

Х.М. Айрапетян – Быстрый алгоритм для решения задачи размещения .....	27
---	----

### МЕХАНИКА

В.М. Белубекян, М.В. Белубекян – Частные задачи определения напряжений в составном клине при действии сосредоточенной нагрузки в вершине .....	34
--	----

### ФИЗИКА

А.С. Мусаелян – Оже-переход электронов в конденсированное состояние на дислокациях в полупроводниках .....	40
--	----

А.М. Ростомян – Исследования рентгеновских симметричных ВВВ-интерферометров .....	48
---	----

### ХИМИЯ

А.Р. Саркисян, Л.А. Нерсесян, А.А. Варданян, Ш.А. Маркарян – Изучение антиоксидантных свойств диметил-, диэтил- и дипропилсульфоксидов по данным электронных спектров поглощения свободного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила .....	53
--	----

Н.М. Бейлерян, М.З. Асатурян – Кинетика распада пероксида водорода в щелочной среде в присутствии додецилсульфата натрия, додецилтриметиламмония бромида и их смесей .....	58
--	----

К.Р. Григорян, А.Г. Хօսեյն, Ш.А. Маркарян – Исследование межмолекулярных взаимодействий в растворах π-толуидина методами абсорбционной и флуоресцентной спектроскопии .....	66
---	----

Р.П. Сукиасян – Новые соли L-лизина .....	71
---	----

Н.Օ. Գոյքչյան, Մ.Ժ. Գեշյան, Ա.Ա. Եղիզարյան, Ջ.Ա. Միկայլյան, Ա.Գ. Խաչատրյան – Экстракционно-абсорбционетрическое определение микрограммовых количеств роля(III) основным красителем акридиновым желтым .....	80
---	----

## **БИОЛОГИЯ**

<b>Дж.А. Варданян, К.А. Варданян, М.А. Давтян – Сравнительное изучение белков мутантных семян фасоли, индуцированных химическими мутагенами.....</b>	<b>88</b>
<b>Дж.М. Джавршян, А.Г. Тадевосян – Исследование электрон-транспортной цепи микроводорослей хлореллы и спирулины при наличии в среде свинца.....</b>	<b>92</b>
<b>Е.Ю. Согоян – Патогенная микробиота кормовых злаковых культур и их диких сородичей в Армении.....</b>	<b>97</b>
<b>Г.К. Аветисян – Некоторые вопросы современной систематики коприноидных грибов.....</b>	<b>102</b>
<b>О.А. Паносян, П.В. Тозалакян, Ю.Г. Попов – Распространенность экстремофиль- ных форм бацилл в водах бассейна оз. Севан .....</b>	<b>106</b>
<b>Г.М. Каракешишян, И.А. Навасардян, Г.З. Элбакян, К.К. Григорян – Некоторые вопросы и результаты микробиологического способа борьбы с эррозией почвы.....</b>	<b>112</b>

## **ГЕОЛОГИЯ**

<b>О.П. Гююмджян – Изменение химизма пород при контактовой метасоматической гранитизации.....</b>	<b>119</b>
<b>О.С. Езакян, Г.А. Мкртчян – Определение рациональных параметров разведоч- ного бурения на Алавердском и Арманисском месторождениях.....</b>	<b>126</b>

## **ГЕОГРАФИЯ**

<b>Р.Х. Гагинян – Пограничные пояса литосферных плит как стимул формирования зон этногенеза и полей пассионарности (на примере Армянского нагорья).....</b>	<b>131</b>
---	------------

## **СООБЩЕНИЯ**

<b>К.В. Алумян, Т.О. Эйрамдженян – Визуализация полей напряжений в монокристал- лах при совместном применении методов маятниковых полос и муаровых кар- тин рентгеновских лучей .....</b>	<b>136</b>
<b>А.Р. Мкртчян, Г.Г. Дарбинян, Г.Н. Шапошникова, А.Г. Хачатрян – Амперо- метрическое определение палладия(II) фенилтиомочевиной.....</b>	<b>139</b>
<b>К.С. Аветисян – Синтез функционально замещенных пирролидонов-2.....</b>	<b>143</b>
<b>Н.Г. Азарян, И.Г. Буннатян, А.Ц. Худоян – Активация процессов генетического обмена у прокариот в присутствии двуспиральной РНК .....</b>	<b>146</b>
<b>А.Дж. Минасян – Повреждение фотосинтетического аппарата высших растений при высоких и низких температурах до и после воздействия аммиака .....</b>	<b>149</b>

<b>Заслуженный ботаник и педагог (к 75-летию академика НАН РА Лии Левоновны Осипян) .....</b>	<b>153</b>
---	------------

<b>Известный биохимик и педагог (к 70-летию академика НАН РА Мисака Аршамо- вича Давтяна).....</b>	<b>156</b>
--	------------

## CONTENTS

### REVIEWS

- V.R. Boynagryan – Landslides of Armenia (their spreading, conditions and causes of formation, varieties) ..... 3

### MATHEMATICS

- A.H. Apinian – On one problem of the dynamic optimization ..... 18  
Kh.L. Vardanyan – On the queueing model with negative customers ..... 22

### INFORMATICS

- K.M. Hayrapetyan – Quick algorithm for solving floorplanning problem ..... 27

### MECHANICS

- V.M. Belubekyan, M.V. Belubekyan – Partial problems of stress state in a composed wedge under a concentrated load at its vertex ..... 34

### PHYSICS

- A.S. Musaelyan – Auger-transition of electrons to the condensate state on the dislocations in semiconductors ..... 40  
A.M. Rostomyan – Investigation of X-ray symmetric BBB-interferometers ..... 48

### CHEMISTRY

- H.R. Sargsian, L.A. Nersesyan, A.A. Vardanian, Sh.A. Markarian – The study of dimethyl-, diethyl- and dipropylsulphoxide antioxidant properties from UV/VIS spectra of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl free radical ..... 53  
N.M. Beylerian, M.Z. Asatryan – Kinetics of hydrogen peroxide decomposition in presence of sodium dodecylsulphate, dodecyltrimethylammonium bromide and their mixtures ..... 58  
K.R. Grigorian, A.G. Khoyetsian, S.A. Markarian – Investigation of p-toluidine intermolecular interactions by UV/VIS and fluorescence spectroscopy methods ..... 66  
R.P. Sukiasyan – New salts of lysine ..... 71  
N.O. Geokchyan, M.J. Gegchyan, A.A. Eghiazaryan, J.A. Mickaelyan, H.G. Khatryan – Extraction-absorbiometric determination of microgram amounts of rodium(III) by basic dye of acridine row acridine yellow ..... 80

## BIOLOGY

<b>J.H. Vardanyan, K.H. Vardanyan, M.A. Davtyan – The comparative study of protein of bean mutant seeds induced with chemical mutagens .....</b>	<b>88</b>
<b>J.M. Javrshyan, H.H. Tadevosyan – Study of electron transport chain of microalgae chlorella and spirulina in presence of lead in the environment .....</b>	<b>92</b>
<b>E.Yu. Soghoyan – The patogen microbiota of Armenian forage crops and their wild relatives.....</b>	<b>97</b>
<b>H.K. Avetisyan – Problems of the present classification of coprinoid mushrooms.....</b>	<b>102</b>
<b>H.H. Panosyan, P.V. Tozalakyan, Yu.G. Popov – Distribution of extremophilic bacilli in waters of lake Sevan basin .....</b>	<b>106</b>
<b>G.M. Karakeshishyan, I.A. Navasardyan, G.Z. Elbakyan, K.K. Grigoryan – Some questions and results about microbiological way of struggle with soil erosion.....</b>	<b>112</b>

## GEOLOGY

<b>H.P. Ghuyumjyan – Changes of chemical composition of rocks in the process of contact-metasomatic granitization.....</b>	<b>119</b>
<b>H.S. Ezakyan, H.H. Mkrtchyan – Determination of rational parameters of prospecting drilling in Alaverdi and Armanis deposits.....</b>	<b>126</b>

## GEOGRAPHY

<b>R.Kh. Gaginyan – Frontier belts of lithosphere plates as a stimulus of forming ethnogenesis zones and passionate atmosphere (on the model of the Armenian highland).....</b>	<b>131</b>
---	------------

## COMMUNICATIONS

<b>K.V. Aloumyan, T.H. Eymalyan – Visualization of stress fields in monocrystals by the joint application of X-ray pendellosung fringes and moiré patterns methods .....</b>	<b>136</b>
<b>A.R. Mkrtchyan, G.G. Darbinyan, G.N. Shaposhnikova, H.G. Khachatryan – Amperometric determination of palladium(II) by phenylthiourea .....</b>	<b>139</b>
<b>K.S. Avetisyan – Synthesis of functional substituted pyrrolidones-2.....</b>	<b>143</b>
<b>N.G. Azaryan, I.G. Buniyatyan, A.Ts. Khudoyan – Activation of genetic processes in prokaryotes in the presence of double-strand RNA.....</b>	<b>146</b>
<b>A.J. Minasyan – Damage of the photosynthetic apparatus of the high plants at high and low temperatures before and after influence of ammonia .....</b>	<b>149</b>

<b>Honoured botanist-mycologist and professor (on the occasion of the 75<sup>th</sup> anniversary of academician L.L. Osipyan) .....</b>	<b>153</b>
--	------------

<b>Outstanding biochemist and professor (on the occasion of the 70<sup>th</sup> anniversary of academician M.A. Davtyan).....</b>	<b>156</b>
---	------------

## ԱԱՆՈՆՆԵՐ ՀԵՂԻՆԱԿՆԵՐԻ ՀԱՍՏՐ

- «Գիտական տեղեկագիր» հանդեսում հրատարակվում են Երևանի պետական համալսարանում կատարված տեսական ու փորձարարական բնույթի օրիգինալ հոդվածներ, հաղորդումներ ու նամակներ՝ մաքսանատիկայի, իմֆորմատիկայի, մեխանիկայի, ֆիզիկայի, ռադիոֆիզիկայի, քիմիայի, կենսարանուրյան, երկրարանուրյան և ֆիզիկական աշխարհագործյան բնագավառներից, ինչպես նաև ակնարկային հոդվածներ՝ պատվիրված խմբագրության կողմից:
- Ընթացիկում են գիտական նոր հրատարակությունների, մենագրությունների և դասագրքերի, ԵՊՀ մասնակցությամբ կայացած գիտաժողովների և գիտական դպրոցների, ինչպես նաև համալսարանում աշխատող անվանի գիտականների հորեւանների մասին համառոտ նյութեր:
- Բնագրերը ներկայացվում են երկու օրինակով, համակարգչային շարվածքով՝ «Word» ծրագրով (հայերեն տեքստը՝ Times Armenian, ուստերեն՝ Times New Roman տառատեսակներով) հայերեն կամ ռուսերեն, ռուսերեն կամ հայերեն և անգլերեն ամփոփումներով: Բոլոր երեք լեզուներով հեղինակների ազգանունները և հոդվածի վերնագիրը գրել գիտատեքով: Տեքստը շարել 12 րոպե, 1,5 ինտերվալով՝ աջ և ձախ կողմերում պահպաններով 3 սմ դաշտ: Վերին ծախս անկյունում գրվում է ՍԴԿ-ն, հաջորդ տողում հեղինակների անվանատառերն ու ազգանունները, այնուհետև հոդվածի վերնագիրը: Դրան հետևում է հոդվածի համառոտ ամփոփումը: Այս պետք է համապատասխանի հայերեն և անգլերեն ամփոփումներին, որտեղ պետք է շարադրված լինեն աշխատանքի գլխավոր արդյունքները՝ առանց գրական հորունների, 100 քառից ոչ ավելի ծավալով:
- Հոդվածի ծավալը աղյուսակներով չպետք է գերազանցի 10 էջ, հաղորդմանը՝ 4, նամակինը՝ 2:
- Հոդվածները ձևակերպվում են հստակ ենթարաժիններով: **Ներածություն կամ Խնդրի գրվածք**, որտեղ պետք է հիմնավորվի տվյալ հետազոտության անհրաժեշտությունն ու հրատապությունը, **Հետազոտության մեթոդիկան և Եղակացություն**, որտեղ հստակ ձևակերպվում են ստացված արդյունքները և հետևությունները:
- Հղումները պետք է լինեն բնագրեկող խնդրի հետ առնչվող ժամանակակից հրատարակումների վեա: Դրանք քերպվում են բնագրի լեզվով ըստ համեմատման հերթականության, կարգային համարը նշվում է քառակուսի փակագծերում ([1], [2-5]): Հոդվածի վերջում նոյն հաշորդականությամբ բերվում է գրականուրյան ցուցակը՝ կարգային համարը, հեղինակների ազգանուններն ու անվանատառերը: Պարբերական հրատարակությունների համար այնուհանու հաշորդում է ամսագրի ընդունված կրծատ անվանումը առանց չակերտների, հրատարակման բնականը, հաստորի ու բողարկման համարները, հերթական համարը, էջը, գրքերի դեպքում վերնագիրը, հրատարակման վայրը, հրատարակչությունը, բնականը: Շերտատարակված աշխատանքի վերաբերյալ (քաջի դիմերտացիայից) գրականուրյան մնացել չի թույլատրվում:
- Միևնույն նյութը աղյուսակի և նկարի ձևով ներկայացնել չի թույլատրվում:
- Թույլատրվում է 5-ից ոչ ավելի նկար, որոնք իրենց բացատրություններով պետք է ներկայացնել առանձին File-ով:
- Հոդվածի տեքստի վերջում՝ ծախս կողմում, նշվում է այս ամքիոնը կամ լարորատորիան, որտեղ կատարվել է աշխատանքը:
- Հոդվածը առողջազրվում է բոլոր հեղինակների կողմից:
- Խմբագրությունը հեղինակին տախու է առաջին սրբազրությունը, որտեղ ուղղման ենթակա են տպագրության սխալները:
- Խմբագրությունը հեղինակներին ձրի տրամադրում է հանդեսի 1 օրինակ և հոդվածի 5 առանձնատիպ:

ИНДЕКС 77717